

Performance of Irrigation Scheduling Calendars Based on Agro-meteorological model: Case of Durum Wheat under Semi-arid and Arid Conditions of Tunisia

Performance des Calendriers d'irrigation Basés sur un Modèle Agro-météorologique : Cas du blé dur en Conditions Semi-arides et Arides de la Tunisie

B. Ben Nouna ^{1*} M. REZIG ¹, S. KANZARI ¹

¹ Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts (INRGREF)

*Corresponding author: b_bechir1106@yahoo.com / bennouna.bechir@iresa.agrinet.tn

Abstract – This paper presents a simple irrigation scheduling calendars for Durum Wheat. The calendars are intended to promote easy and ready adoption of improved water irrigation management practices by farmers under semi-arid and arid conditions of Tunisia. The calendars are developed using a daily agro-meteorological balance model. This Tool takes into account several: planting dates, soil types, initial fill rate of the available water, application water efficiency of irrigation system, and medium or high water climatic demand. The validation of developed irrigation scheduling calendars in the plot farms was integrated part of this work. The use of such irrigation calendars, allows a significant improvement of yield from 17 to 34%, reduces the irrigation water supplies from 8 to 43% and improves in relevant way the water use efficiency of Durum Wheat.

Keywords: Irrigation scheduling calendars, Water use efficiency, Yield, Durum wheat, Semi-arid and arid conditions.

Résumé – Cet article présente des calendriers simples pour le pilotage de l'irrigation du blé dur. Les calendriers ont pour finalité de promouvoir une adoption facile et rapide des pratiques de gestion de l'eau d'irrigation par les agriculteurs en conditions semi-arides et arides de la Tunisie. Ces calendriers sont élaborés à l'aide d'un modèle du bilan agro-météorologique journalier. Cet outil prend compte de plusieurs dates de semis, types de sol, taux de remplissage initial de la réserve utile, Efficience d'application du système d'irrigation et une demande climatique moyenne ou élevée. Une validation des calendriers d'irrigation au niveau des parcelles d'agriculteur a été intégrée dans ce travail. L'utilisation des calendriers d'irrigation a permis une amélioration significative du rendement de 17 à 34%, une réduction des apports d'eau d'irrigation de 8 à 43% et une amélioration significative de l'efficience de l'utilisation de l'eau chez le blé dur.

Mots clés : Calendriers d'irrigation, Efficience de l'utilisation de l'eau, Rendement, Blé dur, Conditions semi-arides et arides.

1. Introduction

Les céréales irriguées occupent une place importante dans le secteur irrigué de la Tunisie. Les superficies emblavées des céréales irriguées ont évolué de 31500 ha en 1988 à environ 78000 ha en 2006 (DGPA.2006) avec un rendement moyen de 33 qx/ha ce qui représente 12 % de la production nationale totale. En effet, le ministère de l'agriculture a avancé en 2009 une stratégie du développement du secteur des céréales irriguées qui plafonne comme objectifs d'irriguer 125 000 ha des céréales en 2014 et 130 000 ha en 2016 (DGPA.2016). Dans une conjoncture de raréfaction des ressources en eau, ces objectifs ambitieux seront impérativement basés sur une augmentation de l'offre ou une réduction de la demande. En ce qui concerne l'offre, le pays est arrivé à la limite de mobilisation de ses ressources hydriques. Réduire la demande en eau, sans impact sur les rendements, fait appel à la notion de valorisation de l'eau dans le sens où on cherche la maximisation de l'efficience de consommation en eau. La présente étude est réalisée pour évaluer la performance de calendriers d'irrigation simples et pratiques à l'échelle de la parcelle. L'utilisation de cet outil vise à appuyer, d'une manière efficace, les producteurs céréaliers



dans la gestion de l'irrigation du blé dur en conditions semi-arides et arides de la Tunisie. Ces conditions climatiques concernent les régions de Jendouba et de Kairouan qui englobent environ 40% des superficies des céréales irriguées (DGEDA, 2012). Les calendriers d'irrigation établis, ont été distribués auprès des agriculteurs pour les valider et mesurer leurs impacts sur le rendement et l'efficacité d'utilisation de l'eau.

2. Matériel et Méthodes

Le protocole du développement des calendriers d'irrigation consiste en une approche globale intégrant: des données expérimentales, édaphiques, culturales, et celles relatives à la performance de l'irrigation obtenues dans des stations de recherches de l'INRGREF (Cherfech et Hendi Zitoun), un modèle de programmation de l'irrigation (CROPWAT V.8, FAO, 2009) et deux plates formes de base de données : Climatique (CLIMWAT V.2, FAO,1993) et édaphique (HWSD V.1.21, Harmonized World Soil Database, FAO,2012). En effet, ces calendriers d'irrigation seront dotés de plusieurs niveaux de flexibilité à savoir : une flexibilité culturale qui rend compte de différentes dates de semis, une flexibilité édaphique qui rend compte des textures des sols dominants de la région étudiée et de leurs taux du remplissage de la réserve utile à la date de semis, et une flexibilité climatique (basée sur une analyse fréquentielle des données climatiques) qui rend compte de la demande climatique (moyenne et forte). Les calendriers d'irrigation sont développés sous forme de graphiques à lecture commode et facile. Une fois qu'ils sont achevés, ils sont distribués auprès de producteurs céréaliers, afin de leur fournir un jeu d'informations simples et pratiques pour une programmation efficace de l'irrigation du blé dur sans perte de rendement et ce dans un contexte pédoclimatique semi-aride et aride de la Tunisie. Les scénarios du développement des calendriers d'irrigation du blé dur, pour les régions de Jendouba et de Kairouan, sont présentés dans le tableau 1 suivant :

Tableau 1. Scénarios de simulation des calendriers d'irrigation du blé dur

Région	Date de semis	Demande climatique	Taux de remplissage de la réserve utile (%)
Jendouba	15 novembre	Moyenne	50
	15 décembre	Moyenne	50
	15 novembre	Forte	20
	15 décembre	Forte	20
Kairouan	30 octobre	Moyenne	50
	15 novembre	Moyenne	50
	30 octobre	Forte	20
	15 novembre	Forte	20

Dans cette étude, l'analyse statistique relative à la comparaison des moyennes a été réalisée moyennant le test de Duncan à rang multiple au seuil de 5 % ($P \leq 0,05$).

3. Résultats et discussion

3.1. Graphiques des Calendriers d'irrigation

Les résultats des calendriers d'irrigation établis pour les régions de Jendouba et Kairouan, sont présentés dans les figures (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), et (8). La première remarque qu'on peut signaler à travers ces programmes d'irrigation, est que l'irrigation au semis s'avère nécessaire en demande climatique moyenne ou forte et ce lorsque le taux de remplissage de la réserve utile est $\leq 50\%$. Globalement, l'apport total d'eau d'irrigation prévu par les calendriers dans le cas du blé dur, ont évolué entre 100 mm (Cas de Jendouba : Demande climatique moyenne) et 450 mm (Cas de Kairouan : Demande climatique forte). Ces résultats confirment ceux obtenus par d'autres auteurs sur le même sujet (Rezgui et al, 2005). Cette évolution met en évidence l'importance de la prise en compte du taux de remplissage de la réserve utile à la date de semis et de la demande climatique dans le développement des calendriers d'irrigation. De même, on a noté, que la date de semis précoce favorise la meilleure valorisation de l'eau de pluie ce qui a réduit les apports d'eau d'irrigation, cette remarque, l'a bien souligné Rinaldi (2004). Ces calendriers ont prévu pour la majorité des cas étudiés, un arrêt d'irrigation au mois d'avril pour une demande climatique moyenne, et un arrêt d'irrigation au mois de mai pour une demande climatique forte.

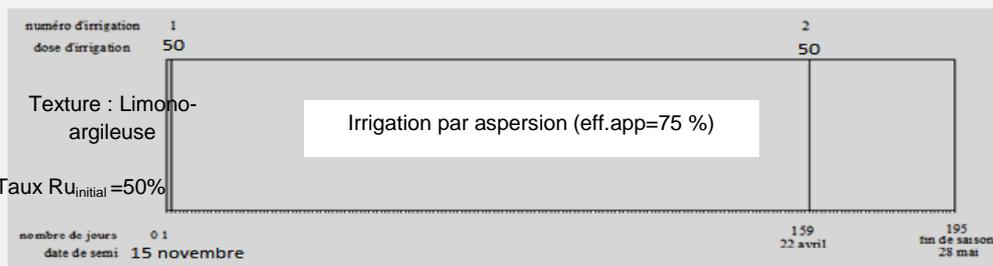


Figure 1. Calendrier d'irrigation du blé dur (Jendouba, Semis : 15 Novembre, Demande moyenne)

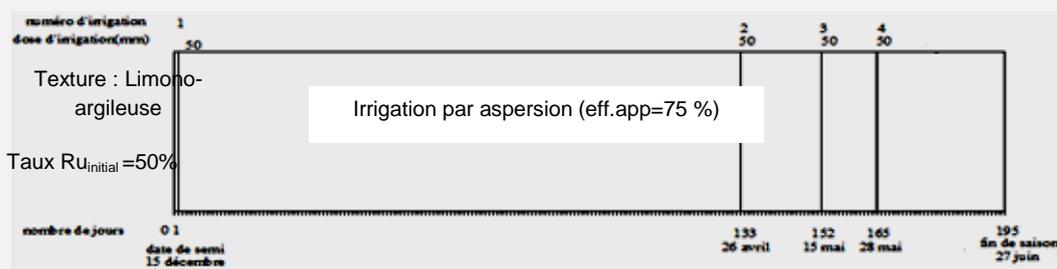


Figure 2. Calendrier d'irrigation du blé dur (Jendouba, Semis : 15 Décembre, Demande moyenne)

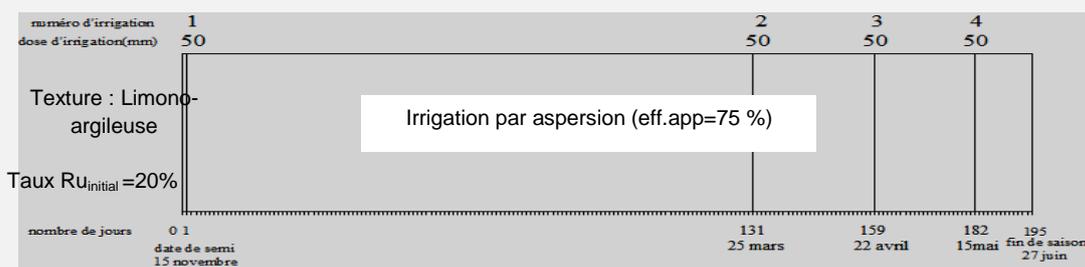


Figure 3. Calendrier d'irrigation du blé dur (Jendouba, Semis : 15 Novembre, Demande forte)

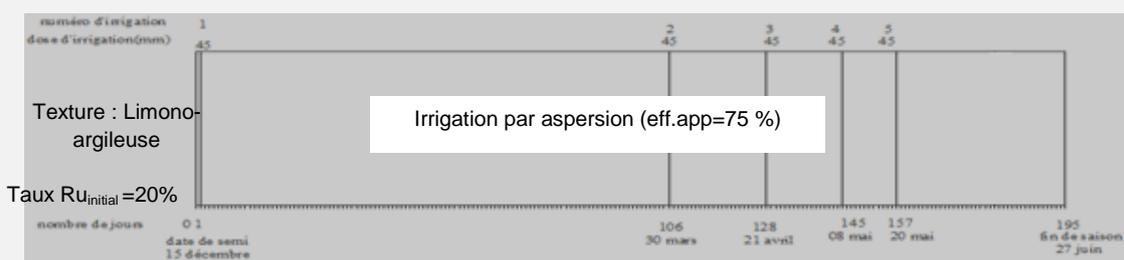


Figure 4. Calendrier d'irrigation du blé dur (Jendouba, Semis : 15 Décembre, Demande forte)

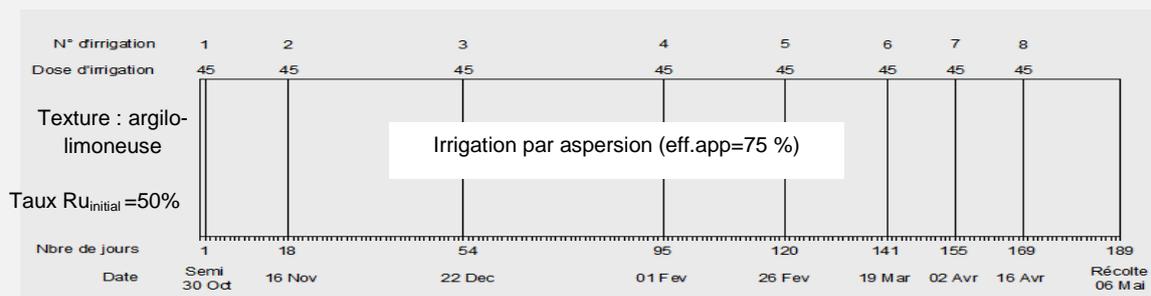


Figure 5. Calendrier d'irrigation du blé dur (Kairouan, Semis : 30 Octobre, Demande moyenne)

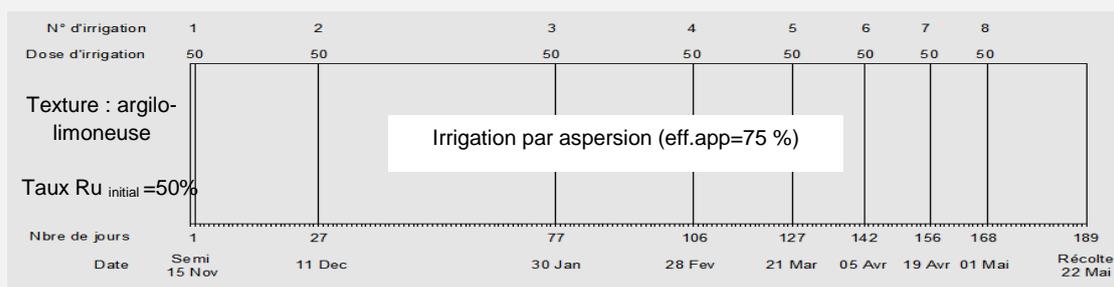


Figure 6. Calendrier d'irrigation du blé dur (Kairouan, Semis : 15 Novembre, Demande moyenne)

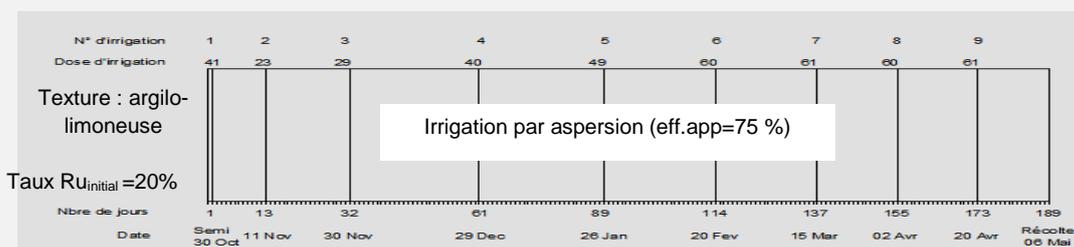


Figure 7. Calendrier d'irrigation du blé dur (Kairouan, Semis : 30 Octobre, Demande forte)

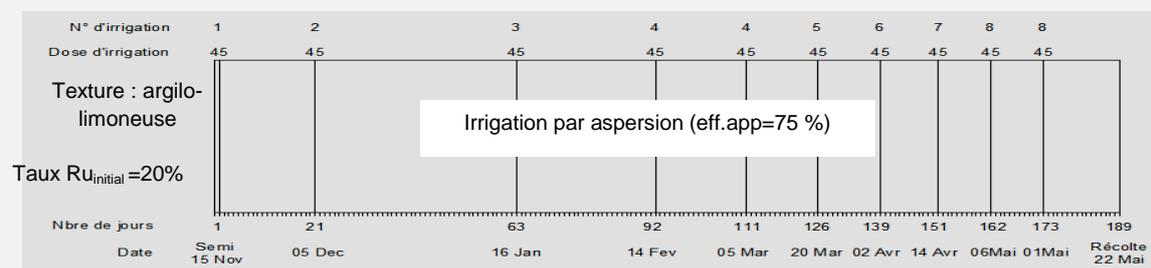


Figure 8. Calendrier d'irrigation du blé dur (Kairouan, Semis : 15 Novembre, Demande forte)

3.2. Validation de la performance des calendriers d'irrigation dans les parcelles d'agriculteurs

Dans le but de valider la performance de ces calendriers et de tester leurs pratiques d'utilisation dans la gestion de l'eau d'irrigation ainsi que leurs impacts sur le rendement, les apports d'eau d'irrigation et l'efficacité d'utilisation de l'eau, les calendriers d'irrigation ont été sujets de distribution à trois agriculteurs relevant des régions de Cherfech et Hendi Zitoun. Les parcelles retenues ont été équipées par des compteurs d'eau pour quantifier les apports d'eau d'irrigation. Le système d'irrigation adopté par les agriculteurs s'agit de l'irrigation par aspersion. Pour chacune des exploitations agricoles retenues, une partie de la parcelle emblavée de céréales a été concernée par l'utilisation des calendriers d'irrigation

alors que le reste de la parcelle a été conduite en adoptant la pratique d'irrigation habituelle de l'agriculteur. La validation des calendriers d'irrigation a été basée sur la comparaison des rendements et des efficacités d'utilisation de l'eau d'irrigation issus des deux modes de conduite (Figures 9 et 10). L'analyse des résultats consignés dans la figure 9 a montré un impact positif de l'utilisation des calendriers d'irrigation sur le rendement du blé dur. En effet le rendement du blé dur a été amélioré de 12 à 34 % dans les parcelles relevant de Cherfech et de 17 à 36% dans celles relevant de Hendi Zitoun. L'analyse statistique des moyennes de rendement du blé dur a révélé un effet significatif des calendriers d'irrigation au seuil de 5% ($P \leq 0,05$).

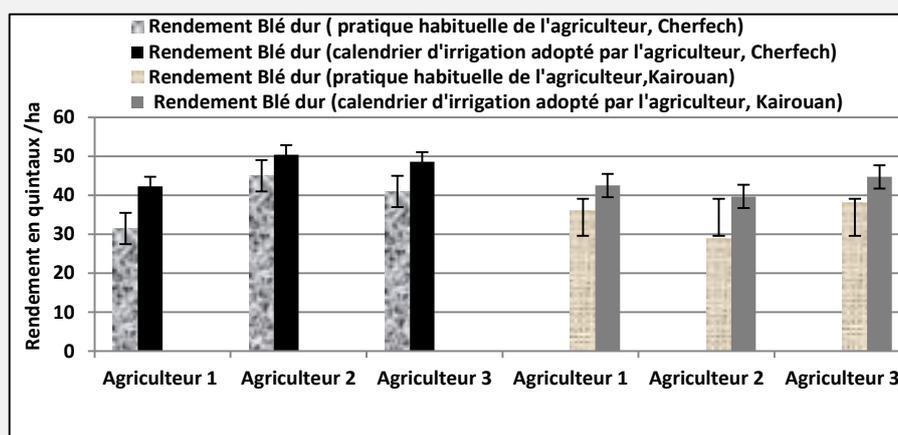


Figure 9. Performance des calendriers d'irrigation en termes de rendement du blé dur

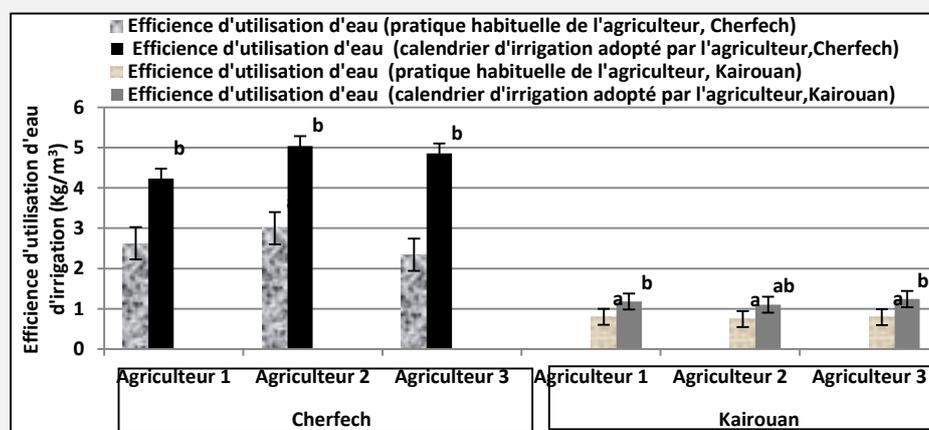


Figure 10. Performance des calendriers d'irrigation en termes d'efficacité d'utilisation d'eau d'irrigation

Aussi, l'analyse statistique des moyennes de l'efficacité d'utilisation d'eau d'irrigation (Figure 10), a montré un effet significatif des calendriers d'irrigation au seuil de 5% ($P \leq 0,05$). Ces résultats sont en accord avec ceux de (Jabloun et Sahli, 2007). Concernant l'approvisionnement en eau d'irrigation, les différents calendriers que nous avons testé, ont permis une économie d'eau d'irrigation allant de 50 jusqu'à 120 mm. Ces résultats corroborent avec ceux de (Nagaz et al, 2007), et (Fessehazion et al, 2014).

3. Conclusions et perspectives :

La gestion de l'eau à l'échelle de la parcelle est une composante pertinente et essentielle jouant un rôle important dans la valorisation de l'eau d'irrigation. Face à la situation actuelle des ressources en eau en Tunisie qui est arrivée au bout de ses limites de mobilisation, les priorités d'action expriment un besoin vers une gestion très avancée de la demande en eau et une préservation de l'offre. La présente étude est menée suite à ce besoin, et a pour objectif, la conception d'un outil simple, efficace, et flexible d'aide à la gestion de l'irrigation du blé dur sous conditions semi-arides et arides de la Tunisie. Les calendriers

d'irrigation développés dans ce cadre d'étude, ont été présentés sous forme de graphiques à lecture commode et facile, et ont été distribués auprès de producteurs céréaliers, pour leur fournir un jeu d'informations simples et pratiques, qui conduit à une programmation efficace de l'irrigation du blé dur sans perte de rendement. Ces calendriers d'irrigation ont fait l'objet d'une validation de leurs performances, à l'échelle de la parcelle, et ce à travers des mesures relatives au rendement du blé dur et à l'efficacité de l'utilisation de l'eau d'irrigation. Cette validation a montré un impact significatif des calendriers d'irrigation, avec une augmentation entre 17 et 34 % du rendement, une réduction entre 8 et 43 % des apports d'eau d'irrigation et une amélioration consistante de l'efficacité d'utilisation d'eau d'irrigation. Cependant, le transfert adéquat de ces calendriers devra être appuyé par les services locaux de vulgarisation (C.T.V : Cellule Territoriale de Vulgarisation), les écoles de terrain champs (parcelles pilotes) et les masses médias (Radio, Télévision...).

4. Références

- DGPA 2016.** Annuaire des statistiques de la direction générale de la production agricole. Tunisie.
- DGEDA.2012.** Direction générale des études et du développement agricole. Recensement sur les superficies irriguées en intensif "Rapport technique, 2012.
- FAO (Food and Agriculture Organization). CROPWAT Software, Food and Agriculture Organization, Land and Water Division ; Available at: 2009. http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html,**
- FAO Climwat for Cropwat, a climatic database for irrigation planning and management by M. Smith. FAO Irrigation and Drainage, 1993, 49.**
- FAO/IIASA/ISRIC/ISS-CAS/JRC, 2012.** Harmonized World Soil Database (version 1.21). FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria.
- Jabloun M., Sahli A. 2007.** Chart for monitoring wheat irrigation in real time" in Option Méditerranéennes, n° 56 p 191-199.
- K Fessehazion M., Annandale J., S Everson C., J Stirzaker R., Ver der laan M., F Truter W. and B Abraha A. 2014.** Performance of simple irrigation scheduling calendars based on average weather data for annual ryegrass. African Journal of Range & Forage Science, Volume 31 issue 3 : 221-228.
- Mohsen Rezgui, Abdelaziz Zairi, Essia Bizid, Netij Ben Mechlia.2005.** Consommation et efficacité d'utilisation de l'eau chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) cultivé en conditions pluviales et irriguées en Tunisie" in Cahiers Agricultures, n°14, p391-397.
- Nagaz K., Masmoudi M.M., Ben Mechlia. 2007.** Irrigation scheduling calendars development and validation under actual farmers conditions in arid regions of Tunisia" in Option Méditerranéennes, n° 56 p 249-259.
- Rinaldi M. 2004.** Water availability at sowing and nitrogen management of durum wheat: a seasonal analysis with the CERES-Wheat model" in Field Crops Research, n° 89 p 27-37.
- Mohsen Rezgui, Abdelaziz Zairi, Essia Bizid, Netij Ben Mechlia.2005.** Consommation et efficacité d'utilisation de l'eau chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) cultivé en conditions pluviales et irriguées en Tunisie" in Cahiers Agricultures, n°14, p391-397.