Face aux Problèmes des Changements Climatiques : Comment Peut-on Effectivement Economiser Les Besoins d'irrigation du Palmier Dattier à L'Oued Righ (Sud-Est Algérien) ?

Mihoub Adil, Halis Youcef, Helimi Samia, Mokhtari Sakher

Centre de la recherche Scientifique et Technique des régions arides (CRSTRA), Biskra, Algérie.

* *E-mail: adilmihoub15@yahoo.com*

Résumé— L'Algérie, est soumise à des effets cumulés d'une part des changements climatiques et d'autre part d'une gestion irrationnelle des ressources hydriques. A l'Oued Righ, la superficie de la phoeniciculture est en expansion grâce aux nouveaux périmètres de mise en valeur. Le palmier dattier est la culture la plus importante et largement cultivée dans cette région ; il consomme presque 90 % de l'eau d'irrigation. A cause de cette grande consommation d'eau, une stratégie propre à l'irrigation doit se faire afin de préserver nos ressources hydro édaphiques aux générations futures. Donc, il est urgent de donner une importance capitale à l'irrigation en vue de la stabilisation et l'amélioration de la production ainsi que l'utilisation rationnelle des ressources en eau. Notre étude se concentre sur le problème de gestion de l'eau d'irrigation dans un milieu salin. Pour déterminer les besoins en eau d'irrigation une méthode basée sur le calcul de l'évapotranspiration de référence, coefficient cultural, humidités caractéristiques, fraction de lessivage, et consommation quotidienne de l'eau par le palmier dattier a été employé. Les besoins bruts en eau d'irrigation sont de l'ordre de : 67.04 m3/palmier/cycle. Pour un secteur de 1ha avec un espacement de 8m*8m (156 palmiers/ha), les besoins en eau sont estimés à 10458.24 m3. Ce modèle a été employé pour améliorer la gestion de l'eau par les agriculteurs. Le résultat prouve que l'estimation des besoins en eau du palmier dattier sous un système d'irrigation localisée par ajutage sera donc plus économique qu'une irrigation traditionnelle par submersion ce qui permet d'économiser jusqu'à 50% de l'eau d'irrigation.

Mots-clés : Changements climatiques ; Gestion d'irrigation ; Besoins en eau ; Palmier dattier ; Oued Righ ; Algérie.

I. INTRODUCTION

En Algérie, à travers le PNDAR le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural a donné à l'irrigation une importance capitale en vue de la stabilisation et l'amélioration de la production ainsi que l'utilisation rationnelle des ressources en eau.

L'utilisation rationnelle de l'eau en agriculture implique :

- La connaissance des besoins en eau des cultures suite à une bonne évaluation des paramètres régissant les conditions du milieu, notamment l'ensemble sol – plante – atmosphère.
- Le bon choix des systèmes d'irrigation les plus adéquats.
- L'adaptation des fréquences d'irrigation selon les caractéristiques du sol et le cycle de la plante (Pilotage de l'irrigation).

Le palmier dattier est la récolte la plus importante et largement la plus cultivée dans la région de l'Oued Righ ; il consomme environ 90% de l'eau d'irrigation. La Vallée d'Oued-Righ représente l'une des plus grandes palmeraies d'Algérie où l'agriculture oasienne est tributaire de la disponibilité de l'eau en quantité et qualité. Une disponibilité insuffisante en eau associée à une utilisation irrationnelle de l'eau d'irrigation devant des conditions agro-climatiques hostiles sont les facteurs principaux ayant participé à engendrer des problèmes graves. Suite à la mauvaise gestion de l'eau à l'échelle des exploitations agricoles et de leur environnement, des conséquences tragiques peuvent être

constatés, en particulier la salinisation des sols, les remontées de la nappe phréatique, affaissement des fossés de drainage et la chute des rendements en particulier le palmier dattier dont les rendements obtenus ne dépassent guère les 50 kg/palmier.

Pour faire face à ces problèmes cités au-dessus, un programme de recherche dans une perspective de développement durable qui a comme objectif l'utilisation rationnelle des eaux d'irrigation et ceci est possible avec l'élaboration d'une méthode de gestion appropriée de l'eau dans la vallée d'Oued Righ, qui permet d'une part de lutter contre la salinisation des sols agricoles et de préserver les eaux souterraines non renouvelables, en tenant compte bien sûr les rendements obtenus sur les deux aspects quantité et qualité.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Présentation du site expérimental

La région de Touggourt se situe dans la vallée d'Oued-Righ au Nord du Sahara algérien et plus exactement entre l'Oasis de Ouargla au sud et celle des Ziban au Nord, (Lakhdari, 1980). Elle couvre une superficie de 1498,75 km2 (Benabdelkader, 1991). La région de Touggourt se trouve à une altitude de 69 mètres, les coordonnées lombaires sont : Longitude : 6° 4' Est ; Latitude : 33° 7' Nord (Raghda, 1994). Se trouvant à 160 km d'Ouargla et 620 km d'Alger (Figure 01).

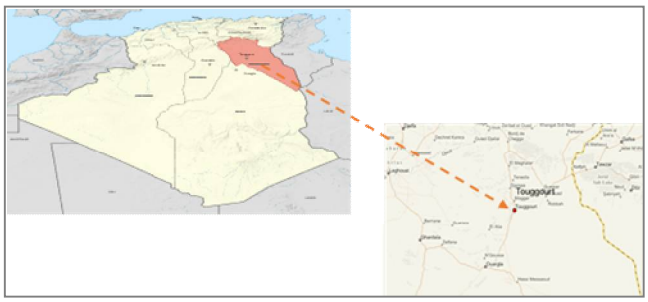


Figure 01. *Situation de la région de l'Oued Righ montrant la zone d'étude.*

Données météorologiques

Le climat est chaud et sec en été, frais et humide en hiver. La précipitation annuelle moyenne ne dépasse pas les 100 millimètres (Figure 02). Entre mai et septembre la température maximale quotidienne peut dépasser les 40°C. Les précipitations sont très basses et erratiques.

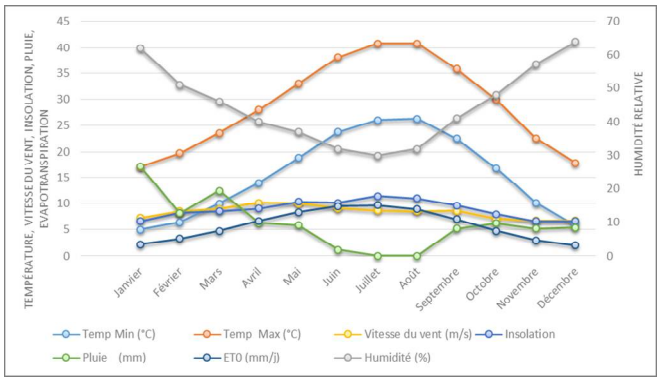


Figure 02. *Conditions climatiques pendant la période d'étude.*

Caractéristiques du sol et qualité de l'eau d'irrigation

Tableau 01. *Caractéristiques physico-chimiques du sol*

Profondeur du sol (cm)	Granulométrie			Da (g/cm)	Hp (%)		CE 1/5 (dS/m)
	Sable	Limon	Argile		*pF* 2.5	*pF* 4.2	
	(%)						
0-20	76.45	20	3.55	1.34	15.6	9.27	3.19
20-40	77.56	14.97	7.47	1.31	15.32	8.53	2.78
40-60	81.29	14.59	4.12	1.45	15.5	9	2.86
60-80	71.77	18.58	9.65	1.36	15.06	9.59	2.61
Moyenne	**76.77**	**17.04**	**6.20**	**1.37**	**15.37**	**9.10**	**2.86**

Le sol du site est caractérisé par une composition texturale à prédominance de sable (Tableau 01). Selon l'échelle de salure (Aubert, 1978), le sol est très salé car les valeurs de la conductivité électrique oscillent entre 2.6 et 3.2 dS/m.

Tableau 02. *Composition chimique de l'eau d'irrigation*

pH	CE (dS/m)	Ca^{+2}	Mg^{+2}	k^{+}	Na^{+}	Cl^{-}	SO_4^{-2}	HCO_3^{-}
		(mmol/L)						
7.14	7.59	27	15.9	0.95	6.39	20	28.49	2.38

L'irrigation est assurée par de l'eau provenant du complexe terminal. Cette eau a comme

caractéristiques : un pH légèrement alcalin de l'ordre de 7.14 avec une salinité appréciable qui dépasse 7.5 dS/m (Tableau 02).

Description de la méthode et ses paramètres caractéristiques

La méthode est développée pour déterminer les besoins en eau d'irrigation du palmier dattier à Touggourt (Oued Righ), elle est basée sur l'établissement d'un calendrier d'irrigation dont l'eau est apportée en quantités fixes avec des temps différents. Cette méthode est employée pour déterminer exactement quand et combien devrait irriguer. Quand l'eau du réservoir utilisable maximum (RUM) diminue à un niveau prédéterminé. Alors il est temps de déclencher l'irrigation en remplissant la zone efficace de la rhizosphère.
Cette méthode a besoin d'un certain nombre de paramètres lié à l'atmosphère du sol et à la culture :

i. Evapotranspiration de références (ET_o)

Elle a été déterminée par l'équation de Penman-Montieth (**Allen et *al.*, 1994**) en utilisant l'outil informatique Cropwat 8.0. Ce dernier c'est un programme informatique basé sur la méthode de Penman-Montieth dans les calculs des besoins en eau des cultures (**Smith, 1992**).

ii. Coefficient cultural ajusté (Kc_{adj})

Le coefficient cultural est principalement commandé par les caractéristiques de la culture notamment la résistance à la transpiration de différentes plantes. Pour maintenir une bonne croissance et établir des rendements de bonne qualité un approvisionnement en eau régulier est nécessaire tout au long de l'année à une exception possible juste pendant la moisson et au période hivernale. Le KC ajusté est déterminé par l'équation suivante (**Hess, 1996**).

$$Kcadj=(Kcb \times KS)+Ke \qquad (1)$$

Avec : Kcb : Coefficient cultural de base quand l'eau n'est pas un factor limitant pour le développement de la plante (Doorenbos & Pruitt, 1977). Pour notre région nous avons un Kcb de 0.8 (Awadiss et al., 2005). KS : Factor lié à la disponibilité d'eau dans le sol. Il est varié de [0-1]. Dans notre cas le KS calculé est de l'ordre de : 1 (jan-mars). 0.96 (avril- mi-mai) et 1 (15 mai-décembre). Ke : Coefficient d'évaporation d'eau. Ke est égale à 0.3 (Awadiss et al., 2005).

iii. Consommation en eau (ETa)

L'évapotranspiration effective d'une culture. Anglais : Actual Crop Evapotranspiration (ETa) représente le taux effectif d'absorption d'eau par la plante déterminée par le niveau d'eau disponible dans le sol et résultant de la combinaison simultanée des pertes par évaporation de la surface du sol et par transpiration de la surfa ce de la plante. Ce paramètre est calculé par cette formule :

$$ETa\ (litre) = (KCadj \times ET_0) \times Kr \times Ar \qquad (2)$$

Avec : Kr : Factor de réduction lié au sol. Le Kr calculé est de l'ordre de 0.7. Ar : Surface occupée par chaque palmier. Selon Liebenberg & Zaid (1999), le Ar est 28 m² (palmier de 10 ans et plus). Kcadj : Coefficient cultural ajusté.

iv. Réservoir utilisable maximum (RUM)

Ce réservoir on le détermine comme suit :

$$RUM\ (mm/m)=RU \times 10 \times da \times Zr \qquad (3)$$

Avec : RU (%) : Réserve en eau utile = (CC-HF). Da : Densité apparente du sol. Zr (m) : Profondeur de la zone racinaire.

v. Réservoir facilement utilisable (RFU)

La fraction de RUM qu'une récolte peut extraire à partir de la zone racinaire sans effort est l'eau facilement utilisable de sol :

$$RFU=p \times RUM \qquad (4)$$

Avec : p est la fraction permise par extraction pour s'assurer que le palmier ne sera pas mis sous stress hydrique. Pour le palmier dattier. Comme illustré ci-dessous cette fraction égale 0.5 ou 50 % de l'eau

disponible de sol (Bulletin Irrigation et drainage – Fao N56).

vi. Fraction de lessivage (FL)

Le palmier irrigué avec de l'eau ayant une teneur élevée en sel doit nécessairement être lessivé de sorte que l'accumulation du sel dans le sol le rende non stérile (Munier, 1973). La quantité minimum de l'eau exigée pour lessiver des sels de la zone racinaire a été estimée en utilisant une formule standard de lessivage (Bulletin Irrigation et drainage – FAO29) :

$$FL\ (\%)=ECi/((5ECe-ECi)\ ) \qquad (5)$$

Avec : ECi est la conductivité électrique de l'eau d'irrigation (dS/m à 25°C). ECe est la conductivité électrique de l'extrait saturé du sol (dS/m at 25°C). Pour le palmier dattier ECe est égale à 6.8 dS/m à 90% de rendement ou bien à 10% de chute de rendement (Ayers & Westcot, 1976).

vii. Irrigation nette (Inette)

Le besoin net d'irrigation du palmier a été calculé à partir de la formule suivante :

$$Inette\ (litre)=RUM\times ERV\times MAD \qquad (6)$$

Avec : EVR (m3) : Volume de la zone racinaire. MAD : Fraction maximale du RUM pour que la culture peut extraire de l'eau sans aucune perte du rendement et de la qualité. Pour notre cas le MAD appliqué est 50%.

Dans ce model on considère que cette quantité d'eau est constante et on l'applique temps un temps pour remplisse la zone de la rhizosphère.

viii. Irrigation brute (Ibrute)

Pour calculer la quantité brute de l'eau appliquée (Ibrute), il est nécessaire de savoir l'efficacité d'application (E) du système d'irrigation. L'efficacité d'application inclut l'uniformité de distribution et le coefficient d'uniformité comme montré ci-dessous :

$$Ibrute\ (litre)=Inet/(E\times CU)\times(1+FL) \qquad (7)$$

Avec : E est l'efficacité d'application du système d'irrigation était égal à : 90% et 60% respectivement pour le système localisé et de submersion. CU est le coefficient d'uniformité, CU calculé était égal à 58%.

III. RESULTATS

La figure 03 montre que la consommation en eau mensuel variée entre 46.9 litres (Décembre) et 254 litre enregistré au mois de Juillet. La zone de Saharienne est caractérisée par un climat aride donc des précipitations très basses et erratiques ; la pratique de l'agriculture dans cette zone est possible seulement en utilisant l'irrigation. Les besoins en eau des cultures sont étroitement liés sur les conditions climatiques en particulier l'évapotranspiration mais également à la nature du sol et aux stades de croissante de la récolte. Dans la période d'hiver (décembre. Janvier et février) la demande climatique est basse et pendant ce temps le palmier est dans la croissance très lente. Ainsi les besoins de l'eau étaient les plus basses. En effet elle exige pour sa croissance une quantité d'eau de l'ordre de 2400 kg d'eau pour produire un kilogramme de dates (Djerbi, 1994).

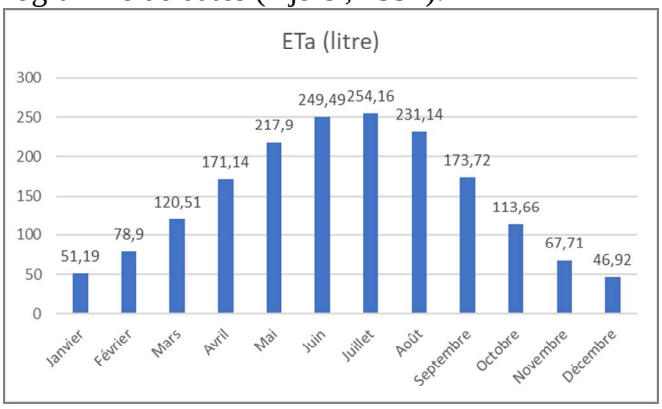


Figure 03. *Variation mensuelle de la consommation en eau du palmier (ETa).*

Tableau 03. *Exemple d'une feuille de pilotage d'irrigation (cas mois de Janvier)*

Mois	Jour	Eta mensuel (l)	I_{nette}(l)	Remarque	(RUM-ET_a) (litre/20m³)
Jan.	1	51	0	**1ere Irrigation**	1712
	2	51	0	N'irriguer pas	1661
	3	51	0	N'irriguer pas	1610
	4	51	0	N'irriguer pas	1559
	5	51	0	N'irriguer pas	1508
	6	51	0	N'irriguer pas	1457
	7	51	0	N'irriguer pas	1406
	8	51	0	N'irriguer pas	1355
	9	51	0	N'irriguer pas	1304
	10	51	0	N'irriguer pas	1253
	11	51	0	N'irriguer pas	1202
	12	51	0	N'irriguer pas	1151
	13	51	0	N'irriguer pas	1100
	14	51	0	N'irriguer pas	1049
	15	51	0	N'irriguer pas	998
	16	51	0	N'irriguer pas	947
	17	51	0	N'irriguer pas	896
	18	51	856	**Irriguer en apportant cette dose (856 litres)**	**845**
	19	51	0	N'irriguer pas	1701

Tableau 04. *Calendrier d'irrigation pour 1ha de palmier dattier irrigué par ajutage*

Région d'étude : **Touggourt**

Cultivar du palmier dattier : **Mixte** — Age du palmier : **15 ans**

Volume de la zone racinaire : **20 m³** — RUM : **1712 litre/20m³**

Superficie du secteur : **1ha** — Ecartement : **8m × 8 m**

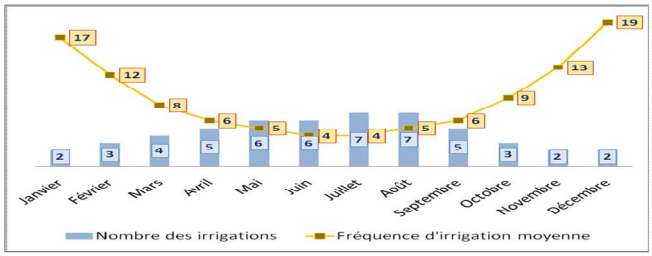
Zone irrigable (Ar) : **28 m²/palmier**

Système d'irrigation : Localisé par ajutages ; **deux ajutages (100l/h) /palmier**.

Fraction de lessivage : **28%**. — Coefficient d'uniformité : **58%**.

Irrigation nette (I_{nette}) : **850 litre/irrigation/palmier**.

Mois	Dates d'irrigation
Janvier	1-18
Février	3-14-26
Mars	6-14-22-30
Avril	6-11-17-23-29
Mai	4-9-14-19-24-29
Juin	2-6-12-20-24-28
Juillet	3-7-12-16-20-24-28
Août	3-7-12-17-21-26-31
Septembre	6-11-17-23-29
Octobre	8-16-25
Novembre	4-17
Décembre	1-20



N irrigations/ cycle	**53**
Irrigation brute	**67.04m³/palmier**
Irrigation nette	**45.05 m³/palmier**

D'après le calendrier d'irrigation (tableau 4), les besoins en eau d'irrigation sont de l'ordre de : 67.04 m3/palmier (l'équivalent de 10458.24 m3/secteur). Par ailleurs. Si on considère que la zone irrigable est 1 ha. Les besoins en eau d'irrigation seront de l'ordre de : 23941.3 m3/ha. De ce fait dans ce model on irrigue juste les 28 m² (Ar) pour chaque palmier (l'équivalent de 4368 m²/secteur). Cela permet d'une part d'économiser de l'eau et d'autre part il permet de valoriser l'espace irrigué en cultivant des cultures pérennes ou bien annuelles associés au palmier dattier dans les planches irriguées (Figure 04). Dans le cadre d'adopter un modèle de gestion des oasis de la vallée d'Oued Righ et pour remédier les problèmes cités ci-dessus. On propose de miser sur l'utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation. Parmi les systèmes d'irrigation moderne économiseurs d'eau. Le système de distribution par ajutage (Figure 04). Ce système peut être adapté

convenablement dans les conditions agropédoclimatiques de la Région de Oued-Righ. Théoriquement son efficience est de 90%. Les ajutages sont constitués d'orifices calibrés (1.2 à 2.1 mm de diamètre) fixés en dérivation sur la rampe à intervalles réguliers. Selon le diamètre de l'ajutage. Le débit varie de 35 à 100 l/h sous une pression de 1 bar au niveau des rampes. L'équipement et le dimensionnement typique recommandé d'une parcelle d'un hectare de palmier dattier installée dans les conditions agropédoclimatiques de la région d'Oued-Righ :

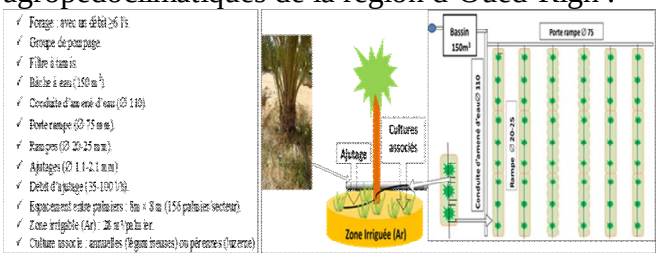


Figure 04. *Dispositif d'irrigation localisé (par ajutages) recommandé pour un palmier adulte.*

IV. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

L'objectif de cette recherche est de déterminer les besoins en eau d'un palmier dattier (var. *Deglet Nour*) par un modèle basé sur le calcul de certains paramètres climatiques du sol et de culture. L'irrigation d'un secteur de 1ha avec un espacement de 8m*8m entre les palmiers (156 palmiers) nécessite une quantité d'eau de l'ordre de 10458 m^3/secteur. Dans ces agroécosystèmes l'application de l'irrigation localisée peut être plus efficace qu'une irrigation traditionnelle. Le system localisé peut économiser jusqu'à 50 % des eaux d'irrigation. De ce fait les agriculteurs doivent être encouragés à pratiquer et développer ce system économiseur de l'eau et les futures recherches doivent orienter dans ce sens-là.

REFERENCES

Ahmadi. S.H. M.N. Andersen. F. Plauborg. R.T. Poulsen. C.R. Jensen. A.R. Sepaskhah and S. Hansen. 2010. Effects of irrigation strategies and soils on field-grown potatoes: Gas exchange and xylem [ABA]. Agric. Water Manage.. 97: 1486-1494.

Allen. R.G.. M. Smith. A. Perrier and L.S. Pereira. 1994. An update for the definition of reference evapotranspiration. Bull. Int. Commission Irrig. Drain.. 43: 1-35.

Aubert. G. 1978. Méthodes d'analyses des sols. Edit. C.R.D.P.Marseille.189p.

Awadiss. A.. A.J. El-Ghilani. A. Geiba. F. El-Cheikh and D. Suicci. 2005. Irrigation scheduling using climate information with the introduction of the effect of soil salinity and leeching requirements. Collaboration Project FAO-ACSAD-ITDAS. Computing of the Water Requirements of Date Palm in Oued Righ Valley.

Ayers. R.S. and D.W. Westcot. 1976. Water quality for irrigation. Irrigation and Drainage Paper No. 29. Food and Agriculture Organization. Rome. Italy.

Benabdelkader. F. 1991. Contribution à l'étude de la fertilisation phosphatée sur le processus de la fixation biologique de l'azote moléculaire par quatre variétés locales de luzerne à la station INRAA de Touggourt. Mémoire d'Ing. agr.. ITAS d'Ouargla. 106 p.

Djerbi. M. 1994. Date Palm Precise. Food and Agriculture Organization. Rome. Italy. Pages: 191

Doorenbos. J. and W.O. Pruitt. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements-revised 197. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 24. Food and Agriculture Organization. Rome. Italy. pp: 1-144.

Hess. T.. 1996. A microcomputer scheduling program for supplementary irrigation. Comput.Electron. Agric.. 15: 233-243.

Lakhdari. F. 1980. Influence de l'Irrigation goutte à goutte et par rigole sur l'évolution de la salinité dans le sol. le rendement et la qualité des dattes « Deglet-Nour ». Mémoire d'ing.agr.. Inst. nat. agro. . El-Harrach. 63 p.

Liebenberg. P.J. and A. Zaid. 1999. Date Palm Irrigation. In: Date Palm Cultivation. Zaid. A. (Ed.). Food and Agriculture Organization. Rome. Italy.

Munier. P.. 1973. The Date Palm. Maisonneuve Press. Paris. France. Pages: 217. N°5. ; 7-33.
Raghda. A. 1994. Contribution à l'étude de la croissance végétative de la fructification et de la relation entre les deux paramètres chez le palmier dattier (Phoenix dactylifera). L) à l'INRAA de Sidi-Mehdi Touggourt. Mémoire d'ing. agr.. INESA. Batna. 46 p
Smith. 1992. CROPWAT a computer program for irrigation planning and management. FAO Irrigation and Drainage. No. 46. FAO. Rome. Italy.