

Relation entre certains paramètres contrôlant les pertes en eau et le rendement grain chez neuf variétés de blé dur soumises au stress hydrique

A.E. Erchidi*, M. Benbella** et A. Talouizte*

*Département de Biologie, Faculté des Sciences Dhar Elmehraz, B.P. 1796, Fès, Maroc

**Département d'Agronomie et d'Amélioration des Plantes, ENA, B.P. S/40, Meknés, Maroc

RESUME – L'étude s'est intéressée aux effets du stress hydrique appliqué en pots de culture sur la conductance et les caractères des stomates et de leurs relations avec le rendement grain chez neuf variétés de blé dur. La conductance, la densité et la taille des stomates ont été déterminées à l'épiaison. Les performances agronomiques ont été déterminées à la récolte de l'essai. Les cultivars étudiés ont été soumis à trois traitements hydriques appliqués de la levée à la récolte de l'essai. Les résultats montrent une forte variabilité dans la réponse des génotypes au stress hydrique aussi bien pour la conductance que pour la densité stomatique. Quel que soit le régime hydrique, la conductance stomatique s'est montrée positivement et significativement corrélée à la densité des stomates. La conductance stomatique s'est révélée significativement corrélée au rendement grain aussi bien en absence qu'en présence du stress. La relation positive et significative entre le rendement grain et la conductance stomatique trouvée en conditions de stress suggère que la capacité à maintenir les stomates ouverts semble constituer un mécanisme de résistance adopté par les cultivars étudiés pour faire face au stress hydrique.

Mots-clés : Blé dur, stress hydrique, conductance stomatique, stomate, rendement grain.

SUMMARY – “Relationship between certain parameters that control water loss and grain yield in nine varieties of durum wheat subjected to water stress”. The purpose of the present work was to study the effect of continuous water stress on the stomatal conductance, frequency and size of nine durum wheat cultivars, and their relationship with grain yield. Stomatal conductance, frequency and size were determined at heading, and grain yield was estimated at harvest. The cultivars were subjected to three water regimes applied from seedling emergence until harvest. Results showed a significant difference of stomatal conductance, frequency and size among genotypes in response to water stress. Stomatal conductance was positively and significantly correlated to stomatal frequency at the three water regimes. Stomatal conductance was positively and significantly correlated to grain yield at all the water regimes. Positive and significant relation found under water stress between stomatal conductance and yield suggested that the ability of a cultivar to keep open the stomata may constitute a drought resistance mechanism adopted by the tested cultivars.

Keys words: Durum wheat, water stress, stomatal conductance, stomata, grain yield.

Introduction

Les céréales au Maroc sont généralement pratiquées sans irrigations et par conséquent se trouvent constamment soumises au stress hydrique. Le rôle des stomates dans la régulation des flux hydriques et par conséquent dans l'adaptation au stress est indéniable. Ainsi, leur étude a un intérêt pour le choix des variétés tolérantes à la sécheresse (Dobrenz *et al.*, 1969 ; Miskin *et al.*, 1972). Les travaux de Kuruvadi (1989) sur blé, ont montré que celui-ci répond au stress hydrique par une réduction de la densité des stomates. La diminution de la densité des stomates ne se traduit pas toujours par une réduction des pertes en eau par la plante, à cause de sa compensation par l'augmentation de leur taille (Sapra *et al.*, 1975 ; Wang et Clarke, 1993). La fermeture prolongée des stomates entraîne l'arrêt des processus photosynthétiques. Ainsi les génotypes à stomates sensibles sont conseillés pour les environnements caractérisés par des sécheresses de courtes durées. Pour les environnements caractérisés par des sécheresses de longues durées, l'emploi des génotypes à stomates peu sensibles serait plus bénéfique (Raissac, 1992).

Le présent travail a pour but d'étudier l'effet d'un stress hydrique continu appliqué en pots de culture sur la densité, la taille et la conductance des stomates, ainsi que leur liaison avec le rendement grain chez neuf variétés de blé dur.

Matériels et méthodes

Neuf variétés de blé dur ont été étudiées : Massa, Tassaout, Oumrabria, Sebou, Karim, Tansift, Merzak, Sarif et Isly. Ces variétés ont été cultivées sous abri dans des pots de 6 litres. Le substrat utilisé est un sol ayant une capacité de rétention en eau de 30%. La fertilisation a consisté en 8 g de supertriple phosphate, 8 g de sulfate de potasse et 8 g d'ammonitrate par pot. Les pots installés ont été aléatoirement répartis entre les génotypes et dans l'espace. A la levée trois traitements hydriques ont été appliqués de façon continue jusqu'à la récolte de l'essai :

- (i) T1 : Traitement correspondant à 100% de la réserve utile en eau du sol (témoin).
- (ii) T2 : Traitement correspondant à 75% de la réserve utile en eau du sol (stress modéré).
- (iii) T3 : Traitement correspondant à 50% de la réserve utile en eau du sol (stress sévère).

A l'épiaison, des mesures de la conductance stomatique de l'avant-dernière feuille ont été faites à l'aide d'un poromètre (AP-4). Les caractéristiques des stomates des neuf variétés étudiées (densité et longueur), ont été déterminées pour le même étage foliaire selon la méthode de Kuruvadi (1989).

A la récolte de l'essai, le rendement grain et ses composantes ont été déterminés.

Les analyses statistiques des résultats sont faites à l'aide du logiciel statitcf.

Résultats et discussion

Densité et taille des stomates

La densité des stomates (moyenne des deux faces de la feuille) a été significativement affectée par le cultivar, les traitements hydriques et par leurs interactions (Table 1).

Table 1. Densité (par mm²) et longueur (µm) des stomates mesurées sur l'avant-dernière feuille à l'épiaison chez neuf variétés de blé dur soumises à trois régimes hydriques

	Densité des stomates			Longueur des stomates			Moyenne
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	
Massa	58,43 ^{defg}	50,60 ^{hi}	48,74 ⁱ	51,66	57,95	56,61	55,41 ^{ab}
Tassaout	61,67 ^{cde}	61,53 ^{cde}	58,47 ^{defg}	56,94	55,85	55,77	56,18 ^{ab}
Oumrabria	62,80 ^{cd}	62,27 ^{cd}	63,07 ^{cd}	53,84	51,06	47,79	50,90 ^{cd}
Sebou	68,73 ^b	60,60 ^{cdef}	58,00 ^{defg}	52,73	52,72	53,13	52,86 ^{bc}
Karim	79,40 ^a	78,8 ^a	68,07 ^b	48,29	49,95	48,84	49,03 ^d
Tansift	59,50 ^{defg}	60,07 ^{cdef}	58,80 ^{defg}	55,15	59,33	52,13	55,54 ^{ab}
Merzak	58,53 ^{defg}	56,33 ^{efg}	54,27 ^{gh}	61,61	56,65	57,61	58,62 ^a
Sarif	65,47 ^{bc}	63,47 ^{cd}	60,93 ^{cdef}	48,56	50,45	49,35	49,45 ^{cd}
Isly	55,30 ^{fgh}	55,53 ^{fgh}	51,27 ^{hi}	52,73	51,62	51,50	51,95 ^{cd}

^{a,b,c,d,e,f,g,h,i} Les moyennes d'une même variable suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

En absence de stress, Karim a la densité des stomates la plus élevée et Isly la plus faible densité. Sous stress sévère, Karim reste toujours en tête, alors que Massa se classe en dernière position.

Le stress hydrique n'avait pas d'effet sur la longueur des stomates, alors que l'effet du génotype était significatif (Table 1). Tous traitements hydriques confondus, Merzak possède les stomates les plus longs et Karim les stomates les plus courts.

La densité et taille des stomates ont largement varié entre les génotypes, des résultats allant dans ce sens ont été rapportés chez le blé et l'orge par Miskin *et al.* (1972), Sapra *et al.* (1975), Kuruvadi

(1989) et Wang et Clarke (1993). Le stress hydrique a induit une diminution de la densité des stomates, ces résultats rejoignent ceux de Kuruvadi (1989).

Conductance stomatique

La conductance stomatique a été significativement affectée par le génotype et par le traitement hydrique (Table 2).

Table 2. Conductance stomatique (cm²/s) mesurée à l'épiaison sur l'avant-dernière feuille chez neuf variétés de blé dur soumises à trois régimes hydriques

	Massa	Tassaut	Oumrabia	Sebou	Karim	Tansift	Merzak	Sarif	Isly	Moy.
T1	1,71	1,51	1,59	1,61	1,71	1,21	1,47	1,49	1,32	1,51 ^a
T2	0,63	1,12	1	0,87	1,07	0,77	0,84	0,73	0,57	0,84 ^b
T3	0,47	0,61	1,87	0,46	0,77	0,37	0,28	0,42	0,5	0,53 ^c
Moy.	0,93 ^{ab}	1,08 ^{ab}	1,15 ^{ab}	0,98 ^{ab}	1,18 ^a	0,78 ^b	0,87 ^{ab}	0,88 ^{ab}	0,80 ^b	

^{a,b,c}Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

Rendement grain

Le rendement grain a été significativement affecté par le génotype, le traitement hydrique et par leur interaction. En absence de stress, Karim et Massa ont eu les rendements grains les plus élevés, Merzak, Sarif et Isly ont par contre eu les plus faibles rendements (Table 3).

Table 3. Rendement grain (g/pied) de neuf variétés de blé dur soumises à trois régimes hydriques

	Massa	Tassaut	Oumrabia	Sebou	Karim	Tansift	Merzak	Sarif	Isly	Moy.
T1	6,22 ^b	5,42 ^c	5,7 ^c	5,66 ^c	6,71 ^a	5,77 ^c	4,93 ^d	4,89 ^d	4,97 ^d	5,58
T2	3,08 ^c	4,15 ^e	3,61 ^f	2,35 ⁱ	3,65 ^f	2,59 ^{hi}	3,65 ^f	3,36 ^f	2,72 ^h	3,24
T3	1,53 ^j	1,20 ^k	2,35 ⁱ	0,74 ^l	1,07 ^{kl}	1,14 ^k	0,90 ^{kl}	1,75 ^j	1,11 ^k	1,31

^{a,b,c,d,e,f,h,i,j,k,l}Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

Relation entre les caractères des stomates et le rendement grain

Quel que soit le traitement hydrique, la densité des stomates était négativement corrélée à la longueur des stomates ($r = -0,56$, $-0,58$ et $-0,71$ respectivement pour T1, T2 et T3), comme l'ont par ailleurs rapporté Wang et Clarke (1993). La conductance stomatique était positivement et significativement corrélée à la densité des stomates au niveau des trois régimes hydriques ($r = 0,57$ pour T1 ; $0,66$ pour T2 ; et $0,60$ pour T3). La relation conductance stomatique–longueur des stomates n'était significative que pour T3 ($r = -0,62$). Ces relations enregistrées en conditions de stress seraient expliquées par le fait qu'à ce stade avancé de la croissance, les variétés se sont acclimatées aux conditions de stress hydrique imposé dès la levée et ainsi la sensibilité de leur stomates diminue (Kriedemann, 1986) et par conséquent, les échanges gazeux semble être contrôlés plus par le nombre de stomates que par la régulation stomatique. Le rendement grain était positivement lié à la conductance stomatique au niveau des trois régimes hydriques étudiés ($r = 0,56$ pour T1 ; $r = 0,65$ pour T2; et $r = 0,52$ pour T3), on confirme les résultats de Clarke (1997), mais seulement en absence de stress. Alors que sous stress, cet auteur a mis en évidence une relation négative entre la conductance stomatique et le rendement grain. Cette discordance entre nos résultats et ceux de Clarke (1997) serait due aux conditions de déroulement de l'essai et au type de stress appliqué. La relation positive enregistrée en conditions de stress entre le rendement et la conductance stomatique, laisse suggérer que l'aptitude des variétés à garder les stomates ouverts en conditions de stress hydrique serait un mécanisme de résistance à la sécheresse (Raissac, 1992). Il semble qu'en conditions de stress sévère (sauf exception de Sebou et Karim) les variétés ayant été caractérisées par des conductances stomatiques importantes probablement grâce à

une densité stomatique élevée à moyenne et un degré d'ouverture des stomates adéquat, ont réalisé les rendements grain les plus satisfaisants et seraient les plus résistantes à la sécheresse, il s'agit de Oumrabia, Sarif et Massa. Tandis que celles à comportement inverse étaient les plus sensibles à savoir, Merzak et Tansift. Les deux variétés Tassaout et Isly ont eu un comportement intermédiaire.

Références

- Clarke, J.M. (1997). Inheritance of stomatal conductance in a durum wheat. *Can. J. Plant Sci.*, 77 : 623-625.
- Dobrenz, A.K., Neal Wright, L.M. et Humphrey, A.B. (1969). Stomate density and its relationship to water-use efficiency of Blue Panicgrass. *Crop. Sci.*, 9 : 354-357.
- Kriedemann, P.E. (1986). Stomatal and photosynthetic limitations to leaf growth. *Aust. J. Plant Physiol.*, 16 : 15-31.
- Kuruvadi, S. (1989). Stomatal frequency in bread wheat under irrigated and rainfed conditions. *Rachis*, 8 : 22-28.
- Miskin, K.E., Rasmusson, D.C. et Moss, D.N. (1972). Inheritance and physiological effects on stomatal frequency in barley. *Crop. Sci.*, 12 : 780-783.
- Raissac, M.D.E. (1992). Mécanismes d'adaptation à la sécheresse et maintien de la productivité des plantes cultivées. *Agronomie Tropicale*, 46 : 29-39.
- Sapra, V.T., Hughes, J.L. et Sharma, G.C. (1975). Inheritance and physiological effects of stomatal frequency in Barley. *Crop. Sci.*, 11 : 780-783.
- Wang, H. et Clarke, J.M. (1993). Genotypic, intraplant and environmental variation in stomatal frequency and size in wheat. *Can. J. Plant Sci.*, 73 : 671-678.