

Pilotage de l'irrigation par la méthode du rayonnement global

Bellouch H., Baroud A., Taoura M., Sirat B.

in

Lamaddalena N. (ed.), Bogliotti C. (ed.), Todorovic M. (ed.), Scardigno A. (ed.).
Water saving in Mediterranean agriculture and future research needs [Vol. 2]

Bari : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 56 Vol.II

2007

pages 287-292

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

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=800197>

To cite this article / Pour citer cet article

Bellouch H., Baroud A., Taoura M., Sirat B. **Pilotage de l'irrigation par la méthode du rayonnement global**. In : Lamaddalena N. (ed.), Bogliotti C. (ed.), Todorovic M. (ed.), Scardigno A. (ed.). *Water saving in Mediterranean agriculture and future research needs [Vol. 2]*. Bari : CIHEAM, 2007. p. 287-292 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 56 Vol.II)



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

PILOTAGE DE L'IRRIGATION PAR LA METHODE DU RAYONNEMENT GLOBAL

H. Bellouch, A. Baroud, M. Taoura and B. Sirat

Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Souss Massa (ORMVA/SM),
B.P 21 Agadir, Maroc

SUMMARY - During last years; the region of Souss Massa has shown a great agricultural development. It contributes to more than 50 % of citrus production and exportation and to about 80% for early vegetables exportations at the national level. However; this development is associated with non rational use of water resources which lead to continual decrease in ground water level particularly in the water table of Souss where the gap is about 260 millions cubic metres per year. The use of water saving technics such as drip irrigation is the main action carried out to overcome this situation of water shortage in the region. Therefore, the area irrigated with this system is actually about 45 000 hectares. In the aim of contributing to the dissemination of sustainable practices of water resources management, the ORMVA/SM, since 1996, is carrying out research development actions using the solar radian technics for corps irrigation management. The results of these researches are disseminated to growers through electronic notice bord systems.

Key words: Piloting, Global radiation, Economy, Irrigation

RESUME - Au cours des dernières années, la région du Souss Massa a connu un développement agricole important. En effet, la région contribue à plus de 60% des productions et des exportations d'agrumes et à près de 80% des exportations des primeurs à l'échelle nationale. Toutefois, ce développement a été accompagné par une utilisation irrationnelle des ressources en eau induisant un rabattement continu et inquiétant de la nappe en particulier celle du Souss dont le déficit moyen annuel est de 260 millions de m³/an. Le recours à des techniques économisatrices d'eau d'irrigation telles que le goutte à goutte constitue la principale action entreprise pour faire face à cette situation de pénurie d'eau dans la région. Ainsi, les superficies équipées par ce mode d'irrigation ont atteint à ce jour 45 000 ha et on s'attend à un développement encore plus important dans le proche avenir. Dans le but d'apporter une contribution à la dissémination des pratiques durables de gestion des ressources en eau, l'ORMVA/SM a entamé une série d'expérimentations au niveau de sa station expérimentale d'Aït Amira depuis 1996 visant d'avantage d'économie d'eau par l'adoption d'une nouvelle méthode de pilotage d'irrigation. Il s'agit e la méthode basée sur le rayonnement global.

Mots clés: Pilotage, Rayonnement global, Economie, Irrigation

INTRODUCTION

Au cours des dernières années, la région du Souss Massa a connu un développement agricole important. En effet, la région contribue à plus de 60% des productions et des exportations d'agrumes et à près de 80% des exportations des primeurs à l'échelle nationale. Toutefois, ce développement a été accompagné par une utilisation irrationnelle des ressources en eau induisant un rabattement continu et inquiétant de la nappe en particulier celle du Souss dont le déficit moyen annuel est de 260 millions de m³/an.

Le recours à des techniques économisatrices d'eau d'irrigation telles que le goutte à goutte constitue la principale action entreprise pour faire face à cette situation de pénurie d'eau dans la région. Ainsi, les superficies équipées par ce mode d'irrigation ont atteint à ce jour 45000 ha et on s'attend à un développement encore plus important dans le proche avenir.

Dans le but d'apporter une contribution à la dissémination des pratiques durables de gestion des ressources en eau, l'ORMVA/SM a entamé une série d'expérimentations au niveau de sa station

expérimentale d'Ait Amira depuis 1996 visant d'avantage d'économie d'eau par l'adoption d'une nouvelle méthode de pilotage d'irrigation. Il s'agit de la méthode basée sur le rayonnement global.

PRESENTATION DU CENTRE D'ADAPTATION TECHNIQUE ET DE VULGARISATION D'AIT AMIRA (CATV)

Caractéristiques du CATV

Ce centre a été créé en 1971 dans la zone d'Ait Amira pour accompagner la mise en valeur du Périmètre du Massa qui constitue le principal bassin de production des primeurs dans la région.

- *Climat* : (i) Pluviométrie: 160 mm/an, (ii) Moyenne des températures minimales: 11°C, (iii) Moyenne des températures maximales: 22 °C, (iv) Température minima Absolue: 2 °C, (v) Température maxima Absolue: 39°C, (vi) Humidité moyenne maximale: 88 %, (vii) Humidité moyenne maximale: 39 %, (viii) Vents dominants sont de direction Nord Ouest, et (viiii) Insolation : 3000 h/an.
- *Ressources en sol* : (i) Superficie totale: 20 ha, (ii) Superficie Agricole Utile: 15 ha, (iii) Texture du sol : Sablonneuse, (iv) PH du sol: 8, et (v) Conductivité électrique du sol : 0,18 à 0,33 mmhos/cm.
- *Ressources en eau* : (i) 2 puits de profondeur moyenne de 60 m à 80 m, (ii) PH de l'eau: 8,3, et (iii) Conductivité électrique de l'eau: 1,35 à 1,48 mmhos/cm.

Missions du CATV

Le Centre d'Adaptation Technique et de Vulgarisation a pour objectifs essentiels : (i) Réalisation des essais de démonstration au profit des agriculteurs portant sur le comportement de nouvelles espèces et variétés vis-à-vis des conditions pédoclimatiques de la région et l'introduction de nouvelles techniques culturales, notamment celles liées à l'économie de l'eau d'irrigation, (ii) Formation des techniciens et des agriculteurs, et (ii) Collecte et diffusion des données météorologiques et technico-économiques.

CONDUITE DES ESSAIS

Les essais réalisés ont concerné notamment les cultures sous abris et en particulier la tomate, le poivron, le melon, le concombre et le bananier. L'ensemble de ces essais peut être réparti en 2 catégories selon les facteurs analysés : (i) Essais de pilotage de l'irrigation des cultures sous abris par la méthode du rayonnement global, et (ii) Essais de pilotage de l'irrigation des cultures sous abris par la méthode du rayonnement global assisté par ordinateur. La conduite technique des cultures se fait selon les fiches techniques du CA TV. Les observations et les mesures ont eu lieu de façon périodique et ont concerné les différents paramètres agronomiques.

RESULTATS DES ESSAIS DE PILOTAGE DE L'IRRIGATION

Méthode de calcul des besoins en eau sur la base du rayonnement global

La méthode de pilotage de l'irrigation par le rayonnement global est basée sur la formule suivante :

$$\text{ETP serre} = R_g \times t \quad \text{avec } t = (0.67 \times K_p) / L \quad \text{Où}$$

(i) ETP serre est l'évapotranspiration sous abris en mm, (ii) R_g est le rayonnement global (en Joules/cm^2) mesuré par le solarimètre, (iii) 0,67 est l'énergie active pour l'évapotranspiration par rapport au total reçu (environ 67 %), (iv) K_p est le coefficient de transmission de la paroi (exemple pour un plastique simple ce K_p est de 70 %, pour une double paroi ce K_p est de 65 %), et (v) L est

égale à 251 Joules/ cm² correspond à la chaleur latente de vaporisation de l'eau. L'ETP serre combinée aux coefficients culturaux Kc est ensuite utilisée pour déterminer expérimentalement les besoins en eau des cultures sous abris. Ainsi : $ETM = ETPs \times Kc$ ou (i) ETM est l'évapotranspiration maximale en mm, et (ii) Kc est le coefficient cultural. Les valeurs des coefficients culturaux des principales cultures utilisées au niveau du CATV sont récapitulées dans les *tableaux 1 et 2*:

Tableau 1. Coefficients culturaux pour la tomate

Stades	Kc (tomate)
Plantation – Floraison 3	0,6 - 0.75
Floraison 4 – Floraison 6	0,8 - 0.9
Floraison 6 – Récolte 3	0,9 - 1
Récolte 4 - Fin récolte	1 – 0.9

Tableau 2. Coefficients culturaux pour le melon

Stades	Kc (melon)
Plantation – début floraison	0,6 - 0.8
Floraison – grossissement des fruits	0,8 - 0.9
Récolte - fin récolte	0.9 - 0.8

Exemple: L'évapotranspiration sous abris à paroi simple ($Kp = 70\%$) lorsque le rayonnement global est de 1500 Joules/cm² et $t = 0,00187$.

$ETPs = 0,00187 \times 1500 \text{ Joules/cm}^2$ soit 2,8 mm ou 2,8 litres/m². La dose d'irrigation à apporter à une tomate au stade R2 ($Kc = 0.9$).

$ETM = ETPs \times Kc = 2,8 \text{ mm} \times 0,9 = 2,52 \text{ mm}$ ou 2,52 l/m² ou 25,2 m³/ha.

Résultats des essais de pilotage d'irrigation par la méthode de rayonnement global avec t constant

La première série des essais entrepris au niveau du CATV a été réalisée sur la base de la formule $ETM = ETPs \times Kc = (Rg \times t) \times Kc$ avec $t = 0.00187$. Les résultats synthétiques de ces essais sont consignés dans le *tableau 3*.

Tableau 3. Synthèse des résultats des essais de pilotage de l'irrigation des cultures sous abris par la méthode du rayonnement global ($t = 0,00187$) (Moyennes)

Mois	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Total
Rg (j/cm ²)/j	1548	1457	1291	1035	808	682	772	1036	1316	1589	1760	1624	
ETPs (mm)/j	2,89	2,72	2,41	1,93	1,51	1,28	1,57	2,05	2,5	2,93	3,14	3,09	
ETM Tomate	539	632	579	539	453	396	487	532	697	702			5556
ETM Melon						238	389	516	697	703			2543

NB ETM m³/mois)

Ces résultats montrent l'intérêt incontestable de cette méthode. Comparé aux autres méthodes. Le calcul des besoins en eau sur la base du rayonnement global fait ressortir une économie d'eau variant entre 22 et 38% selon les cultures étudiées. Cette économie a été de (i) 31% pour la tomate par rapport aux pratiques des agriculteurs (8000 m³/ha) et (ii) 36% pour le melon par rapport aux pratiques des agriculteurs (4000 m³/ha).

Résultats des essais de pilotage d'irrigation par la méthode de rayonnement global avec t variable

La valeur du coefficient t, utilisée dans la base de calcul des besoins en eau ($ETPs = R_g \times t$) varie en fonction de la période et du % de transmission de l'énergie par la paroi de l'abris serre. Les valeurs de t expérimentées au niveau du CATV pour l'estimation des besoins en eau des cultures sont celles d'une paroi simple et neuve.

Tableau 4. la valeur de t pour une paroi neuve et simple

Période	% de transmission	t
1 ^{er} Décembre – 20 Janvier	50	0,00133
20 Janvier – 1 ^{er} Mars	60	0,00160
1 ^{er} Mars – 1 ^{er} Juin	70	0,00187
1 ^{er} Juin – 1 ^{er} Août	80	0,00213
1 ^{er} Août – 1 ^{er} Novembre	70	0,00187
1 ^{er} Novembre – 30 Novembre	60	0,00160

Source : Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes en France.

L'application de cette approche basée sur la variabilité du coefficient t comparée à celle basée sur t constant fait ressortir une économie supplémentaire d'eau de 5 à 8% (Fig. 1).

Résultats des essais de pilotage de l'irrigation par la méthode du rayonnement global assisté par ordinateur

Le pilotage de l'irrigation par la méthode du rayonnement global permet donc d'estimer les besoins en eau du jour j à partir de la valeur du rayonnement global du jour J-1. La détermination de la dose et la fréquence d'irrigation à appliquer pour répondre aux besoins immédiats de la culture est un élément fondamental pour une gestion efficiente de l'irrigation. En effet, une gestion automatique de l'irrigation est rendue possible par l'obtention directe du volume d'eau à appliquer chaque fois que la cumul du rayonnement global atteint un seuil qui permet le déclenchement automatique de l'irrigation à l'aide d'un ordinateur. Ce seuil de démarrage de l'irrigation déterminé expérimentalement est fonction du type de sol et du stade de la culture (*Tableau. 5*)

Tableau 5. Pilotage de l'irrigation automatique par la méthode du rayonnement global assiste par ordinateur

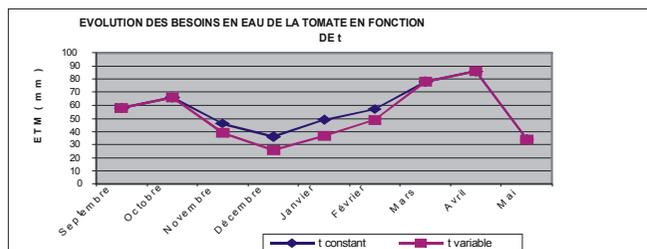
STADE	Kc	RG correspondant au seuil de démarrage de l'irrigation (Joules /cm ²)	Dose m ³ /Ha
TOMATE			
Plantation – Floraison 2	0.6	446	5
Floraison 2 – Floraison 3	0.7	382	5
Floraison 4 – Floraison 6	0.8	333	5
Floraison 6 – Récolte 2	0.9	297	5
Récolte 2 – Récolte 49	1	267	5
Récolte 9 – Fin	0.9	297	5
MELON			
Plantation – Floraison	0.6	446	5
Floraison – Début Grossissement	0.8	363	5
Grossissement – Récolte 1 ^{ère} vague	0.9	297	5
CONCOMBRE			
Plantation – Début floraison	0.6	446	5
Début récolte	0.9	297	5
Récolte	1	267	5

Source : Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes en France

Fig. 1. Résultats des essais de pilotage de l'irrigation avec t constant et t variable

BESOINS EN EAU DE LA TOMATE (mm)

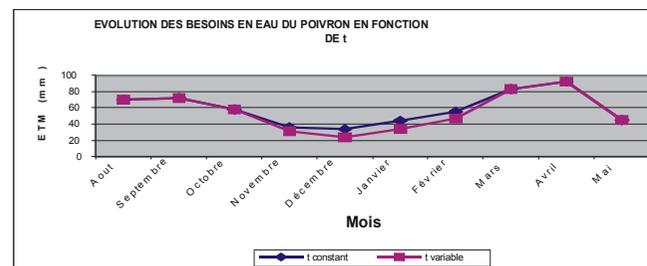
Mois	t constant	t variable
Septembre	58	58
Octobre	66	66
Novembre	46	39
Décembre	36	26
Janvier	49	37
Février	57	49
Mars	78	78
Avril	86	86
Mai	34	34
TOTAL	510	473



→ Economie d'eau de 7,3%

BESOINS EN EAU DU POIVRON (mm)

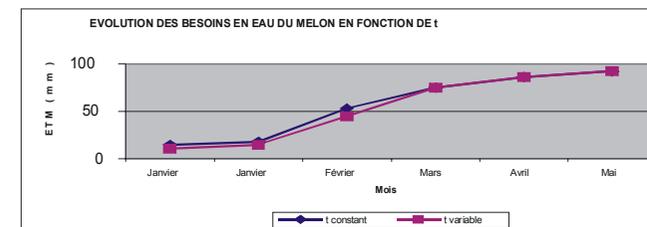
Mois	t constant	t variable
Aout	70	70
Septembre	72	72
Octobre	58	58
Novembre	36	31
Décembre	34	24
Janvier	44	34
Février	55	47
Mars	83	83
Avril	92	92
Mai	45	45
TOTAL	589	556



→ Economie d'eau de 5,6%

BESOINS EN EAU DU MELON (mm)

Mois	t constant	t variable
Janvier	15	11
Janvier	18	15
Février	53	45
Mars	75	75
Avril	86	86
Mai	92	92
TOTAL	339	324



→ Economie d'eau de 4,5%

Tableau 6. Exemple de pilotage de l'irrigation assistée par ordinateur d'une journée pour une culture de tomate sous bris dans le cas d'un $kc = 1$ et un seuil de démarrage d'irrigation de 267 Joules/cm²:

Heure	Rg cumulé	Dose d'irrigation (m ³ /Ha)	Dose d'irrigation cumulée (m ³ /Ha)	Observations
8 H	267	5	5	1 ^{ère} irrigation
10 H 30	534	5	10	2 ^{ème} irrigation
12 H 45	801	5	15	3 ^{ème} irrigation
14 H	1068	5	20	4 ^{ème} irrigation
16 H 15	1335	5	25	5 ^{ème} irrigation
18 H 30	1602	5	30	6 ^{ème} irrigation

Si les résultats des essais conduits selon cette démarche, n'engendrent pas une économie supplémentaire d'eau, elle permet par contre l'amélioration en qualité et en quantité de la production des cultures. Cela est expliqué par une meilleure gestion et efficacité de la fertigation.

Tableau 7. Rendement et efficacité de la fertigation

Culture	Date de L'essai	Besoin en eau M ³ /Ha		Rendement T/Ha		Efficacité Kg/m ³	
		Rg*	Rg+Ord. **	Rg	Rg+Ord.	Rg	Rg+Ord
Tomate	2001	5500	5500	209	238	38	43
Melon	2001	3220	3220	74	84	23	26
Melon hors sol	2002	2818	2818	67	82	23	29
Melon	2003	2810	2810	67.5	81.5	24	29
Concombre	2002	2810	2810	95.5	104	34	37

NB : (i)* Rg : rayonnement global avec t constant (ii) **Rg+Ord : rayonnement global avec t constant assisté par ordinateur.

CONCLUSIONS

Devant la pression des prélèvements d'eau à partir de la nappe et le caractère structurel de la sécheresse et la nécessité de mettre en place une stratégie de l'utilisation rationnelle des ressources en eau dans le Souss Massa et suite aux résultats satisfaisants et intéressants des essais de pilotage de l'irrigation par la méthode du rayonnement global dans l'économie de l'eau, il est nécessaire de généraliser son application à grande échelle. Dans ce cadre, l'ORMVA/SM poursuit l'organisation des actions de vulgarisation de cette méthode auprès des producteurs et ce à travers des journées d'information et de formation et la mise à la disposition des professionnels des données quotidiennes du rayonnement global par le biais d'un répondeur automatique et leur affichage sur des panneaux électroniques au niveau des principales zones de production. L'intérêt de la méthode de pilotage de l'irrigation par le rayonnement global réside également dans la possibilité d'améliorer la production en quantité et en qualité sans oublier son impact positif dans l'économie en fertilisants et par conséquent la préservation de la nappe de la pollution des engrais.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes CTIFL- Français. Programme de collaboration Maroc Français 1995-2000.
 Jean Robert Tiercelin (1998). Traité d'irrigation 1111 p
 ORMVA/SM 1996. Stratégie de développement agricole dans la zone d'action de l'ORMVA/SM 100 p.
 ORMVA/SM 2000 . Centre d'Adaptation Technique et de Vulgarisation d'Ait Amira 4 p
 Villele , INRA –France