

## Optimisation de l'irrigation de la vigne dans le plateau de Meknès (Maroc)

Messaoudi Z., El Fellah A.

*in*

Cantero-Martínez C. (ed.), Gabiña D. (ed.).  
Mediterranean rainfed agriculture: Strategies for sustainability

Zaragoza : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 60

2004

pages 197-201

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

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=4600065>

To cite this article / Pour citer cet article

Messaoudi Z., El Fellah A. **Optimisation de l'irrigation de la vigne dans le plateau de Meknès (Maroc)**. In : Cantero-Martínez C. (ed.), Gabiña D. (ed.). *Mediterranean rainfed agriculture: Strategies for sustainability*. Zaragoza : CIHEAM, 2004. p. 197-201 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 60)



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

# Optimisation de l'irrigation de la vigne dans le plateau de Meknès (Maroc)

Z. Messaoudi et A. El Fellah

Département d'Arboriculture-Viticulture, Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès,  
B.P. S-40, 50000 Meknès, Maroc  
E-mail : zerhoune@enameknes.ac.ma

---

**RÉSUMÉ** – Ce travail a eu pour objectif d'estimer les besoins en eau d'irrigation de la vigne de cuve 'Merlot/R99', d'étudier l'effet du stress hydrique sur les paramètres de végétation et de production et de déterminer un seuil de différence de température entre le feuillage et l'air ambiant ( $T_{\text{feuillage}} - T_{\text{air}}$ ) susceptible d'être utilisé pour piloter les irrigations des vignobles de la région de Meknès. Quatre régimes d'irrigation notamment 40, 60, 80 et 100%  $ET_c$  (évapotranspiration de la culture) sont comparés. Les besoins bruts en eau assimilés à l' $ET_c$  (Penman-Monteith) sont évalués à 524 mm pour la période allant de fin mars à début août. Quant aux besoins réels, ils ne sont que de 156 mm. Le déficit hydrique permet de contrôler la vigueur des cepes en affectant négativement la surface foliaire et le diamètre des rameaux. Lorsque le régime d'irrigation est inférieur à 80%  $ET_c$ , le rendement, le poids moyen de la grappe, le nombre de baies par grappe et le diamètre de la baie ainsi que l'acidité totale des moûts diminuent alors que la teneur en sucres des moûts augmente. Vu que le régime d'irrigation 80%  $ET_c$  constitue la consommation optimale en eau dans le cas de cet essai, l'irrigation peut être déclenchée dès que  $T_{\text{feuillage}} - T_{\text{air}}$  du côté Est dépasse +0.31 °C.

**Mots-clés** : Vigne, irrigation, stress hydrique, besoins en eau, évapotranspiration, production, qualité.

**SUMMARY** – "Optimisation of vineyard irrigation on the Meknès plateau (Morocco)". This study aimed at quantifying grapevine water requirements, studying the effect of the irrigation regime on vegetative and generative productions of wine grapes ('Merlot/R99') and determining thresholds of temperature differences between leaf and air ( $T_{\text{leaf}} - T_{\text{air}}$ ) to be used for guiding grapevine irrigation in the semi-arid plateau of Meknès, Morocco. Four irrigation regimes: 40, 60, 80 and 100%  $ET_c$  (crop evapotranspiration) were compared. Total water requirements based on  $ET_c$  (Penman-Monteith) for the whole growing season averaged 524 mm while total amount of water actually to be supplied to the vineyard irrigated with 100%  $ET_c$  was of 156 mm. Water deficit allowed a control of vegetative growth by affecting negatively leaf area and stem cross section. Yield, bunch weight, berry number per bunch, berry diameter and must titrable acidity decreased while must total soluble solids increased when irrigation regimes applied was lower than 80%  $ET_c$ . Irrigation regime based on 80%  $ET_c$  constituted the optimal water consumption for this trial. Therefore, irrigation can be started when  $T_{\text{leaf}} - T_{\text{air}}$  measured on the vine eastern part becomes greater than +0.31 °C.

**Key words**: Wine grape, irrigation, water deficit, water requirements, evapotranspiration, yield, quality.

---

## Introduction

La vigne a été cultivée, dans le passé, d'une façon pluviale dans la plaine de Meknès. Cependant et avec une sécheresse qui y devient de plus en plus structurelle, la garantie de rendements en raisins économiquement valables a nécessité des irrigations d'appoint. Ainsi, l'irrigation est apportée non seulement pour réaliser des rendements en raisins économiquement intéressants mais aussi pour épargner à la plante tout état de stress susceptible d'avoir des répercussions négatives sur la qualité de la production (Esteban *et al.*, 1999 ; Escalona *et al.*, 2000). De plus, une gestion harmonieuse des ressources hydriques disponibles devient impérative. A cet effet, Peterlunger *et al.* (2000) a noté qu'un stress hydrique modéré garantit une haute qualité des raisins. Il permet de réduire la compétition exercée par la végétation et la croissance racinaire en favorisant l'accumulation des nutriments et des hydrocarbonates dans les raisins (Williams et Matthews, 1990 ; Hugué et Gérard, 1998 ; Comas *et al.*, 2000) et une réduction de l'acidité totale et du pH ainsi qu'une amélioration de la teneur en solides solubles totaux dans les raisins (Caspari *et al.*, 1996).

Ce travail a été réalisé au cours de l'année 2001 dans un vignoble de la région semi-aride de Meknès dans le but d'estimer les besoins en eau et d'étudier l'effet d'un stress hydrique modéré sur les paramètres de la végétation et de la production de la vigne.

## Matériel et méthodes

### Conduite de l'essai

Ce travail a été conduit dans un vignoble de 'Merlot/R99' âgé de 16 ans. Le sol du vignoble est caractérisé par une texture sablo-argileuse, un pH de 8, un taux de matière organique de 1,73%, une teneur en calcaire total de 22,4%, une humidité à la capacité au champ de 21,17% et une humidité au point de flétrissement de 9%. Les ceps sont conduits en Guyot double palissé selon un seul plan vertical. L'écartement est de 3 m entre les lignes de plantation et de 1,5 m entre les ceps sur une même ligne de plantation. La charge moyenne en bourgeons laissés à la taille est de 53 328 bourgeons/ha. Les ceps sont irrigués à la goutte à raison d'un goutteur de 12 l/heure pour deux ceps. L'essai a été conduit en blocs aléatoires complets ; le facteur étudié est le régime d'irrigation appliqué aux ceps entre fin mars et début août. Quatre régimes d'irrigation, représentant chacun une fraction de l'évapotranspiration de la vigne ( $ET_c$ ), sont comparés. Ces régimes sont 40, 60, 80 et 100%  $ET_c$ . L' $ET_c$  est calculée selon l'équation 1 à l'aide du logiciel CropWat 7.0 (Smith, 2000).

$$ET_c = Kc_{\text{ajusté}} * ET_0 \quad \text{équation 1}$$

avec :

$Kc_{\text{ajusté}}$  = coefficient cultural de la vigne ajusté aux conditions de la région (Allen *et al.*, 1998)

$ET_0$  = évapotranspiration de référence calculée par décade selon la méthode de Penman-Monteith (Allen *et al.*, 1998).

La dose brute d'irrigation (DBI, mm) est calculée en supposant que seulement 80% des pluies reçues sont effectives (Esteban *et al.*, 1999). Quant à la dose nette d'irrigation (DNI, mm), elle a été obtenue en tenant compte de l'efficacité du système d'irrigation utilisé (90% pour la micro-irrigation), d'une part, et de la proportion du sol humectée par les goutteurs (0.3), d'autre part.

### Paramètres contrôlés

Aux environs de la véraison, la surface foliaire moyenne ainsi que la surface de section moyenne du rameau ont été estimées à partir de 12 rameaux par parcelle élémentaire. Ces rameaux ont été choisis à raison de 2 rameaux par cep et parmi ceux situés entre le 4<sup>ème</sup> et le 6<sup>ème</sup> rang compté à partir de la base de la baguette. Les feuilles utilisées sont prélevées à partir du même point d'insertion opposé à la première grappe du rameau et la surface foliaire est mesurée à l'aide d'un planimètre (modèle 310 Area meter, Li-Cor, USA). Quant au diamètre du rameau, il a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse de précision.

Le taux moyen de nouaison, le nombre moyen de grappes par cep, le poids moyen de la grappe, la longueur moyenne de la grappe, le nombre moyen de baies par grappe, le poids moyen de 100 baies, le diamètre moyen de la baie ainsi que le rendement moyen par hectare ont été estimés. Par ailleurs, la teneur en sucres (°Brix) (réfractométrie), l'acidité totale (titrimétrie), le pH (pH-métrie) et l'acidité volatile (titrimétrie après distillation) des moûts ont été mesurés.

Vers le milieu de la troisième décade de juillet et pendant une journée à temps calme et à ciel clair et découvert, la température du couvert végétal des deux côtés Est et Ouest des ceps a été mesurée à l'aide d'un radio-thermomètre (Infra Trace, Type KM800S, France) moyennant 60 mesures par parcelle élémentaire. La différence de température entre le feuillage et l'air ( $T_{\text{feuillage}} - T_{\text{air}}$ ) au niveau de chacune des parcelles élémentaires a été calculée.

Une analyse de variance a été réalisée pour tester l'effet du facteur du régime d'irrigation sur les différents paramètres étudiés et la comparaison des moyennes a été effectuée à l'aide du test de Newman et Keuls aux seuils de 1 et 5%.

## Résultats et discussion

### Besoins en eau et évapotranspiration de la vigne ( $ET_c$ )

L' $ET_c$  a évolué d'une valeur minimale de 1 mm/j au début de la saison à un maximum de 5,62 mm/j vers le mois de juin pendant lequel la croissance végétative et l'expansion foliaire ont été maximales. En effet, une augmentation de l' $ET_c$  d'environ 43% a été notée entre la première décennie de mai et celle de juin. L' $ET_c$  a diminué à partir de juillet suite à une baisse de l' $ET_0$ , d'une part, et une stabilisation du coefficient cultural  $K_c$  pendant le milieu de la saison suivie d'une diminution dès la dernière décennie de juillet, d'autre part. L'évapotranspiration totale de la vigne entre le débourrement et la maturité des raisins s'élève à 524 mm. Au cours de la même période, la pluviométrie enregistrée dans la région n'a été que de 30 mm. Si l'on considère que 80% des pluies sont effectives, les besoins bruts en eau pour ce vignoble peuvent être chiffrés à 495 mm. Les pluies n'ont donc satisfait que 5,5% des besoins de la vigne en eau. Quant aux besoins totaux nets en eau, ils ont été estimés à 156 mm. Ils ont varié entre un minimum de 1,9 mm pour la dernière décennie de mars et un maximum de 18,6 mm atteint vers la première ou la troisième décennie de juin. Cette augmentation s'explique par l'expansion foliaire et la demande climatique qui ont été élevées pendant le mois de juin. Si l'on tient compte des régimes d'irrigation appliqués dans les conditions de l'essai, l'apport total effectif en eau au cours de la saison de croissance a été de 62, 92, 122 et 151 mm respectivement pour les traitements 40, 60, 80 et 100%  $ET_c$ .

### Paramètres de croissance

Le régime d'irrigation a affecté d'une façon significative aussi bien la surface de section des rameaux que la surface foliaire de la vigne (Tableau 1). Le traitement 100%  $ET_c$  a engendré la surface de section du rameau la plus grande tandis que 40%  $ET_c$  a induit la vigueur la plus faible. Quant à la surface foliaire, deux groupes de traitements peuvent être distingués : les ceps ayant reçu 80 ou 100%  $ET_c$  ont développé des feuilles plus grandes par rapport à leurs homologues irrigués à 40 ou 60%  $ET_c$ .

Tableau 1. Effet du régime d'irrigation sur la surface de section moyenne du rameau (SSMR) et la surface moyenne foliaire (SFM) de la vigne 'Merlot/R99'

Paramètre	Régime d'irrigation			
	40% $ET_c$	60% $ET_c$	80% $ET_c$	100% $ET_c$
SSMR (mm <sup>2</sup> )	32,49c	36,84bc	38,71b	47,40a
SFM (cm <sup>2</sup> )	101,95b	109,45b	131,8a	145,11a

a,b,c Pour un même paramètre, les chiffres suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents (Newman et Keuls, 5%).

### Paramètres de production

Le régime d'irrigation a affecté le rendement en raisins et quelques-unes de ses composantes notamment le poids moyen de la grappe, le nombre moyen de baies par grappe, le diamètre moyen de la baie et le poids moyen de cent baies (Tableau 2). Le régime d'irrigation 60%  $ET_c$  a engendré des chutes respectives du rendement de l'ordre de 21 et 27% par rapport à 80%  $ET_c$  et 100%  $ET_c$ . Une diminution des apports d'eau d'irrigation de l'ordre de 20% par rapport à la demande climatique n'a pas affecté ce paramètre. La diminution des rendements en raisins observée avec l'augmentation du stress hydrique s'explique surtout par la diminution concomitante engendrée au niveau du poids moyen de la grappe, du nombre moyen de baies par grappe et du diamètre moyen de la baie. Par contre, le taux moyen de nouaison, le nombre moyen de grappes par cep ainsi que la longueur moyenne de la grappe n'ont pas varié avec le régime d'irrigation appliqué.

Tableau 2. Effet du régime d'irrigation sur le rendement, le taux de nouaison (TMN), le nombre moyen de grappes par cep (NMGC), la longueur moyenne de la grappe (LMG), le poids moyen de la grappe (PMG), le nombre moyen de baies par grappe (NMBG), le diamètre moyen de la baie (DMB) et le poids moyen de cent baies (PMB) de la vigne 'Merlot/R99'

Paramètre	Régime d'irrigation			
	40% ET <sub>c</sub>	60% ET <sub>c</sub>	80% ET <sub>c</sub>	100% ET <sub>c</sub>
Rendement (kg/cep)	1,95c	2,23b	2,81a	3,04a
TMN (%)	27a	27a	27a	26a
NMGC	34a	37a	40a	41a
LMG (mm)	21a	19a	21a	20a
PMG (g)	57b	60b	73a	75a
NMBG	97b	114b	146a	148a
DMB (mm)	67c	72bc	79b	86a
PMB (g)	9c	10b	10a	11a

a,b,cPour un même paramètre, les chiffres suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents (Newman et Keuls, 5%).

### Paramètres de qualité

Le régime d'irrigation a affecté la teneur en sucres (°Brix), l'acidité totale et l'acidité volatile mais pas le pH des moûts de raisins (Tableau 3). En effet, le °Brix a augmenté avec le déficit hydrique. L'acidité totale des moûts issus des ceps ayant reçu les traitements 80 ou 100% ET<sub>c</sub> était plus élevée que celle obtenue chez les ceps irrigués à 40 ou 60% ET<sub>c</sub>. Les moûts des raisins issus des ceps les plus stressés ont développé une acidité volatile plus élevée par rapport à ceux ayant reçu un régime d'irrigation plus confortable. Il semble donc que la diminution de la production engendrée par le déficit hydrique occasionne une augmentation appréciable aussi bien des teneurs en sucres que de l'acidité volatile ainsi qu'une diminution de l'acidité totale des moûts des raisins. En effet, une corrélation négative de l'ordre de 0,82 et 0,66 a été observée entre le rendement d'une part et le °Brix et l'acidité volatile d'autre part. Quant à l'acidité totale des moûts, elle est corrélée positivement avec le rendement (R = 0,90).

Tableau 3. Effet du régime d'irrigation sur la teneur en sucre (°Brix), l'acidité totale (AT), le pH et l'acidité volatile (AV) des moûts de 'Merlot/R99'

Paramètre	Régime d'irrigation			
	40% ET <sub>c</sub>	60% ET <sub>c</sub>	80% ET <sub>c</sub>	100% ET <sub>c</sub>
°Brix	15,02c	14,69bc	14,22ab	13,97a
AT (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /l)	4,40b	4,97b	5,67a	5,90a
PH	3,79a	3,59a	3,43a	3,24a
AV (g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /l)	0,19b	0,10a	0,11a	0,09a

a,b,cPour un même paramètre, les chiffres suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différents (Newman et Keuls, 5%).

### Différence de température ( $T_{\text{feuillage}} - T_{\text{air}}$ )

$T_{\text{feuillage}} - T_{\text{air}}$  augmente avec la sévérité du déficit hydrique appliqué aux ceps (Tableau 4). Elle a augmenté de +0 à +2,94 °C et de -2,44 à -0,34 °C respectivement pour les côtés Est et Ouest de la plante. L'application d'un déficit hydrique engendre une fermeture concomitante des stomates réduisant ainsi les échanges gazeux entre la plante et l'air. Laquelle réduction se traduit par une accumulation de la chaleur dans les feuilles. En tenant compte des résultats portant sur la croissance végétative, les rendements et la qualité des moûts qui montrent que le régime d'irrigation 80% ET<sub>c</sub> présente une consommation efficace en eau dans les conditions de cet essai, nous pouvons postuler que les irrigations peuvent être déclenchées dès que  $T_{\text{feuillage}} - T_{\text{air}}$  du côté Est dépasse le seuil de +0,31 °C.

Tableau 4. Effet du régime d'irrigation sur la différence de température entre le feuillage et l'air ambiant ( $T_{\text{feuillage}} - T_{\text{air}}$ ) dans le vignoble de 'Merlot/R99'

Côté	Régime d'irrigation			
	40% ET <sub>c</sub>	60% ET <sub>c</sub>	80% ET <sub>c</sub>	100% ET <sub>c</sub>
Est	+2,94	+1,84	+0,31	+0,03
Ouest	-0,34	-1,47	-2,06	-2,44
Moyenne	+1,30	+0,19	-0,88	-1,20

## Conclusion

Ces résultats montrent que les besoins nets en eau de la vigne dans des conditions similaires à celles de l'essai et tels qu'ils sont déterminés par la méthode de Penman-Monteith sont de l'ordre de 156 mm.

Un déficit hydrique modéré peut contrôler la croissance végétative en réduisant la vigueur de la plante à travers la réduction de la surface foliaire et le diamètre des rameaux et affecter d'une manière négative le poids moyen de la grappe, le nombre moyen de baies par grappe et la croissance des baies tout en engendrant une augmentation de la teneur en sucres ainsi qu'une diminution de l'acidité totale du moût.

La différence de température entre les feuilles et l'air ambiant ( $T_{\text{feuillage}} - T_{\text{air}}$ ) peut constituer un outil valable pour piloter les irrigations des vignobles. La décision de déclencher une irrigation dans des situations similaires peut être prise dès que cet indice, mesuré du côté Est, dépasse +0,31 °C.

## Références

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. et Smith, M. (1998). *Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. FAO Irrigation and Drainage, Paper No. 56. FAO, Rome.
- Caspari, H.W., Neal, S., Naylor, A., Trought, M.C.T. et Tannock, S. (1996). Use of cover crops and deficit irrigation to reduce vegetative vigor of 'Sauvignon Blanc' grapevines in humid climate. Dans : *4<sup>th</sup> International Symposium on Cool Climate Viticulture et Enology*, Rochester, New York (USA), 16-20 July 1996, pp. II-63-66.
- Comas, L.H., Anderson, L.J., Eissenstat, D.M. et Lakso, A.N. (2000). Patterns of root dynamics as influenced by pruning and irrigation in 'Concord' grapevines. Dans : *6<sup>th</sup> International Symposium on Grapevine Physiology and Biotechnology*, Heraklion (Greece), 11-15 June 2000, p. 163.
- Escalona, J., Flexas, J., Nadal, M., Lampreave, M., Lopez, M., Zaballa, O. Garcia-Escudero, E. et Medrano, H. (2000). Soil water effects on daily and seasonal sap flow and leaf transpiration in grapevines. Dans : *6<sup>th</sup> International Symposium on Grapevine Physiology and Biotechnology*, Heraklion (Greece), 11-15 June 2000, p. 80.
- Esteban, M.A., Villanueva, M.J. et Lisarrague, J.R. (1999). Effect of irrigation on changes in berry composition of Tempranillo during maturation: Sugars, organic acids and mineral elements. *American Journal of Enology and Viticulture*, 50 : 20-23.
- Huguet, J.D. et Gérard, M. (1998). *Irrigation et Qualité des Fruits. Traité d'Irrigation*. Eds Technique et documentation.
- Peterlunger, E., Sivilotti, P., Celotti, E. et Zironi, R. (2000). Water stress and phenolic quality in Red Grapes. Dans : *6<sup>th</sup> International Symposium on Grapevine Physiology and Biotechnology*, Heraklion (Greece), 11-15 June 2000, p. 83.
- Smith, M. (2000). *A Computer Program for Irrigation Planning and Management: CropWat 7.0*. FAO Irrigation and Drainage, Paper Nos 46 and 49. FAO, Rome.
- Williams, L.E. et Matthews, M.A. (1990). Grapevine. Dans : *Irrigation of Agricultural Crops*. Agronomy Monograph No. 30. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA.

