

Identification de la performance agronomique chez quelques lignées de Triticale (X Triticosecale Wittmack) dans le nord Tunisien

M. BARAKET^{1*}, H. SELMI¹, M. HASSINE², Z. HAMMAMI², M. GUESMI¹, Y. SELLEMI¹, Y. TRIFA²

¹ Centre Régional des Recherches en Grandes Culture à Béja, Tunisie.

² Institut National Agronomique de Tunis, Tunisie.

* Auteur correspondant: moktar.baraket@gmail.com

Abstract - Twenty three triticale varieties (including three traditional varieties) were conducted in 2012/2013 in three areas covering the north of Tunisia: Oued-Béja, Sedjenène and Oued-Mliz. The study is carried out within a project of the Regional Filed Crop Research Center of Béja. Our project aims at developing new varieties which are adaptable to the north environmental conditions and more efficient than the traditional varieties. Same agronomic characters were measured, they interest during to heading, grain yield and his components and biological yield. The results showed an important genetic variability for all characters measured. The site \times variety interaction was highly significant for all parameters measured. The effect of the environment on the variation of the studied characters is more important than the effect of genotype where it was noted a strong specific adaptation of certain genotypes for each environment. Indeed varieties that give large grain yields are Bagal, SPHD and WG-Oued Beja, LIRON, DIS for Sedjenène and FARAS, ARDI and WIR for Oued-Mliz. As a general order and the SARDEV ARDI varieties have the highest biological yield. However, the variety SARDEV recorded both organic yields and high grains with respective averages of 1420.64 and 1020 g / m² and therefore may be appropriate for to the dual operation. This is far higher than the national average triticale production and the production of other culture like durum and barley, thus the interest of extending the culture triticale.

Key words: triticale, grain yield, biological yield, North of Tunisia.

Résumé - Une analyse comparative de vingt trois variétés de triticale (X Triticosecale Wittmack) a été effectuée dans trois régions du Nord de la Tunisie à savoir: Oued-Béja, Sedjenène et Oued-Mliz pendant la campagne agricole 2012/2013. L'étude est réalisée dans le cadre d'un projet du Centre Régional des Recherches en Grandes Cultures de Béja visant l'identification de variétés à adaptation spécifique pour chacune des localités ainsi que les variétés à adaptation large pour le Nord de la Tunisie. Quelques paramètres agronomiques ont été mesurés, ces paramètres comprennent la durée à l'épiaison, biomasse aérienne en deux stades, les composantes du rendement. Les résultats de notre essai ont montré une variabilité génétique importante pour la majorité des caractères mesurés, ainsi qu'un effet site et une interaction site \times variété significatifs au seuil de 1%. L'effet de l'environnement sur la variation des caractères étudiés est plus important que l'effet du génotype d'où on a note une forte adaptation spécifique de certains génotypes pour chaque environnement en effet Les variétés qui donnent des rendements en grain importants sont BAGAL, SPHD et WG pour Oued-Béja, LIRON, DIS pour Sedjenène et FARAS, ARDI et WIR pour Oued-Mliz. Comme ordre générale les variétés SARDEV et ARDI ont donné des rendements biologiques les plus élevés. Cependant, la variété SARDEV a enregistré à la fois des rendements biologiques et en grains élevés avec des moyennes respectives de 1420.64 et 1020 g/m² et pourrait donc à être appropriée pour la double exploitation. Ces rendements sont nettement supérieure au la production national moyenne de triticale ainsi que la production de autre céréale blé dur et orge d'où l'intérêt de l'extension de la culture de triticale..

Mots clés : Triticale, rendement en grain, rendement biologique, Nord de la Tunisie.

1. Introduction :

Les céréales constituent un élément principal dans l'alimentation humaine et animale. Elles occupent, à l'échelle mondiale, une place primordiale dans les programmes des recherches agricoles. La demande de la population mondiale en céréales est croissante. Ainsi, répondre à cette demande, continue d'être une préoccupation majeure dans le monde entier. En Tunisie, bien que l'élevage s'intensifie de manière croissante, la superficie de cultures fourragères est demeurée constante au cours des 15 dernières années et la contribution de ces dernières à l'alimentation du bétail est limitée (Colson et al 1995). Pour faire face aux besoins pour l'alimentation animale, des quantités croissantes de maïs et d'orge sont importées, ce qui exerce une forte pression sur la balance des paiements. De ce fait, dans le but de réduire ces importations, le triticale, une nouvelle céréale caractérisée par une forte productivité, pourrait être une culture alternative (Hulse et Spurgeon 1974). Néanmoins, la culture de triticale est relativement faible en Tunisie. Les dernières estimations (ONAGRI 2015) indiquent que la superficie ensemencée en triticale en Tunisie en 2015 est d'environ 13 milles hectares, et elle était plus élevée au début des années 90 (16 milles hectares). Ainsi, face à cette situation, l'objectif est de contribuer à augmenter de manière significative la production de triticale en Tunisie.

C'est dans ce cadre que s'insère ce travail qui portera sur l'étude de la variabilité d'une collection de triticale issue du programme d'amélioration du triticale du CIMMYT. Nous nous sommes proposé d'étudier le comportement de vingt variétés introduites en comparaison avec trois variétés témoins dans trois milieux différents situés au Nord de la Tunisie à savoir Oued-Béja, Sedjenène et Oued-Mliz. Notre travail vise donc l'étude de la variabilité phénologique et agro-morphologique afin d'identifier les variétés convenables à la culture au Nord du pays.

2. Matériels et méthodes :

2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué d'une collection qui comporte vingt lignées de triticale, provenant du CIMMYT (Centre International d'Amélioration du Blé et du Maïs). Ces variétés sont testées avec trois variétés témoins (Tcl 82, Tcl 83 et Bienvenu). La liste des variétés avec les pedigrees est présentée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Pedigree des lignées et variétés utilisées

N°	Nom	Pedigree
1	CAAL	CALL/3/T1494_WG//ERIZO_10/2*BULL_1-1
2	DOUKALA	1715/CENT.DOUKALA/3/CAAL//FAHAD_4/FARAS_1/7/MERINO/JLO//REH/3/HARE_267/4/ARDI_4/5/...
3	LIRON	1715/CENT.DOUKALA/7/LIRON_2/5/DIS B5/3/SPHD/PVN//YOGUI_6/4/KER_3/6/BULL_10/...
4	TARASCA	AR/SNP6/ /TARASCA 87_3/C,S10/3/URON_5/TATU_1/4/BULL_10/MANATI_1/3/ELK54/...
5	BAT	BAT*2/BCN//CAAL/3/ERIZO_7/BAGAL_2//FARAS_1/8//PRESTO//2*TESMO_1/MUSX 603/4/...
6	WIR	WIR 46058/ GNU_NU_1//ERIZO_11/3/SVHT 02/STIER_3/4/WIR 46058/GNU_1//ERIZO_11/5/...
7	ERIZO	WIR 46058/GNU_1//ERIZO_11/3/SVHT 02/STIER_3/4/WIR 46058/GNU_1//ERIZO_11/5/...
8	FARAS	BAT*2/BCN//CAAL/3/ERIZO_7/BAGAL_2//FARAS_1/4/T1502_WG/MOLOC_4//RHINO_3/...
9	BULL	LIRON_2/5/DISB5/3/SPHD/PVN//YOGUI_6/4/KER_3/6/BULL_MANATI_1*2/7/TUKURU
10	DIS	LIRON_2/5/DISB5/3/SPHD/PVN//YOGUI_6/4/KER_3/6/BULL_10/MANATI_1/7/POPP1_1/8/...
11	POLLMER	POLLMER_2.2.1*2//FARAS/CMH48.4414/6/BAT*2/BCN//CAAL/3/ERIZO_7/BAGAL_2//FARAS_1/5/...
12	DAHBI	DAHBI/COATI_1//ERIZO_11*2/MILAN/3/POLLMER//ERIZO_11/YOGUI_3/4/BAT*2/BCN//...
13	SARDEV	BW32-1/CENT.SARDEV/7/LIRON_2/5/DIS B5/3/SPHD/PVN//YOGUI_6/4/KER_3/6/BULL_10/...
14	SPHD	LIRON_2/5/DIS B5/3/SPHD/PVN//YOGUI_6/4/KER_3/6/BULL_10/MANATI_1/7/ARDI_1/...
15	COPI	T1505_wg//ERIZO_10/BULL_1-1/3/ERIZO_10/BULL_1-1/4/COPI_1/5/ADRI_1/TOPO1419//...
16	ARDI	DAHBI_6/3/ADRI_1/TOPO 1419//ERIZO_9/4/COPI_1-1/5/KER_6/FARAS_1//BULL_2/3/...
17	TOPO	DAHBI_6/3/ARDI_1/TOPO 1419//ERIZO_9/4/COPI_1-1/5/KER_6/FARAS_1//BULL_2/3/...
18	BCN	BAT*2/BCN//CAAL/3/ERIZO_7/BAGAL_2//FARAS_1/4/T1502_WG /MOLOC_4//RHINO_3/...
19	WG	T1505_WG//ERIZO810/BULL_1-1/3/ERIZO_10/BULL1 1/4/COPI_1/5/ADRI_1/TOPO 1419//...
20	BAGAL	BAT*2/BCN//CAAL/3/ERIZO_7/BAGAL_2//FARAS_1/4/POLLMER_2.2.1*2//FARAS/CMH84.4414
21	Tcl82	Coorang / / Av / Dove 'S' CIT 1312-3Y-4Y-503Y-OBJ
22	Tcl83	MUS 'S' / BTA 'S' X65.985-5M-3Y-2M-1Y-1M-0Y-OBJ
23	Bienvenu	(Origine française; LEMAIRE, 2002)

2.2. Description des localités ET des essais

L'expérimentation a été conduite durant la campagne agricole 2012- 2013 en plein champ et sous régime pluvial. Les essais expérimentaux ont été établis, au nord de la Tunisie, dans les stations expérimentales du centre régional des recherches en grandes cultures: à Oued-Béja, à Sedjenène et à Oued-Mliz. Chaque station présente des conditions pédo-climatiques spécifiques (Tableau 2):

Tableau 2 : Conditions pédo-climatiques des différents sites.

Site expérimental	Localité		Climat		Sol	
	localité	Coordonnées GPS	Etage bioclimatique	Pluviométrie moy	Type du sol	pH
Oued-Béja	gouvernorat de Béja	latitude 36 ° 44'05"N longitude 9 ° 13'35"E	Sub-humide	500	argilo-limoneux	7.2
Sedjenène	gouvernorat de Bizerte	latitude 37 ° 03'45"N longitude 9 ° 14'13"E	Humide	800	argilo-limoneux	5
Oued-Mliz	gouvernorat de Jendouba	latitude 36 ° 26'54"N longitude 8 ° 32'55"E	Semi-aride	530	argilo-limoneux	7.4

Tableau 3 : Les précipitations et les températures mensuelles minimales et maximales mensuelles des trois sites durant le cycle de culture du triticale

		Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	avril	Mai
Oued-Béja	Précipitations (mm)	50	100	107	155	75	50	10
	T min (°C)	11	7.5	7	4.5	7.5	8	12
	T max	22.5	17	16	14.5	18	23	25
Sedjenène	Précipitations (mm)	60	120	180	270	105	105	28
	T min (°C)	10	9	5	4	7	8	12
	Tmax	20	16	14	12.5	17	20	26
Oued-Mliz	Précipitations (mm)	10	15	47	80	45	46	7
	T min (°C)	11	7	6	5	8	8.5	13
	T max	23	17	21	15	20	24	27

2.3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté pour les trois essais est en bloc aléatoire complet. L'essai comporte trois blocs (bloc = répétition), le nombre d'unités expérimentales par bloc est égale au nombre de variétés testées. L'unité expérimentale, est formée par la variété semée en 4 lignes de 4 m de long, chacune espacée de 0.25 m. La distance entre les unités expérimentales est de 40 cm et 1.5 m entre les blocs.

2.4. Paramètres mesurés

2.4.1. La durée à l'épiaison (DE)

Au cours du cycle biologique, on a noté les dates de l'épiaison pour déterminer la précocité des variétés de triticales testées. La durée à l'épiaison est déterminée par le nombre de jours séparant le semis et le moment où 50% des plantes de chaque répétition émergent leurs premiers épis à moitié de la gaine de la feuille drapeau (Gate 1995).

2.4.2. Rendement biologique (RB)

Au stade floraison

Elle a été déterminée sur trois plantes prises au hasard, de chaque unité expérimentale au cours du stade Z65. Les trois plantes ont été séchées à l'étuve à 70°C pendant 48h et pesés (Meynard et David 1992).

Stade maturité final

Le rendement biologique est obtenu par la récolte et la pesée des plantes de la placette réservée aux mesures des composantes de rendement (Latiri et al 1992).

2.4.3. Composantes de rendement

A la maturité, on a récolté les plantes de la placette réservée aux mesures des composantes de rendement. Le battage a été réalisé mécaniquement ainsi les semences de chaque unité expérimentale sont récupérées pour faire le reste des mesures. Le calcul de nombre d'épis par m² a été réalisé par un dénombrement de tous les épis récoltés au niveau de chaque unité expérimentale. Le nombre de grains par épi a été obtenu suite à un comptage du nombre de grains résultants moyennant un compteur de semences. Le nombre de grains par épi s'obtient par une simple division nombre de grains total par le nombre total d'épis. En fin chaque échantillon a été pesé pour déterminer le poids de mille grains de chaque génotype ainsi que le rendement en grain (g/m²) (Garcia et al 2003).

2.5. Analyses statistiques

L'ensemble des données obtenues ont fait l'objet d'une analyse de la variance à deux facteurs fixes de classification (site et variété). La comparaison des moyennes a été réalisée par le test de Duncan au seuil de 5%. L'ensemble des analyses statistiques a été effectué avec le logiciel SPSS Statistics (Version 16.0). Nous avons procédé également à une analyse descriptive des scores originaux des variables via le logiciel XLSTAT 2003.

3. Résultats ET Discussion

3.1. Etude de la variabilité des paramètres étudiés

En vue de sélectionner des variétés de triticale qui s'adaptent aux régions du Nord de la Tunisie, vingt trois variétés y compris trois témoins ont été comparées pour différents paramètres agronomiques. L'étude de la variance montre une différence significative au seuil de 1% entre les trois sites et entre les variétés pour tous les paramètres mesurés. L'interaction site x variété est également significative.

Tableau 4 : Tableau de l'analyse de la variance (carrés moyens et test F) des onze paramètres mesurés chez les vingt trois variétés dans les trois sites

Source	ddl	DE	MSA	RB	NGE	PMG	RG
Site (S)	2	5314.63**	12.93**	65023.63**	2239.66**	175.40**	16294.81**
Variété (V)	22	332.025**	0.49**	1111.98**	221.74**	139.03**	3060.96**
S × V	44	201.76**	0.65**	906.00**	363.96**	159.44**	3032.66**
Erreur	138	0.99	0.23	288.24	13.88	1.81	458.46
R ²		0.99	0.67	0.83	0.93	0.97	0.78
CV (%)		0.89	27.16	13.38	9.01	2.94	26.47

ns : Test F non significatif ** : Test F significatif au seuil de 1%

Tableau 5 : Variation de la durée à l'épiaison, la matière sèche aérienne, le rendement en grains au niveau des trois sites expérimentaux

Site	DE	MS (g)	RB (g/m ²)	NGE	PMG	RG (g/m ²)
Oued-Béja	118 a	2.25 a	15681 a	47 a	45.96 b	9927 a
Sedjenène	102 c	1.65 b	9720 c	36 c	43.98 c	5645 c
Oued-Mliz	116 b	1.45 c	11288 b	41 b	47.14 a	8662 b

Les sites ayant la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5 %.

3.2. La durée à l'épiaison (DE).

La précocité à l'épiaison est un caractère important qui est souvent recherché comme critère de sélection. Les variétés précoces peuvent échapper à la sécheresse en fin de cycle tout en évitant l'échaudage (Soltner 1998). La durée moyenne la plus faible des vingt trois variétés est observée dans les sites de Sedjenène (101,65 jours), suivie de celui de Oued-Mliz (116,72 jours). La durée la plus élevée est celle observée à la station de Oued-Béja (117,15 jours). On peut dire que le cycle court à Sedjenène peut être dû au fait que cette période les températures étaient relativement clémentes et la pluviométrie convenable ayant donc permis un déroulement assez rapide des phases végétatives et donc un raccourcissement du cycle de développement et des passages plus rapides d'un stade à un autre. Ceci est confirmé par Benaouda et Balaghi (2009) qui affirment que dans le cas des céréales, le processus du développement dépend du régime thermique.

3.3. Rendement Biologique

3.3.1. Au stade maturation

L'analyse relative à la biomasse aérienne (BA) au stade floraison (Z65) montrent que le site de Oued-Béja présentent la BA la plus élevée, suivi de Oued-Mliz et en dernier lieu Sedjenène avec des valeurs respectivement de: 2.26, 1.64 et 1.43 g par plante. En plus des causes citées préalablement, et pour le site de Sedjenène, le raccourcissement du cycle de développement expliquerait la faible biomasse aérienne par diminution de la phase de production de talles. Les biomasses varient entre 1,35 g/plante (lignée BAT) à 2.14 g/plante (variété Tcl82). L'identification des meilleures variétés ayant une MSA élevée au stade Z65 est importante étant donné que le triticales peut être utilisé comme culture fourragère sous forme d'ensilage fauchée au stade floraison (Sâade 1993)

3.3.2. Stade maturité final

La comparaison de la moyenne révèle que le site de Oued-Béja et Oued-Mliz sont les plus productifs en rendement biologique avec des moyennes respectives de l'ordre de 1560.81, 1120.05 g/m² (tableau 5). Cela rejoint les résultats obtenus pour la biomasse au stade floraison. L'infériorité du rendement biologique à Sedjenène (970.95 g/m²) semble être du principalement à la courte phase végétative provoquant un nombre de talles faible et une hauteur de végétation restreinte. En effet, Ehdaie et Waines (1993) ont relié la grande production de biomasse à la hauteur de la plante et à la longueur de la période précédant la maturation.

3.4. Composantes de rendement

Les performances d'adaptation de différentes variétés ont été réalisées pour les trois sites du nord de la Tunisie, Oued-Béja, Sedjenène et Oued-Mliz. Dans les conditions expérimentales, nous avons constaté que le rendement en grains a varié entre 5645 (Sedjenène) à 9927 (Oued-Béja) g/m², (équivalent à 56,45-99.27 qx/ha), avec une moyenne du rendement en grains de 800,99 g/m² soit un équivalent de 81 qx/ha. Ceci est nettement supérieure à la production nationale moyenne de triticales entre 1988 et 2011 avec environ 18,32 qx/ha d'où la possibilité d'amélioration de rendement avec l'introduction de ces nouveaux génotypes. En outre l'extension de la culture de triticales tire son intérêt du fait que son rendement est supérieure à celui de l'orge et du blé qui est respectivement 9,47 et 15,50 qx/ha (FAO, 2012).

La comparaison des moyennes relatives aux sites (tableau 5), montre trois classes: La première comprend le site d'Oued-Béja avec une moyenne 960,99 g/m², la deuxième classe comprend le site de Oued-Mliz avec une moyenne de 780,52 g/m² et en dernier lieu, on trouve le site de Sedjenène avec un rendement en grain moyen de l'ordre de 660,38 g/m². Les très bonnes conditions climatiques dans la région d'Oued Béja sont parmi les facteurs principaux ayant permis l'expression du potentiel génétique des variétés, illustré par les hauts rendements obtenus. A oued-Mliz, les rendements sont également élevés et seule la faible pluviométrie du mois de mars, coïncidant avec la floraison a causé une baisse de la fertilité des épis ainsi le nombre de grains par épi est plus faible qu'à Oued Béja. Ceci n'a pu être que partiellement compensé par le PMG et les rendements ont été inférieurs à ceux d'Oued-Béja. Concernant le site de Sedjenène, le semis précoce a causé une précocité à l'épiaison. Cela s'est traduit par un faible tallage et donc un faible peuplement en épis. Par ailleurs, la floraison a coïncidé avec des températures basses et la fertilité des épis a été réduite (Doffing et Charles 1992).

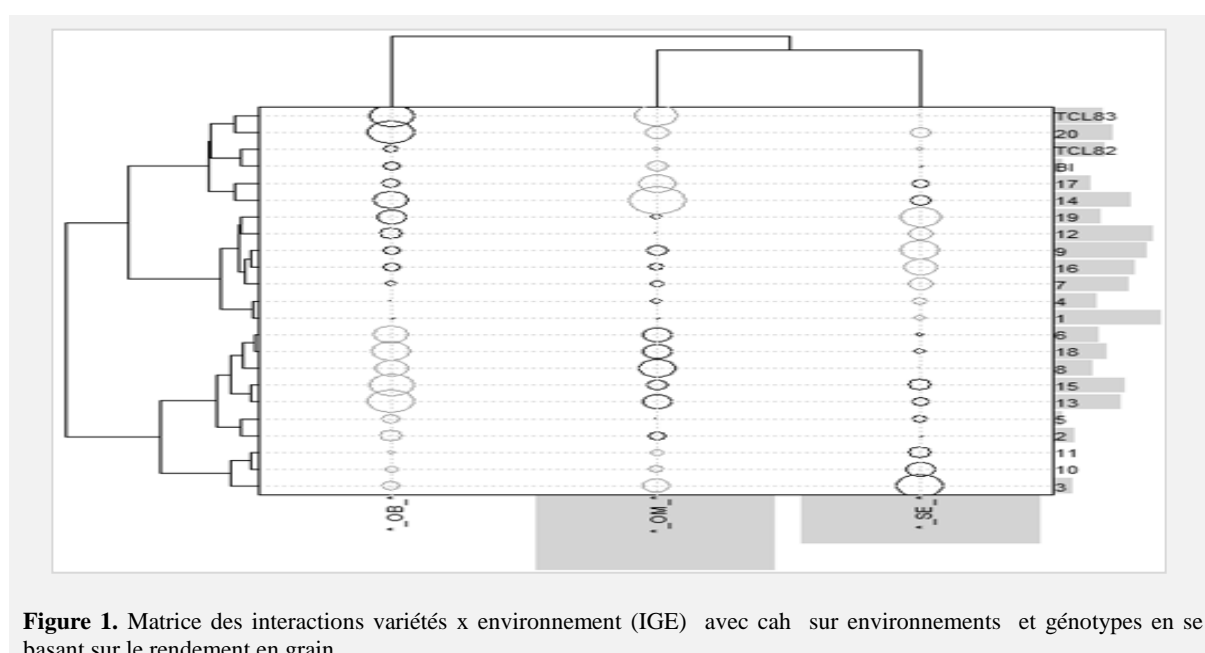
Les rendements à Sedjenène ont donc été significativement plus faibles que pour les deux autres sites. L'élaboration de rendement est une caractéristique variétale très influencée par l'environnement. Elle rend compte du processus de développement de l'épi (nombre d'épillets par épi et le nombre de grains par épi) ainsi que de la fertilité de l'épi (Simane et al., 1993). Leterme et al. (1994) ont examiné deux facteurs pour une diminution du nombre de grains par épi à savoir la température minimale le jour de la méiose et la satisfaction des besoins hydriques dans les dix jours encadrant la floraison. En effet, la faiblesse du nombre de grains par épi à Sedjenène peut être considérée comme conséquence des basses températures relevées durant la phase de la floraison, celle-ci ayant eu lieu fin du mois de janvier. En outre, la pluviométrie durant les deux semaines avant l'épiaison améliore le nombre des grains par épis (Assem et al. 2006).

3.5. L'interaction variétés x environnement (IGE)

L'adaptation est la capacité de la plante à croître et à donner des rendements satisfaisants, individuellement ou par comparaison à des génotypes témoins, dans les zones sujettes à des conditions bioclimatique différents et ce genre d'analyse nous permet d'identifier le(s) génotype(s) adapté(s) à chaque environnement.

Nous avons généré des matrices d'interaction pour expliquer des groupes forme par expression des variétés ou environnements de prédilection où la couleur verte correspond aux cas où l'interaction entre variété et environnement est négative c.-à-d. où le rendement de cette variété est inférieur à la moyenne de tous les génotypes. La couleur noire correspond par contre au cas où l'interaction entre variété et environnement est positive c.-à-d. que le rendement de cette variété est supérieur à la moyenne de tous les génotypes.

Concernant les adaptations spécifiques, le classement des variétés varie d'un site à un autre (Figure1). Très généralement, sur des essais multi-environnementaux, l'effet des facteurs de l'environnement sur la variation d'un caractère phénotypique est plus important que l'effet du génotype (Doré et al. 1997). Cette variabilité à travers les sites est confirmée par l'explication des groupes de variétés par leurs environnements de prédilection (figure 2). Les variétés qui donnent des rendements en grain importants sont BAGAL, SPHD et WG pour Oued-Béja, LIRON, DIS pour Sedjenène et FARAS, ARDI et WIR pour Oued-Mliz. Le rendement des ces génotypes est significativement supérieurs à ceux des trois variétés témoins pour chaque environnement. Donc ces variétés pourraient être retenus pour des études plus approfondies afin d'envisager leur inscription au catalogue. Cela doit évidemment passer par des analyses multi-localités afin de vérifier le caractère d'adaptation large pour le nord de la Tunisie. Par ailleurs, l'évaluation de la résistance de ces variétés aux principales maladies doit également être abordée.



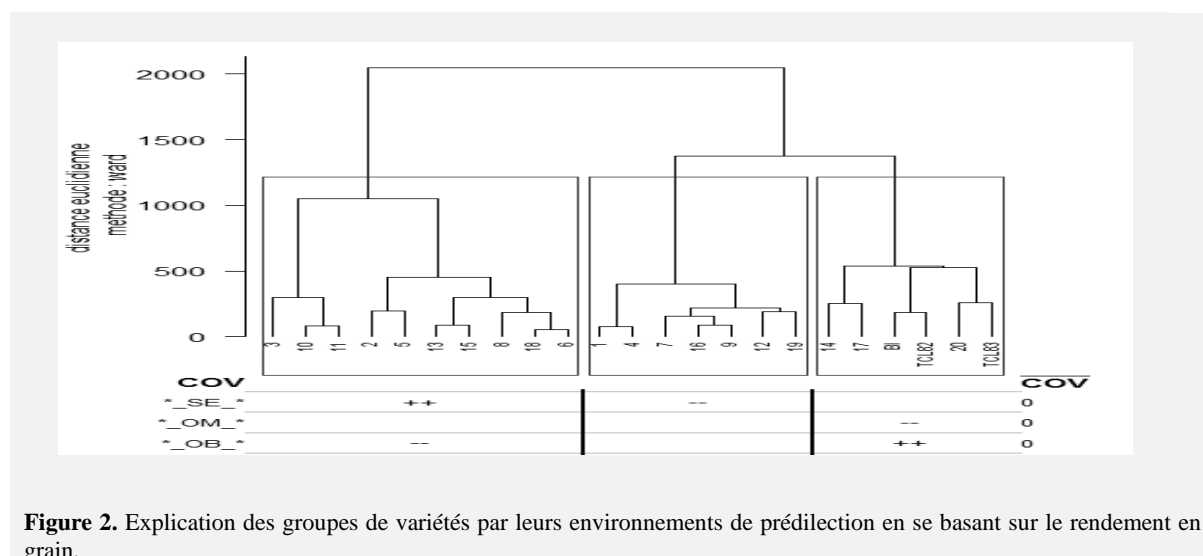


Figure 2. Explication des groupes de variétés par leurs environnements de prédilection en se basant sur le rendement en grain.

4. Conclusion

Cette étude a montré l'importance de la variabilité génétique du matériel végétal utilisé. Elle nous a permis d'identifier les variétés les plus productives, qui peuvent être facilement adaptées à ces régions. En effet, en comparant les variétés introduites avec les témoins, l'analyse du rendement biologique et grainier au niveau des trois sites indique que les variétés introduites COPI, LIRON, POLLMER, SPHD, SARDEV et DIS ont montré une supériorité pour le rendement en grains par rapport aux variétés témoins avec des moyennes respectives de 1100.78, 1070.99, 1060.54, 1040.02, 1020 et 990.82 g/m². Ces variétés seraient les plus appropriées à la vocation grainière. Les variétés 13 et 16 ont donné les rendements biologiques les plus importants dépassant significativement ceux des variétés témoins. D'autre part, la variété 13 a enregistré à la fois des rendements biologiques et en grains élevés avec des moyennes respectives de 1420.64 et 1020 g/m² ce qui permet son exploitation à double vocation (grains et paille). On note aussi qu'il y a une variabilité de comportement des génotypes d'un site à un autre.

5. Références

- Assem N., El Hafid, L., Benyounes H., El Atmani, K., (2006) ; Effets du stress hydrique appliqué au stade trois feuilles sur le rendement en grains de dix variétés de blé cultivées au Maroc oriental Volume. Sécheresse, 17 (4):499-505.
- Benaouda H, et Balaghi R., (2009) ; Les changements climatiques impacts sur l'agriculture au Maroc. Symposium International "Agriculture durable en région Méditerranéenne (AGDUMED) ", Rabat, Maroc, 14-16 Mai 2009, 42-47.
- Colson F., Kayouli C., Belloin J C., Nardello R., (1995); Study of Dairy Cattle Sector in Tunisia. TSS1-TUN/94/01T-001/AGAM-FAO, April-May, 1995.
- Doffing M Charles W., (1992); Heading synchrony and yield components of barley growth in subarctic environments. Crop Science 32: 1377-1380.
- Ehdaie B., Waines J G., 1993 ; Variation water-use efficiency and its components in wheat: I-well-water pot experiment. Crop Sci, 33, 294-299.
- FAO 2012., FAO STAT Production Crops.
- Garcia Del Moral., L F Y., Rharrabti D Villegas. and C. Royo., (2003); Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions. Agron. J, 95: 266-274.
- Gate, P. 1995. Ecophysiologie du blé- de la plante à la culture. Ed. Lavoisier. Tec et Doc. 429 p.
- Hulse J H. et Spurgeon D., (1974) ; Triticale. Scientific American 231: 72-81.
- Latiri Souki K., Aubry C., Doré T., Sebillotte M., (1992) ; Élaboration du rendement du blé dur en conditions semi-arides en Tunisie : relations entre composantes du rendement sous différents régimes de nutrition azotée et hydrique. Agronomie 12 (1), 31-43.
- Leterme P., Manichon H., Roger-Estrade J., (1994) ; Analyse intégrée des rendements du blé tendre et de leurs causes de variation dans un réseau de parcelles d'agriculture du Thymerais. Agronomie, 14, 341-361.
- Meynard JM. et David G., (1992) ; Diagnostic de l'élaboration du rendement des cultures. Cah Agric 1, 9-19.

ONAGRI; Observatoire National de l'Agriculture : <http://www.onagri.nat.tn>.

Simane B., P C Struik , M.M Nachit., and J M Peacock., (1993); On to genic analysis of field components and yield stability of durum ment. Aust. J. Agric. Res. 41:799–810. wheat in water-limited environments. Euphytica 71:211–219.

Soltner D., (1998); Les grandes productions végétales : céréales, plantes sarclées, prairies. 19ème édition. Collection Sciences et Techniques Agricoles, p 464.

Sâade ME., (1993); Triticale production and utilisation inTunisia: constraints and pro s p e c t s. Study Report .Mexico DF: CIMMYT, XII, 51 p. Series CIMMYT Economics working. Paper 95-04.

Doré T., M Sebillotte. and J M Meynard., (1997); A diagnosis method for assessing regional variation in crop yields. Agricultural Systems 54: 169 -188.