

Gestion de l'irrigation du blé par des indicateurs de l'état hydrique

Aldaoui A., Hartani T.

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 579-582

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

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=600097>

To cite this article / Pour citer cet article

Aldaoui A., Hartani T. **Gestion de l'irrigation du blé par des indicateurs de l'état hydrique.** 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. 579-582 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 40)



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

Gestion de l'irrigation du blé dur par des indicateurs de l'état hydrique

A. Aidaoui et T. Hartani

Institut National Agronomique d'Alger (INA), Avenue Hassen Badi, El Harrach, Algérie

RESUME – Cet article se propose d'examiner des méthodes permettant de maîtriser le développement du blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) en mesurant des indicateurs de leur état hydrique. Il s'agit plus précisément de trouver des critères simples et facilement mesurables sur la plante pour caractériser sa réaction aux conditions du milieu et par là-même de piloter de manière plus efficace les irrigations. Des résultats expérimentaux illustrent notre propos.

Mots-clés : Irrigation de complément, blé dur, indicateur d'état.

SUMMARY – “Management of durum wheat irrigation through water status indicators”. This text proposes a discussion of different methods for the development of Durum wheat by measuring water stress indicators. It consists, for instance, of enhancing new and quite simple methods to evaluate the plant reactions to biotic factors which can be useful to irrigation management. Field results data assess our study.

Key words: Irrigation, Durum wheat, stress indicator.

Introduction

En Algérie les céréales occupent 60% des terres cultivées et représentent l'activité d'une masse importante de la population. Malheureusement la production demeure faible et les rendements oscillent au gré des aléas climatiques entre 8 et 10 quintaux à l'hectare. Les variations climatiques défavorables, marquées particulièrement par un déficit hydrique sévère et régulier souvent accompagné de fortes chaleurs en fin de cycle, sont souvent un frein à toute action d'amélioration. Les variations de la disponibilité en eau sont donc à l'origine des plus importantes irrégularités du rendement. Le recours à l'irrigation de complément pour sécuriser et accroître les rendements est devenue une nécessité. Ce travail a pour objectif de définir une meilleure stratégie d'irrigation de complément en utilisant les moyens modernes de pilotage des irrigations. La diminution des marges et l'augmentation du coût de l'eau incitent le plus souvent les agriculteurs à modérer volontairement les apports. Dans certains cas le volume d'eau disponible est limité ce qui oblige à rationner la culture en cherchant à maintenir un niveau de rendement correct. Enfin dans d'autres situations, on impose volontairement un stress hydrique à la culture pour maîtriser sa croissance en matière verte soit au profit de sa production en graine soit dans le but d'éviter la verse. Cet article propose des méthodes permettant de maîtriser le développement du blé dur en mesurant son état hydrique par des indicateurs d'état. Des essais menés durant trois années consécutives sur les sites de l'Institut Technique des Grandes Cultures de Oued Smar (ITGC) et de l'Institut National Agronomique (INA) illustrent notre propos.

Mesure de l'état hydrique du sol et de la plante

Une plante utilise la majeure partie de l'eau qu'elle absorbe pour dissiper l'énergie solaire qu'elle n'utilise pas pour la photosynthèse. La part d'énergie utilisée dans la photosynthèse est d'ailleurs faible (quelque pour cent). Ainsi les besoins en eau d'une culture sont directement liés au climat. Si, par manque d'eau, la température de la plante s'élève et devient supérieure à celle de l'air, l'énergie est alors dissipée par convection à la manière d'une plaque chauffante. La réponse de la plante au stress hydrique est complexe car elle dépend à la fois de la sévérité du stress, de la durée du stress, de la phase de développement et de l'état dans lequel se trouvait la plante quand le stress a eu lieu (Aidaoui, 1994). De nombreux chercheurs ont étudié les réponses des plantes au stress hydrique (Hsiao *et al.*, 1976; Fereres *et al.*, 1978; De Raissac, 1992; Monneveux, 1993; Monneveux, 1995). Les difficultés rencontrées incluent

les caractères extrêmement dynamiques de l'état hydrique de la plante et les interactions complexes qui existent entre le stress hydrique et d'autres variables du milieu. Les effets du stress hydrique touchent toutes les fonctions de la plante. Une réduction de la quantité d'eau disponible influe sur le métabolisme et les processus physiologiques qui contrôlent la croissance et le développement de la plante. Ces effets se répercutent par la suite sur le rendement et les composantes de rendement ainsi que sur la qualité (Passioura, 1997). Le stress influe sur divers processus biochimiques du fonctionnement de la plante (John *et al.*, 1997), ainsi que sur le potentiel foliaire, la résistance stomatique, la transpiration et la photosynthèse nette. Les travaux de Stewart *et al.* (1984) ont montré que lorsque le stress hydrique devient sévère la photosynthèse diminue du fait d'une modification du métabolisme. De nombreuses études ont dégagé des relations entre le potentiel hydrique foliaire et la résistance stomatique (Stewart *et al.*, 1984). Le point critique du potentiel foliaire qui correspond au début de l'augmentation de la résistance stomatique est souvent pris comme repère de l'apparition d'un stress hydrique. Les réponses de la plante se traduisent ainsi par des variations des caractéristiques physiques. Le stress influe aussi sur les caractéristiques physiques de la plante telles que le diamètre de la tige (Schoch *et al.*, 1989), la température de surface des feuilles, ou encore la structure du couvert : variations diurnes de la surface foliaire par modification de la position des feuilles (enroulement des limbes) dans le cas de céréales. La température de surface du couvert végétal est une caractéristique physique de la plante influencée par la contrainte hydrique. Cette mesure à l'échelle de la culture représente la résultante du bilan d'énergie donc l'état de l'offre réelle de la plante vis-à-vis de la demande climatique. Cette température combinée avec la valeur minimale (température d'une culture dont les surfaces sont saturées) et la valeur maximale (température d'une surface sèche) est un indice souvent utilisé pour déterminer le moment des irrigations. Aujourd'hui, grâce à la technique de la thermométrie infrarouge il est devenu possible de mesurer aisément et rapidement la température d'un couvert végétal (Jackson *et al.*, 1988). Pour extraire l'eau du sol, la plante exerce une succion (pression inférieure à la pression atmosphérique) débutant dans les feuilles et se communiquant à la tige, au système racinaire et au sol. La succion de la plante varie en cours de journée ; elle est maximale en plein midi solaire et diminue au cours de la nuit pour être minimale à l'aube. Une mesure particulièrement utile de ces potentiels est celle du potentiel de base de la plante qui représente, juste avant le lever du soleil et par conséquent au moment du meilleur équilibre de la plante avec le sol, le potentiel moyen du sol tel qu'il est perçu par la plante. L'état de tension de l'eau dans le sol varie, quant à lui, au fil des jours. A mesure que le sol se dessèche, la tension monte et l'eau devient plus difficile à extraire. Nous avons ainsi introduit les principales grandeurs mesurables qui peuvent renseigner sur l'état hydrique d'une culture ; humidité du sol, tension (ou stock d'eau dans le sol) tension de l'eau dans le sol, succion de la plante, température du couvert végétal, etc. Les progrès des dix dernières années fournissent plusieurs moyens de mesurer l'état hydrique du sol ou de la culture et de conduire ainsi l'irrigation de manière économe. Ainsi pour chaque indicateur d'état hydrique on propose, sur la base d'expérimentations, une valeur seuil au-delà de laquelle la plante souffre et le rendement est pénalisé.

Matériels et méthodes

Des expérimentations sur blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) variété vitron ont été conduites de l'année 1997 à 1999 à la station expérimentale de l'Institut National Agronomique d'Alger (36°43' Nord de latitude et 3°08' Est de longitude, 48 m d'altitude). La zone d'étude est caractérisée par un climat méditerranéen à étage bioclimatique sub-humide à hiver doux et pluvieux et un été chaud et sec.

Les dispositifs expérimentaux ont été réalisés en bloc aléatoire complet, avec au moins deux répétitions, la taille moyenne des parcelles élémentaires est de 20 m x 30 m. Le dispositif comprend pour chaque année 4 traitements (T1, T2, T3, T4). T1 et T2 sont les traitements témoins respectivement sans irrigation et à l'évapotranspiration maximale (ETM). Les traitements T3 et T4 sont soumis à un gradient de stress (les choix proposés reposent sur des hypothèses quant à la réponse du végétal face à un stress hydrique modéré ou sévère). Les apports d'eau sont contrôlés au niveau de chaque parcelle par des pluviomètres dont les relevés sont individualisés. Toutes les parcelles sont équipées de tubes de sonde à neutrons et autour de chaque tube est disposée une batterie de tensiomètres installés à différentes profondeurs.

Résultats

Afin de mettre en évidence la façon dont le blé dur sollicite les différentes couches de sol face à un déficit hydrique, l'évolution des teneurs en humidité des traitements est représentée (Fig. 1). L'analyse

montre que c'est en surface que le profil est le plus sensible aux prélèvements. La majeure partie de ces prélèvements s'effectue essentiellement sur les 50 premiers centimètres.

La méthode du bilan hydrique a été utilisée pendant trois campagnes consécutives, elle consiste à mesurer le stock d'eau dans le sol ou à l'estimer en tenant à jour le bilan des apports d'eau (pluies, irrigations) et des extractions (consommation par la culture). On intervient par l'irrigation quand ce stock d'eau devient inférieur à une valeur donnée, encore, appelée limite inférieure de la Réserve Facilement Utilisable (RFU). La réserve utile (RU) a été déterminée sur trois campagnes consécutives, elle est d'environ 1,8 mm/cm de sol ce qui prouve que ce sont des sols qui ont une grande capacité de rétention (texture argilo-limoneuse). La réserve facilement utilisable a été calculée à partir de $RFU = \alpha RU$, où $\alpha = 2/3$. Ainsi, la mesure du stock d'eau dans le sol a été intéressante particulièrement en tout début de campagne pour connaître la situation de départ et décider de la stratégie d'irrigation ultérieure. L'analyse des stocks et des variations de stock des trois campagnes nous a permis d'approcher le stock maximum pour la profondeur racinaire et d'avoir une idée de la réserve mobilisable qui est de l'ordre de 180 mm/m.

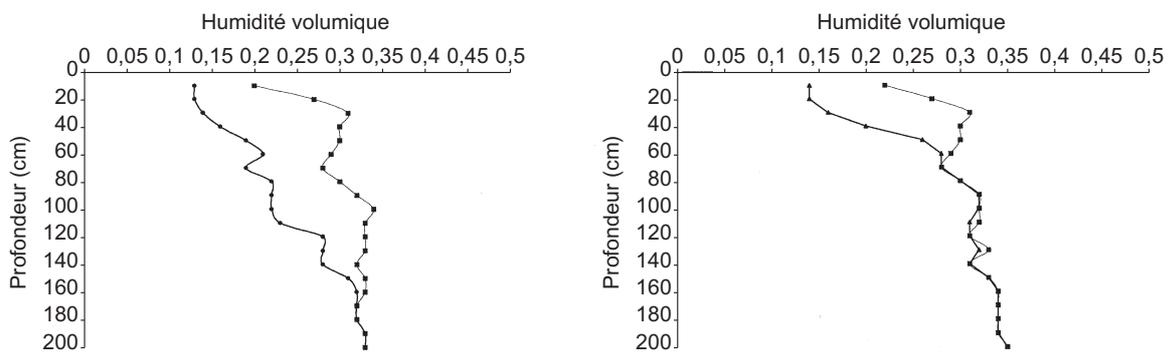


Fig. 1. Profil hydrique sur la parcelle sans irrigation à différents jours après semis (jas) : (1 jas = cercle ; 60 jas = carré, 90 jas = triangle).

Pilotage par tensiométrie

Cette méthode consiste à suivre à l'aide de tensiomètres la zone dans laquelle le système racinaire est actif, avec des tensiomètres placés à différentes profondeurs 20, 40, 50, et 95 cm. Un suivi régulier de leur évolution est nécessaire. Lorsque le premier tensiomètre atteint une tension de 800 à 900 millibars on peut considérer que l'activité racinaire a sollicité le stock de la couche 0-20 cm (Fig. 2), on pratique alors une irrigation de l'ordre de 30 à 40 mm.

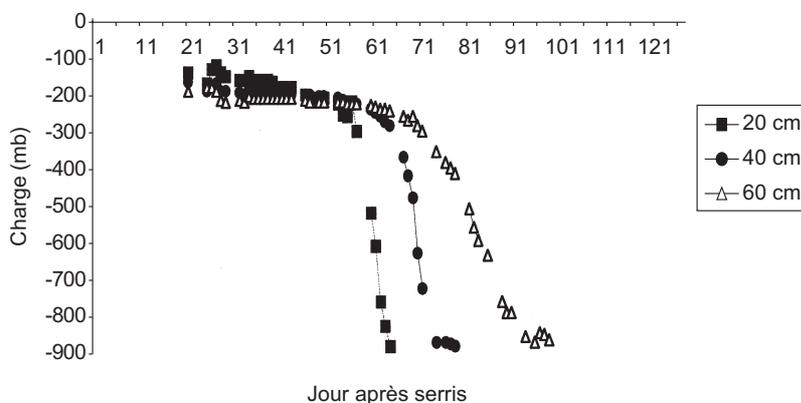


Fig. 2. Profils tensiométriques sur la parcelle T1.

Pour l'irrigation suivante on attend que le second tensiomètre ait atteint sa valeur seuil, puis le troisième, les irrigations ultérieures sont pratiquées avec le tensiomètre le plus profond ; chaque irrigation

devra ramener les indications du tensiomètre à des valeurs faibles (100-200 mbars) nécessitant des doses de l'ordre de 50 mm ou plus. Ce type de pilotage a été réalisé uniquement sur la parcelle conduite à l'ETM.

Cette méthode présente le gros avantage de prendre en compte les phénomènes naturels de remontée capillaire qui peuvent prendre une part importante dans l'alimentation de la plante. Ceci permet des économies d'eau substantielles.

Pilotage par les températures de surface

La méthode utilisée à l'INA pendant la campagne 1997/1998 consiste à suivre quotidiennement l'écart entre la température du couvert végétal T_s et la température de l'air T_a . Les écarts positifs ($T_s - T_a$) sont cumulés et on considère que ce cumul est représentatif du déficit hydrique de la plante lorsqu'il atteint une valeur seuil estimée entre 4 et 5°C. Au-delà, le rendement est pénalisé et il faut déclencher l'irrigation.

Cette méthode est contraignante puisqu'elle nécessite un suivi quotidien aux environs du midi solaire. Les mesures étant de plus perturbées en cas de vent ou de passage nuageux. Cependant elle offre des avantages, les mesures fournissent une information sur l'état physiologique de la plante et la mesure peut être répétée en n'importe quel endroit de la parcelle.

Conclusion

Dans ce travail nous avons comparé les performances de plusieurs indicateurs de stress hydrique dans le cas du blé dur. Ces indicateurs dépendent pour beaucoup de leur précision ou leur capacité à repérer un stress hydrique. Les problèmes dus à l'échantillonnage, tels que le temps nécessaire pour effectuer des mesures sur une parcelle, la nature destructive ou non destructive.

Les mesures radio-thermométriques sont les plus rapides à réaliser sur le champ et ne détruisent pas la plante. Par contre la mesure du potentiel hydrique foliaire est destructive, assez laborieuse et demande beaucoup d'attention au moment des prélèvements.

Références

- Aidaoui, A. (1994). *Etude du déficit hydrique séquentiel sur les rendements, application au cas du sorgho-grain. Sorghum tricol (1) moench*. Thèse de Doctorat en Science de l'eau. Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et Forêts, Montpellier, France.
- De Raissac, M. (1992). Mécanisme d'adaptation à la sécheresse de la productivité des plantes cultivées. *Agronomie Tropicale*, 46-1 : 29-39.
- Fereres, E., Acevedo, E., Henderson, D.W. et Hsiao, T.C. (1978). Seasonal changes in water potential and turgor maintenance in sorghum and maize under water stress. *Physiol. Plant.*, 44 : 261-267.
- Hsiao, T.C., Acevedo, E., Fereres, E. et Henderson, D.W. (1976). Stress metabolism, water stress, growth and osmotic adjustment. *Phil. Trans. R. Soc. London B*, 273 : 479-500.
- Jackson, R.D., Kustas, W.P. et Choudhury, B.J. (1988). A reexamination of the crop water stress index. *Irrig. Sci.*, 9 : 309-317.
- Monneveux, P. et Belhassen, E. (1995). Adaptation génétique face aux contraintes de la sécheresse. *Cahiers de l'Agriculture*, 4 : 251-261.
- Mullet, J.E., Whitsitt, M.S. et Belhassen, E. (1997). Plant cellular responses to water deficit. *Plant Growth Regulation*, 20 : 119-124.
- Passioura, J.B. (1997). Drought and drought tolerance. *Plant Growth Regulation*, 20 : 79-83.
- Schoch, P., L'Hotel, J.C., Dauplé, P., Conus, G. et Fabre, M.G. (1989). Microvariation de diamètre des tiges pour le pilotage de l'irrigation. *Agronomie*, 9 : 137-142.
- Stewart, J.I., Mishra, R.D. et Pruitt, N.D. (1984). Irrigation corn and grain sorghum with a deficit water supply. *Trans. ASAE*, 18 : 270-279.