



Irrigation Advisory Services and Participatory Extension in Irrigation Management

Workshop organised by
FAO – ICID

UNE METHODE SIMPLE DE PILOTAGE
DES IRRIGATION BASEE SUR UNE
ESTIMATION SIMPLE DE ET_o PAR T_{max} .
CAS DES VERGERS D'AGRUMES AU
NORD-EST DE LA TUNISIE

by
Z. Nasr

24 July 2002
Montreal, Canada

Une méthode simple de pilotage des irrigations basée sur une estimation de ETo par T max. Cas des vergers d'agrumes au Nord-est de la Tunisie.

Z. Nasr

Unité Environnement Agricole
Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie, INRAT
Rue Hedi Karay 2080 Ariana – Tunisie

SUMMARY

This paper presents a simple and practical irrigation scheduling method as applied for the irrigation of citrus in the North-East of Tunisia. The study is based on lysimeter and climatic data from the weather station of Mornag in the period of 1980-1990. The FAO-Penman-Monteith (FAO-PM) equation gives a precise estimate of measured ETo, but a more simple relationship in real time can be derived between the daily maximum temperature (Tx) and the water requirements of an citrus orchard with: $ETo = 0.27 * Tx - 3.00$ ($R^2=0,81$). The crop factor (Kc) is determined based upon the soil coverage (Cs) obtained from the shading of the soil by the leaves, according: $(Kc = 0,28 * Cs + 0,6)$. For irrigation scheduling under localized irrigation the timing of irrigation can be directly determined from daily Tx readings of MaxMin thermometers placed in the orchard. For scheduling under basin irrigation irrigation intervals can be estimated from mean ETo values for different soil types and optimized for different soil coverage. The proposed method is presently introduced with a dozen farmers and local irrigation agencies in order to test and disseminate the approach with the extension workers from the region, who received a special training on the concepts and use of the method.

RESUME

Ce travail a pour objectif de proposer une solution simple et opérationnelle de pilotage des irrigations dans la région du Nord-Est de la Tunisie, les applications concernent les Agrumes. Cette étude se base sur des mesures lysimétriques et climatiques de la station climatique de Mornag durant la période 1980-1990. La formule de FAO-PM donne une estimation précise de ETo mesurée, cependant, une relation plus simple avec la température maximale (Tx) est retenue pour le calcul des besoins en eau d'un verger et le pilotage de l'irrigation en temps réel ($ETo = 0,27 * Tx - 3,00$ avec $R^2=0,81$). Le coefficient cultural global (Kc) est déterminé à partir du degré de couverture du sol (Cs) obtenu en projetant la frondaison des arbres au sol ($Kc = 0,28 * Cs + 0,6$). Pour l'irrigation localisée, nous proposons un calendrier qui fournit directement le temps d'irrigation en fonction de Tx. Pour la cuvette, des intervalles d'irrigations mensuels optimisés en fonction de la couverture du sol et de ETo moyenne inter-annuelle sont proposés.

Cette solution est actuellement en essai chez une dizaine d'Agriculteurs et Sociétés de mise en valeur en vue de la tester et la diffuser par l'intermédiaire des vulgarisateurs de la région qui ont reçu une formation sur le principe de la méthode et son application.

I. INTRODUCTION

La situation de l'irrigation des agrumes dans le Nord-est de Tunisie peut se résumer dans les points suivants ;

*Le Nord-est est une zone à concurrence hydrique de plus en plus marquée (population croissante, tourisme, petites industries,...). Le pompage excessif dans les nappes est en train de favoriser l'intrusion d'eau de mer. L'amenée des eaux du Medjerdha a permis de rehausser le déficit hydrique sans toutefois le combler. La région peut être considérée comme un milieu fragilisé de point de vue ressources hydriques.

*Les rendements moyens des Agrumes (15-20 T/ha) reflètent une efficacité d'utilisation d'eau d'irrigation assez modeste, les quantités d'eau administrées varient de 6000 à 10 000 m³/ha/an. Par ailleurs, le secteur des Agrumes est un grand consommateur d'eau, la période des irrigations s'étale généralement de mars à octobre (Damagnez et al., 1962). A titre d'indication, l'évapotranspiration de référence pendant cette période varie de 900 à 1200 mm au Cap Bon (De Villèle et al., 1959).

*La vulgarisation ne dispose pas d'outils simples et opérationnels de pilotage des irrigations. Les calculs du bilan hydrique, de ETo par la formule FAO-PM (Allen et al., 1994) ou encore en utilisant des modèles (tel que Cropwat) par computer restent des outils relativement coûteux et lourds.

Dans ce contexte, nous pensons que le pilotage des irrigations par outil simple telle que Tmax peut être un moyen pour mieux gérer l'eau et augmenter son efficacité. L'utilisation des données météorologiques (Doorembos et Pruitt, 1977) pour piloter les irrigations est l'une des voies prometteuses en zones arides et semi-arides.

L'objectif de cette action de recherche adaptative consiste à concevoir et tester une méthode de calcul des besoins en eau d'un verger d'agrumes basée sur la température maximale. Pour le système d'irrigation localisé, un calendrier « sur mesure » est élaboré en se référant aux caractéristiques du verger (couverture du sol, nombre des goutteurs, débit par arbre....). Pour la technique de la cuvette, on donne des intervalles d'irrigations par mois et par type de sol.

II. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Station Hydro-climatique de Mornag

Cette station est située dans la plaine de Mornag (Lat N=36°41', Long E=10°18', Alt = 32 m). Le lysimètre et les capteurs climatiques sont situés dans la même station. Le lysimètre est de type à drainage, métallique, circulaire (surface=4 m² ; profondeur=0,7 m). La culture utilisée est un gazon cv. Penniense *Clandestinum* L., avec une étendue de 5000 m². La station comprend un abri standard pour la mesure de la température minimale et maximale par thermomètres à mercure et l'humidité relative par hygrographe. La vitesse du vent est mesurée par un anémomètre totaliseur et la durée d'insolation par héliographe Campbell. En absence des pluies, les irrigations sont apportées quotidiennement et la hauteur du gazon est maintenue à 10 cm du sol. Les valeurs de ETo sont analysées et calculées sur 10 jours, ETo Lys (mm/d), Celle-ci est également calculée par la formule standard FAO-PM (Allen et al., 1994).

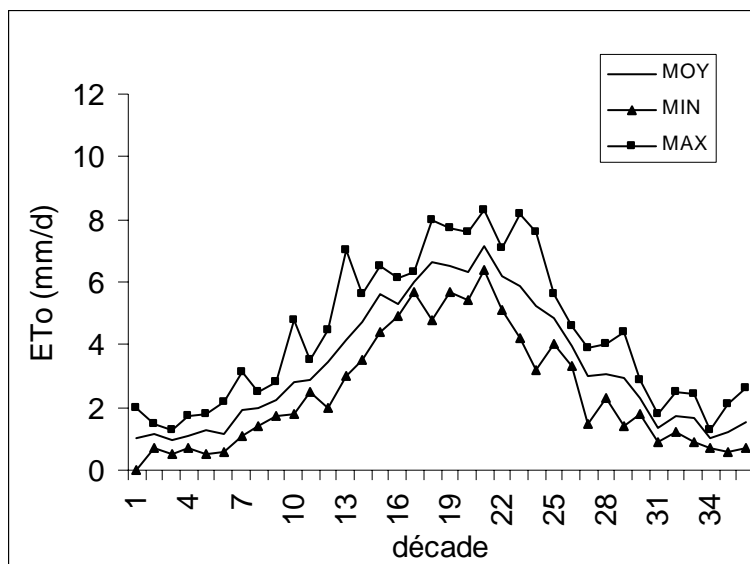
Sites d'application du pilotage des irrigations

Une dizaine de vergers d'agrumes dans la région du Cap-Bon sont choisis comme sites d'essais pour cette méthode. L'essai inclut les différentes techniques d'irrigations des agrumes (cuvette, goutteurs, mini-asperseurs,...). Chaque site comporte un thermomètre maxima à mercure sous mini-abri placé dans le verger à 1,5 m du sol. Certains sites sont munis de tensiomètres à 30 et 60 cm de profondeur afin de contrôler les apports et corriger quand nécessaire.

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Valorisation des mesures lysimétriques

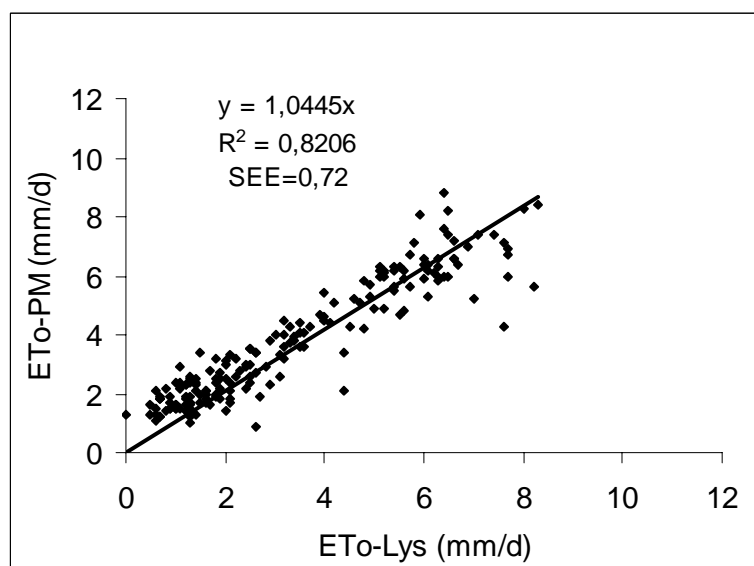
Figure 1. Valeurs décadaires de ETo mesurée par lysimètre à drainage dans la station de Mornag-Tunisie, entre 1980 et 1990.



On retrouve les valeurs caractéristiques des zones semi-arides avec un minimum de (1 mm/d) et un maximum de (7 mm/d) durant le mois de juillet. Ces valeurs peuvent servir pour calculer les besoins en eau moyens des cultures ou dimensionner les ouvrages hydro-agricoles dans la région. Les valeurs moyennes seront utilisées plus loin pour calculer les intervalles d'irrigations optimums par mois et par type de sol.

Modélisation par la formule FAO-PM

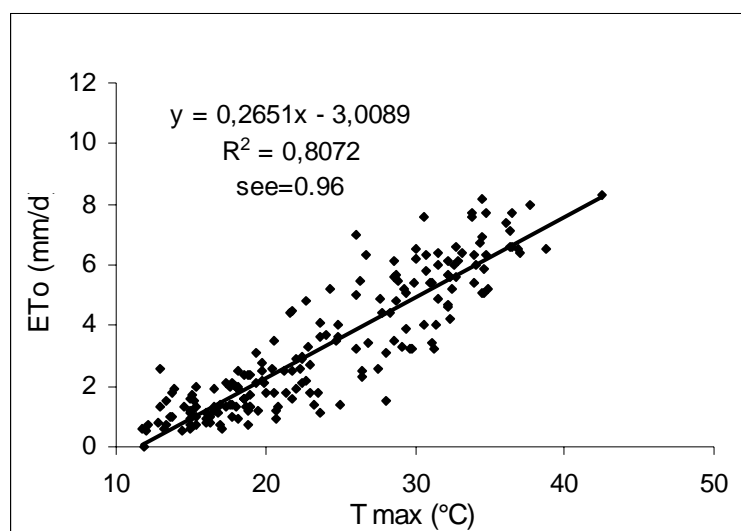
Figure 2. Corrélation entre les valeurs mesurées (ETo Lys) et valeurs calculées (ETo FAO-PM) à la station de Mornag-Tunisie entre 1980 et 1990.



Bien qu'on note une tendance à surestimer les faibles valeurs de ETo lys par la formule (Nasr, 1998), globalement celle-ci donne une estimation précise de ETo régionale. La principale difficulté pour les techniciens et vulgarisateurs étant la disponibilité de l'ensemble des données météorologiques.

Estimation de ETo à partir de la température maximale

Figure 3. Corrélation entre ETo lys et Tmax mesurées à la station de Mornag-Tunisie entre 1980 et 1990.



Cette estimation moins précise, en se référant aux coefficients de détermination et à l'erreur standard, mais beaucoup plus simple.

$$ETo = 0,27 * T_x - 3,00$$

Cette relation est alors adoptée pour le calcul des besoins en eau et le pilotage des irrigations en temps réel des agrumes dans la région du Nord-est de la Tunisie.

Calendrier d'irrigation à base de Tx pour le système localisée

Pour le choix du coefficient cultural, on se réfère au bulletin de la FAO-56. Le degrés de couverture du sol (Cs) est le principal facteur à prendre en compte. On applique (Kcb) base en irrigation localisée et (Kc) global quand il s'agit de la cuvette. Le Kc peut être calculé directement à partir de la couverture du sol sachant que Kc demeure constant quand Cs dépasse 70% :

$$Kc = 0,6 * Cs + 0,28$$

Le temps d'irrigation est alors calculé à base de la densité (D, arbre/ha) et du débit total par arbre (Dt, l/h/arbre) .

Tableau 1. Calendrier d'irrigation localisée en fonction de la température maximale

Agriculteur : GIAF		Cs : 0,25	
Variété-Age : Thomson 6 ans		D : 800 a/ha	
Système : GR		Dt : 24 L/h/a	
Sol : Sableux		Kc = 0,39	
Herbes : 10%			
Besoins en eau		Temps d'irrigation	
T max (°C)	ETc (mm/d)	Heure	Minute
15	0,41	0	20
17	0,52	0	25
19	0,83	0	40
21	1,04	0	50
23	1,25	1	00
25	1,46	1	10
27	1,66	1	15
29	1,87	1	25
31	2,08	1	35
33	2,29	1	45
35	2,52	2	00
37	2,72	2	05
39	2,94	2	15
41	3,15	2	25
43	3,36	2	40
45	3,57	2	50
47	3,78	3	00

Ce calendrier est à la disposition des vulgarisateurs de la région sous forme de feuille de calcul Excel. Il suffit de modifier les paramètres de droite (Cs, densité, débit par arbre) et l'on obtient un calendrier « sur mesure » pour le verger en question.

Intervalles d'irrigations optimums pour la technique Cuvette

La cuvette reste encore la technique majoritaire pour les agrumes (plus que 60%). Elle prend généralement toute la superficie allouée à l'arbre et elle est en double cuvette et dans certains cas divisée en 2 compartiments. La dose d'eau reste assez variable, de 1000 L à 4000 L en fonction de la main d'eau, sachant que l'agriculteur a toujours tendance à la remplir.

Quand on passe au pilotage des irrigations avec cette technique, on peut admettre que la dose d'irrigation correspond à la moitié de la réserve maximale du sol. On distingue trois types de sol (sableux S , dose I= 400 m3/ha), (limono-sableux L-S, dose I= 600 m3/ha) et (sol limoneux L. dose I=800 m3/ha).

Tableau 2. Intervalles optimums (jours) d'irrigations des agrumes dans le Nord-est de Tunisie selon le type de sol pour verger adulte de Cs=0,7 et planté 5mx5m.

Mois Sol	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.
S	20	17	12	9	8	9	12	17
L-S	30	26	17	13	11	13	17	25
L	----	30	23	17	15	17	23	30

Ces intervalles d'irrigations peuvent être calculés pour une densité et une couverture du sol différentes et également actualisés en fonction de Tx.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La température maximale est un outil plus simple d'utilisation et peu coûteux, si l'on compare au bac d'évaporation. Cette mesure en verger peut être effectuée chez l'agriculteur. Le calendrier et les intervalles d'irrigations proposés devraient permettre une meilleure gestion des irrigations des Agrumes dans la région. Cette méthode offre l'avantage d'être extrapolante à d'autres cultures.

Pour compléter cette approche, nous proposons l'installation des sites tensiométriques, 1 à 3 dans chaque CTV (Cellule Territoriale de Vulgarisation) selon type du sol qui seront suivis par les techniciens. L'indication tensiométrique permettra de connaître le démarrage de la saison des irrigations ainsi que l'arrêt ou le démarrage des irrigations après une pluie durant la saison. Des conventions établies entre notre Institut, les CTV et les groupements de Développement Agricoles (GDA) vont dans ce sens.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

De Villèle, O.1965. Cinq années d'expérimentation sur les besoins en eau des cultures. Documents Techniques INRAT, N°11.

Damagnez, J. et De Villèle, O. 1959. Besoins en eau d'une culture d'Orangers. Influence de la salure et de l'enracinement. Annales INRAT, vol. 32, p159-180.

Allen, R.G., Perriera, L.S., Raes, D. and Perrier, A.1998. Crop Evapotranspiration. Bulletin FAO N°56.

Allen, R.G., Smith, M., Perriera, L.S. and Perrier, A. 1994. An Update of the Calculation of Reference Evapotranspiration. ICID BULLETIN, VOL. 43, NO 2. P:35-92

Nasr, Z. 1998. Measurements and Estimations of Reference Evapotranspiration in Tunisia. 1 st Inter-regional conference on environment-water : innovative issues in irrigation and drainage. Additional Papers ICID, Lisboa, Portugal 16,17 et 18 September 1998. p 322-328.

Doorembos, J. and Pruitt, W.O. (1977). Crop water requirements. Irrigation and Drainage paper, No. 24. FAO Roma. 179p.