



## Adaptation photosynthétique et résistance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum turgidum* L. var. durum) : Analyse de la variabilité génotypique

Ykhlef N., Djekoun A.

in

Royo C. (ed.), Nachit M. (ed.), Di Fonzo N. (ed.), Araus J.L. (ed.).  
Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges

Zaragoza : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 40

2000

pages 327-330

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=600055>

To cite this article / Pour citer cet article

Ykhlef N., Djekoun A. **Adaptation photosynthétique et résistance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum turgidum* L. var. durum) : Analyse de la variabilité génotypique.** In : Royo C. (ed.), Nachit M. (ed.), Di Fonzo N. (ed.), Araus J.L. (ed.). *Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges*. Zaragoza : CIHEAM, 2000. p. 327-330 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 40)



<http://www.ciheam.org/>  
<http://om.ciheam.org/>



# Adaptation photosynthétique et résistance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) : Analyse de la variabilité génotypique

**N. Ykhlef et A. Djekoun**

Laboratoire de Génétique et Amélioration des Plantes, SNV, Uni. Mentouri, Route Ain El Bey,  
2500 Constantine, Algérie

---

**RESUME** – Dans la présente étude 6 génotypes de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) sont comparés entre eux pour leurs réponses physiologiques au déficit hydrique. Les paramètres suivants sont mesurés : la photosynthèse nette, la résistance stomatique, la teneur en eau relative et le potentiel hydrique foliaire. De même, l'activité liée aux processus primaires de transfert d'électrons des PSII, est analysée pour évaluer la résistance de l'appareil photosynthétique au déficit hydrique interne. Une large variabilité est enregistrée au niveau des paramètres mesurés. En outre les résultats montrent que le taux de la réduction de l'activité photosynthétique est en grande partie liée au degré de fermeture des stomates et celui de la réduction de l'activité des PSII, mettant en valeur des aspects stomatiques et non stomatiques de l'adaptation photosynthétique chez les génotypes étudiés. Par ailleurs, les meilleures valeurs des activités photochimiques et photosynthétiques se trouvent chez les génotypes présentant les plus faibles valeurs du potentiel hydrique foliaire.

**Mots-clés** : Blé dur, photosynthèse nette, résistance stomatique, rendement quantique du PSII, stress hydrique.

**SUMMARY** – “Photosynthetic adaptation and drought resistance in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*): Analysis of genotypic variability”. In this study 6 durum wheat genotypes (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) are compared with each other in order to determine their physiological responses to water deficit. The following parameters are measured: net photosynthesis, stomatal resistance, relative water content and leaf water potential. Likewise, the activity related to the primary processes of electron transfer of the PSII is analysed in order to evaluate the resistance of the photosynthesis apparatus to the internal water deficit. A high variability is observed in the parameters measured. Furthermore, the results show that the reduction rate of photosynthetic activity is largely linked to the degree of stomata closure and that of the reduction of the PSII activity, valorizing the stomatal and non-stomatal aspects of photosynthetic adaptation in the genotypes studied. Besides, the greatest values of photochemical and photosynthetic activities are to be found in the genotypes with the lowest leaf water potential values.

**Key words**: Durum wheat, net photosynthesis, stomatal resistance, quantum yield of PSII, water stress.

---

## Introduction

La diminution de la photosynthèse, liée à la diminution de la teneur relative en eau et du potentiel hydrique foliaire, est due essentiellement, à la réduction de la pénétration du CO<sub>2</sub>, limitée par une fermeture des stomates, avec pour conséquence une augmentation de la résistance de la feuille à la diffusion du CO<sub>2</sub> (Plaut et Federman, 1991). Par ailleurs, cette diminution de la photosynthèse nette peut être attribuée à une diminution de la concentration interne en CO<sub>2</sub> sans que la capacité photosynthétique des tissus de la feuille ne soit affectée et/ou à une altération de l'appareil photosynthétique (Farquhar et Sharkey, 1982 ; El-jaafari et Paul, 1993). C'est l'efficacité du système photochimique de la feuille qui est mise en jeu (Havaux, 1993). L'objectif de cette étude est d'analyser les modalités de la résistance à la sécheresse chez plusieurs génotypes de blé tétraploïdes à partir des échanges gazeux, de l'activité photochimique et le statut hydrique foliaire.

## Matériels et méthodes

Dans cet essai quatre variétés connues par leur comportement agronomique, vis-à-vis de la sécheresse (Havaux, 1988 ; Djekoun et Ykhlef, 1996), ainsi que deux génotypes apparentés du blé dur sont comparés pour faire l'objet de la présente étude (Table 1).

Table 1. Liste des géotypes étudiés et leurs origines (Havaux, 1988 ; Al Hakimi *et al.*, 1994 ; Djekoun et Ykhlef, 1996)

Géotypes	Code	Origines	Géotypes	Code	Origines
Oued zenati	Oz <sup>†</sup>	Algérie (Guelma) 1936	Kebir	K <sup>+++</sup>	Syrie
Waha	W <sup>++</sup>	Mexique-Syrie-Algérie (Khroub)	<i>Triticum polanicum</i>	TP	Hongrie
Bidi <sub>17</sub>	B <sub>17</sub> <sup>+++</sup>	Algérie 1936	<i>Triticum dicoccum</i>	TD	Espagne

<sup>†</sup>Très tolérant.

<sup>++</sup>Moyennement tolérant.

<sup>+++</sup>Sensible.

La culture des six géotypes est réalisée en pots, en solution nutritive complète et sous conditions contrôlées. Au stade 5ème-6ème feuille, le dessèchement de la moitié des pots est maintenu 24 heures. Parallèlement l'autre moitié de pots est maintenue en solution de culture. Les différentes mesures sont réalisées sur la 5ème feuille bien développée et sur quatre répétitions par mesure : (i) l'état de turgescence des plantes estimé par le calcul de la teneur relative en eau (TRE) ; (ii) le potentiel hydrique foliaire (Phf) est mesuré en utilisant la chambre de pression de SCHOLANDER ; (iii) la photosynthèse nette (PN) est réalisée à l'aide d'un analyseur à absorption de rayonnement Infra-rouge ; et (iv) la résistance stomatique (Rs) est mesurée à l'aide d'un poromètre à diffusion de vapeur d'eau, sur la partie médiane de la feuille et seulement la face supérieure. Enfin, la mesure des paramètres caractéristiques des courbes d'induction de la fluorescence chlorophyllienne (Havaux, 1993) est réalisée à l'aide d'un fluorimètre Model PAM 101.102.103. Pour mieux évaluer l'efficacité photochimique du PSII, nous avons calculé le rapport (Fm'-Fo)/Fm', rapport lié à la quantité de centres réactionnels des PSII effectivement réoxydés (Genty *et al.*, 1989).

## Résultats

*Statut hydrique foliaire.* Sous stress hydrique de 24 h, on note des différences significatives au niveau de la TRE des feuilles chez les six géotypes étudiés. Les valeurs de la TRE varient entre 80 et 85% chez les géotypes TP, OZ, W et B<sub>17</sub> et deviennent supérieures à 90% chez les géotypes TD et K. Par ailleurs, la mesure du Phf montre des différences au niveau du comportement hydrique des géotypes étudiés. En effet les variétés OZ, W et B<sub>17</sub> présentent les plus faibles valeurs (-2,2 à -2,5 Mpa), alors que les géotypes TP, TD et K présentent des valeurs plus élevées (-1,6 à -2 Mpa). Il est très clair que les géotypes qui présentent les faibles valeurs de la TRE sont ceux qui indiquent les plus faibles valeurs du Phf.

*Photosynthèse nette et résistance stomatique.* Sous stress hydrique, l'activité photosynthétique est de l'ordre de 50 à 60% du témoin chez les variétés OZ et W, contrairement aux géotypes TP, TD, B<sub>17</sub> et K, celle-ci est de l'ordre de 12 à 20% du témoin. On note aussi, chez les deux premières variétés OZ et W, les plus faibles valeurs de la résistance stomatique (60 à 70 s/m), contre 106 à 251 s/m chez les autres géotypes. Une forte résistance stomatique limite les pertes d'eau et inhibe fortement l'activité photosynthétique.

*Activité photochimique du PSII.* Après 24 h de stress hydrique, l'efficacité photochimique du PSII est peu affectée chez OZ, W, TP et TD, sa valeur est de 80 à 100% du témoin, par contre chez K et B<sub>17</sub> sa valeur est de l'ordre de 50% du témoin. Ce paramètre semble très lié à la valeur de la résistance stomatique.

## Discussion

Dans notre cas, la réduction de la photosynthèse est liée, d'une part à la fermeture des stomates (Johnson *et al.*, 1984). En effet, la relation entre la photosynthèse nette (PN) et la résistance stomatique (Rs) indique qu'une Rs supérieure à 70 s/m entraîne une chute considérable de la photosynthèse, c'est le cas des géotypes : B<sub>17</sub>, TP, TD et K, qui ferment leurs stomates (effet stomatique) (Ackerson et Hebert, 1981). D'autre part elle est liée à la réduction de l'activité photochimique du PSII (effets "non-stomatiques") (Farquhar et Sarhey, 1982 ; Aboussouan-Sropian et Planchon, 1985). A cet

effet la relation entre l'activité photosynthétique et l'efficacité photochimique du PSII, met en évidence trois groupes de comportement différents sous stress hydrique (Fig.1). Le premier groupe présente une faible réduction de la photosynthèse, liée probablement à une fermeture partielle des stomates, avec maintien d'une efficacité photochimique très importante, c'est le cas des variétés OZ et W. Par contre, les génotypes TP et TD (deuxième groupe), malgré un fonctionnement convenable des PSII, manifestent une réduction très importante de la PN, liée essentiellement à la réduction de la conductance stomatique, qui affecte directement la fixation du CO<sub>2</sub>. Dans le troisième cas de comportement, la réduction de la PN est liée à la fois à la fermeture des stomates et à la baisse considérable du fonctionnement des PSII, c'est le cas des variétés K et B<sub>17</sub>.

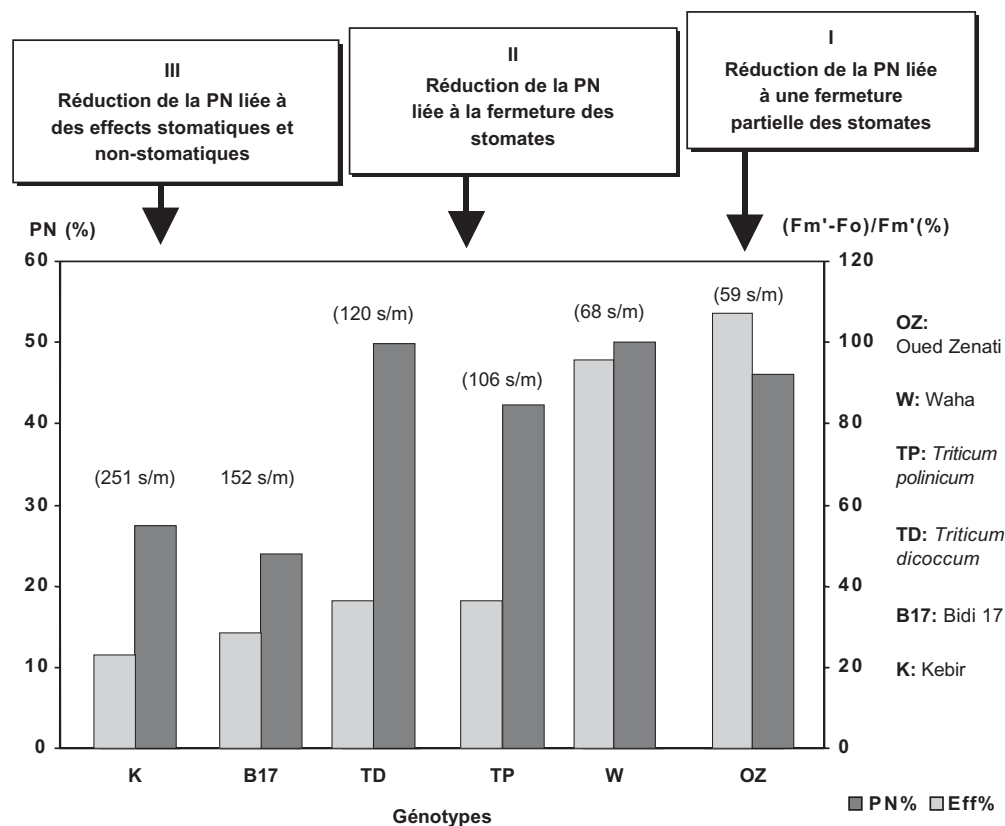


Fig. 1. Relation entre la photosynthèse nette (en % du témoin) et l'efficacité photochimique du PSII (en % du témoin) chez six génotypes de blé dur. Les chiffres entre parenthèses indiquent, pour chaque génotype étudié, la valeur de la résistance stomatique, après 24 h de stress hydrique.

## Références

- Aboussouan-Sropian, C. et Planchon, C. (1985). Réponse de la photosynthèse de deux variétés de blé à un déficit hydrique foliaire. *Agronomie*, 5(7) : 639-644.
- Ackerson, R.C. et Hebert, R.R. (1981). Osmoregulation in cotton in response to water stress. I. Alteration in photosynthesis, leaf conductance, translocation and ultrastructure. *Plant Physiol.*, 67 : 484-488.
- Al Hakimi, A., Monneveux, P. et Nachit, M. (1994). The use of alien tetraploid wheat species to improve drought tolerance in durum wheat. In : *Genetic Resources Section Meeting of Eucarpia*, Balfourier, F. et Perretant, M.R. (éds), Clermont-Ferrand, 15-19 mars. INRA, Versailles, pp. 171-186.
- Djekoun, A. et Ykhlef, N. (1996). Déficit hydrique, effets stomatiques et non-stomatiques et activité photosynthétique chez quelques génotypes de blé tétraploïdes. Dans : *3ème Réunion du Réseau SEWANA, de Blé Dur*, IAV Hassan II, 6-7 décembre 1996.
- El Jaafari, S. et Paul, R. (1993). Accumulation foliaire de proline et résistance à la sécheresse chez le blé (*Triticum aestivum* L.). *Arch. Int. Physiol. Biochem. Biophys.*, 101 : B8.
- Farquhar, G.D. et Sharkey, T.D. (1982). Stomatal conductance and photosynthesis. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 33 : 317-345.

- Genty, B., Briantais, J.M. et Baker, N.R. (1989). The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochimica et Biophysica Acta*, 990 : 87-92.
- Havaux, M. (1988). Effects of temperature on the transitions between state 1 and state 2 in intact maize leaves. *Plant Physiol. Biochem.*, 26 : 245-251.
- Havaux, M. (1993). La fluorescence de la chlorophylle *in vivo* : Quelques concepts appliqués à l'étude de la résistance de photosynthèse aux contraintes de l'environnement. Dans : *Tolérance à la Sécheresse des Céréales en Zone Méditerranéenne. Diversité Génétique et Amélioration Variétale*, Montpellier (France), 15-17 décembre 1992. *Les Colloques de l'INRA*, 64 : 19-29.
- Johnson, R.C., Nguyen, H.T. et Croy, L.I. (1984). Osmotic adjustment and solute accumulation in two wheat genotypes differing in drought resistance. *Crop Sci.*, 24 : 957-962.
- Plaut, Z. et Federman, E. (1991). Acclimation of CO<sub>2</sub> assimilation in cotton leaves to water stress and salinity. *Plant Physiol.*, 97 : 515-522.