

## Pilotage des irrigations de la pomme de terre par le lysimètre et le bac A sous goutte à goutte

Taghzouti M. & Eddounit L.

Centre Régional de la Recherche Agronomique d'Agadir, BP 124 Inezgane

### Résumé

*La non maîtrise technique de la gestion des irrigations de la pomme de terre représente l'un des facteurs limitants pour sa productivité dans le Souss-Massa. Le pilotage des irrigations est basé au niveau des exploitations sur des méthodes traditionnelles telles que le tour d'eau et l'aspect de la plante, qui ne répondent pas aux besoins réels de la plante. Les objectifs de cette étude sont : 1) l'étude de l'effet de " deux méthodes de pilotage des irrigations (BAC A et le lysimètre) sur le rendement de la pomme de terre. 2) la détermination des doses d'irrigation adéquates pour la pomme de terre dans le Massa.*

*Le pilotage des irrigations quotidiennes de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) par la cuve lysimétrique adaptée et par le Bac " A " a donné des rendements élevés(45t et 43t/ha) et des tubercules de bonne qualité. Les quantités d'eau apportés par le Bac avec les coefficients culturaux pris comme référence correspondent à 80 % de celles fournies par le lysimètre. Le pilotage par le Bac nécessite un réajustement du coefficient culturel (Kc) au stade S3 correspondant au grossissement des tubercules.*

*La production de la pomme de terre de bonne qualité, sur le sol sableux de Massa, sous goutte à goutte, nécessite des régimes d'irrigation équivalents à 80 % et 100 % de l'évapotranspiration maximale (ETM ).*

**Mots clés :** Pomme de terre (*Solanum Tuberosum*), pilotage des irrigations, lysimètre, Bac

## Abstract : Irrigation scheduling of potato using the lysimeter and class A pan evaporation methods

The irrigations management represents one of the important factors limiting the production of the potato in the Massa region. Usually, the irrigation scheduling is based on traditional methods such as the fixed weekly amount of irrigation and visual observations of plant or estimations of soil dryness buy feel. Who doesn't answer to the real needs of the plant. The objectives of this study ar : i) evaluation of the effect of two irrigation scheduling methods (Pannevaporation and lysimeter) on the yield of the potato. ii) determination of the adequate irrigations amounts for the potato in Massa region.

The lysimeter and class A pan evaporation (Bac A) scheduling irrigation methods produced high tuber yield of 43t/ha respectively an high tuber quality. The applied amount of irrigation water usign the BAC represented 80 % of that applied where the lysimeter method is used. Thus, usign BAC irrigation scheduling method requires an ajustement of kc at tuber bulking. The efficient irrigation regimes for potato production an quality enhancement in Massa region (sandy soil) is between 80 % and 100 % of ETM.

**Key words :** Potato (*Solanum tuberosum*), scheduling irrigation, BAC, lysimeter

**المخلص :** تسيير ستي البطاطس بواسطة اللزمتر و الباك

تغزوتي م. و الدونيت ل.

المركز الجهوي للبحث لزراعي، ص.ب. 121 إنزكان، أكادير

بعد عدم التحكم من تقنيات تسيير الري واحدة من أهم معوقات إنتاجية زراعة البطاطس في حوض ماسة عادة يعتمد تسيير الري في الحقل على تقنيات عادية مثل دورة السقي و معاينة حالة النباتات التي لا توفر غالبا للبطاطس احتياجاته الحقيقية من الماء.

أما أهداف دراساتنا فهي كالتالي :

1 دراسة تأثير طريقة تسيير الري الباك و اللزمتر على مردودية البطاطس،

2 تحديد أنظمة أو كميات الري الناجحة لزراعة البطاطس في حوض ماسة.

لقد أعطت قيادة الري اليومي للبطاطس بواسطة اللزمتر و الباك نتائج عالية من ناحية المردودية و جودة الثمار 43 ت و 45 ت/ه.

أما كميات المياه الواردة على طريقة الباك مع استعمال مؤشرات Kc المرجعية فهي لا تمثل إلا 80% من

كميات تقييم اللزمتر، الأمر الذي يحتم تحسين مؤشر Kc في مرحلة تقوية الثمار.

أما فيما يخص أنظمة الري المقيدة و الفعالية للبطاطس في حوض ماسة فهي تتراوح بين 80 % و 100 %

من التبخر الأقصى ETM.

**الكلمات المفتاحية :** البطاطس، قيادة الري، اللزمتر، الباك

## Introduction

Dans le Souss-Massa, la pomme de terre (*Solanum Tuberosum*) couvre actuellement une superficie d'environ 5.680 ha, avec une production de 125.000 t dont une partie en primeurs (2.000 t/an) est exportée. Ce qui représente 10 % de la superficie totale, 16 % de la production nationale et 2 % de des exportations. Cependant, sa culture est caractérisée par une productivité et un rendement moyen généralement faible ( 20 à 30t/ha ). Ceci résulte en grande partie de la mauvaise gestion des irrigations le long du cycle de la plante et de la non maîtrise des apports aux moments opportuns et critiques pour la production. Le pilotage du calendrier des irrigations au niveau des exploitations est souvent basé sur des méthodes traditionnelles telles que le tour d'eau et l'aspect de la plante. Ces méthodes de gestion imprécises ne répondent pas toujours aux besoins réels qui sont en fonction des stades végétatifs, du type de sol et des conditions climatiques. A l'échelle mondiale, plusieurs méthodes de pilotage des irrigations sont appliquées pour la culture de la pomme de terre (Claudio et al., 1994). L'approche la plus traditionnelle basée sur l'humidité du sol consiste à maintenir le niveau de sa réserve au-dessus de 65 % sur une profondeur de 40 à 50 cm (Adams ,et Stevanson ; 1990).

Durant les années 70, plusieurs programmes informatiques et d'assistance par ordinateurs ont été proposés pour le pilotage et la gestion des irrigations. Ces programmes sont basés sur les méthodes d'estimation de l'évapotranspiration de la culture (Et) et la réserve en eau du sol (Best et James, 1988 ; Jensen et al., 1971). Toutefois, l'emploi des coefficients culturaux suggérés dans la littérature n'est pas toujours satisfaisant pour le transfert de l'influence de l'environnement (demande atmosphérique) à l'équilibre eau- sol-plante. Mais, cette influence peut être évaluée chaque année par le rapport Evaporation du Bac sur le Déficit de Pression de Vapeur (E/DPV) ou par (ET/DPV) (Rossi Pisa, et Bigaran, 1990). Le cycle de la culture devait être divisé en stades courts, dépendant non seulement de la croissance de l'indice de la surface foliaire et de la matière sèche, mais également du nombre de jours après la pluie ou l'irrigation. Cependant ces outils et ces modèles ne sont pas encore utilisés par les agriculteurs et sont considérés surtout comme des outils de recherche et d'explication du fonctionnement de la plante. Toutefois, dans cette région semi -aride, où les ressources en eau sont limitées, l'utilisation rationnelle et efficace de l'eau d'irrigation est primordiale pour un développement agricole durable. Ainsi cette étude a pour objectif principal de contribuer à la maîtrise de la gestion des irrigations de la pomme de terre dans le Massa par :

- l'étude de l'effet de deux méthodes de pilotage des irrigations sur le rendement de la pomme de terre.
- la détermination des doses d'irrigation adéquates pour la pomme de terre dans le Massa.

## Matériels et Méthodes

L'expérimentation a été conduite au Domaine expérimental Melk-zhar (DMZ) situé dans le périmètre irrigué du Massa à 47 km au sud d'Agadir, sur un sol, de texture sablonneuse, présentant une réserve facilement utilisable de 9,4 mm à 40 cm de profondeur et un pH = 8,1.

L'irrigation a été assurée par l'eau du barrage Ibn Tachfine caractérisée par un pH = 7,2 et une C.E = 0,7 mmhos/cm. La variété Désirée a été conduite sous l'irrigation goutte à goutte avec deux méthodes de pilotage des irrigations : BAC " A " et cuve lysimétrique. La plantation a été réalisée le 16 Février 1996.

La fumure de fond apportée par hectare était constituée de 30 t de fumier, 50 Kg d'azote, 100 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 50 Kg de K<sub>2</sub>O. La fumure d'entretien était apportée en fertigation pendant 76 jours depuis la levée à raison de 150 Kg d'azote, 100 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 200 Kg de K<sub>2</sub>O/ha.

Le désherbage et le buttage ont été effectués le 18 mars 1996 et 16 avril 1996. Les traitements phytosanitaires appliqués contre le mildiou ont été réalisés par le Ridomil et l'Organil 66 à raison de 200 g/hl/ha.

Les irrigations ont été apportées quotidiennement pour l'ensemble des traitements. Les quantités d'eau apportées étaient équivalentes aux ETM estimées à partir de :

L'évaporation du BAC " A " (EV) corrigée par le coefficient du bac (K<sub>b</sub>=0,8) et les coefficients culturaux (K<sub>c</sub>) déterminés par Alaoui (1992) à la Station Melk Zhar, qui sont de 0,67, 0,79, 1,02 et 0,9 respectivement pour les quatre stades de croissance proposés par Doorenbos et Kassam (1979) et Loon (1981).

$$ETM = E_v \times K_b \times K_c.$$

L'évapotranspiration de la pomme de terre déterminée au niveau d'une cuve lysimétrique installée au milieu de la parcelle à partir de la formule suivante :

$$ETM = \text{Apports} - \text{Drainats}.$$

Les traitements étudiés à partir des taux de l'ETM préconisés ont été définis ainsi :

$$T_1 : ETM \text{ Bac } (ETM_{\text{Bac}})$$

$$T_2 : ETM \text{ lysimètre } (ETM_{\text{ly}})$$

$$T_3 : 0,80 ETM \text{ lysimètre } (ETM_{80})$$

$$T_4 : 0,60 ETM \text{ lysimètre } (ETM_{60})$$

Le dispositif expérimental adopté était un bloc aléatoire complet à quatre répétitions. La parcelle élémentaire était constituée de six lignes disposés sur une superficie de 50 m<sup>2</sup>, avec une distance de plantation de 0,30 m entre plants et 0.80 m entre lignes, soit une densité de plantation de 41.600 plants/ha, répartis à raison d'une plante par goutteur. La distance entre les traitements et les blocs était respectivement de trois et quatre mètres.

Dans le souci de l'homogénéisation de l'humidité du sol et de l'uniformité des traitements, une pré-irrigation a été effectuée sur l'ensemble des parcelles après plantation, en plus des mesures régulières, des débits de goutteurs. Les observations et mesures réalisées étaient portées sur les aspects phénologiques de la plante et sur le rendement et ses composantes. Elles ont concerné en premier lieu la vigueur, estimée par une note allant de 1 à 5 (1 = faible vigueur, 5 = forte vigueur), la couleur des feuilles, la hauteur des tiges (en cm) en plein végétation, le port et la date de tubérisation. En second lieu, le nombre de tubercules par plant, le poids (en kg) des tubercules par plant et le calibre des tubercules selon les types suivants : Hors calibre (HC) : >11 cm de

Gros calibre (GC) : 8 à 11 cm

Calibre moyen (CM) : 5 à 8 cm

Petit calibre (PC) : 2 à 5 cm

Grenaille (GN) : < 2

## Résultats et discussion

### Effet sur le rendement et ses composantes

Les rendements obtenus étaient élevés et significativement différents entre les quatre traitements utilisés (tableau 1). Ils varient entre 36t/ha et 45t/ha. Le pilotage par lysimètre ( $ETM_{ly}$ ) a permis la réalisation des meilleurs résultats au niveau du rendement et de ces composantes. Cependant, ceux du pilotage par Bac ( $ETM_{Bac}$ ) restaient statistiquement similaires à ceux de  $ETM_{80}$ .

L'amélioration de rendement par  $ETM_{ly}$ , par rapport à  $ETM_{Bac}$ ,  $ETM_{80}$  et  $ETM_{60}$  était respectivement de 5 %, 10 % et 20 %. Par ailleurs, aucun effet significatif n'a été révélé sur le nombre de tubercule par plant qui a varié entre 8 et 9 tubercules.

L'influence des traitements étudiés sur la qualité des tubercules était variable selon les catégories des calibres (tableau 2). Elle est significative exclusivement au niveau des hors calibres (HC) et des calibres moyens (CM).

Les niveaux des HC réalisés par  $ETM_{ly}$ ,  $ETM_{Bac}$  et  $ETM_{80}$  étaient statistiquement similaires et représentaient 38 % de leur rendement total. Ceux de CM étaient par contre similaires pour  $ETM_{ly}$  et  $ETM_{60}$  d'une part et pour  $ETM_{80}$  et  $ETM_{Bac}$  d'autre part. Ils étaient de 30 % et 35 % pour le premier groupe et de 15 % et 18 % pour le second groupe.

Le développement végétatif des plants sous les différents traitements était uniforme et identique. Aucune différence notable au niveau des feuilles, du port des plants, de la vigueur de la plante, de sa hauteur en plein développement et du niveau du nombre de tiges par plant n'a été observée (tableau 3).

### Effet sur l'efficacité de l'eau

Les doses d'irrigations apportées le long du cycle par les quatre traitements ont variés entre 290 mm et 182 mm/ha. La répartition de la dose  $ETM_{lys}$  selon les stades de croissance de la plante est consignée dans le tableau 4. Les besoins en eau de la plante au cours des stades S3 et S4, correspondant au grossissement et à la maturité des tubercules étaient les plus importants (75 % des besoins totaux). Les coefficients culturaux calculés pour les quatre stades sur la base de l'évaporation du Bac et de l'évapotranspiration du lysimètre étaient respectivement de 0,7, 0,8, 1,23 et 0,93. Ils étaient relativement supérieurs à ceux appliqués dans le pilotage du Bac ( $ETM_{Bac}$ ), particulièrement pour S3 où la différence est d'environ 18 %. Toutefois l'efficacité de l'utilisation de la faiblement varié entre les quatre traitements étudiés (Tableau 5). Les meilleurs résultats ont été obtenus par  $ETM_{60}$  suivit de  $ETM_{80}$  et  $ETM_{Bac}$ . Par compa-

raison à  $ETM_{ly}$ ,  $ETM_{80}$  a induit une économie d'eau de 53mm et une amélioration de l'efficience de l'eau de 19Kg/ha par millimètre d'eau consommée.

## Discussion

Le pilotage des irrigations par cuve lysimétrique ( $ETM_{ly}$ ) a permis une amélioration de rendement total et export par rapport au pilotage par le Bac. L'écart entre  $ETM_{ly}$  et  $ETM_{Bac}$  provient en majeure partie de la sous estimation des besoins en eau de la pomme de terre par cette dernière et particulièrement au stade grossissement des fruits (S3). En effet les quantités d'eau estimées par  $ETM_{Bac}$  et  $ETM_{80}$  sont inférieures d'environ 18 % à ceux du lysimètre à ce stade. Le stress engendré par cette perte d'eau est probablement à l'origine de perte de poids moyen de leurs tubercules. Selon Loon (1981), les stress hydriques engendrent à ce stade une réduction du potentiel de production de tubercule journalier et du taux de la photosynthèse. Cependant, la chute de rendement au niveau d' $ETM_{60}$  est due principalement à la faiblesse du taux des hors calibres (Hc). Cela pourrait s'expliquer en outre par l'intensité du stress hydrique qui a lieu au moment d'initiation de tubérisation (Singh, 1978 ; Clinton 1992). Globalement, les stress hydriques qui ont lieu avant tubérisation induisent des réductions notables de la croissance et du nombre des tiges, feuilles et racines (Loon, 1981 ; Hang & Miller, 1986)

Les doses d'irrigation totales estimées par les deux méthodes (Bac et lysimètre) représentent respectivement 76,6 % et 84 % de l'évaporation du bac. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Arow (1972) et Wolf (1982) pour  $ETM_{lys}$  et à ceux de Diop (1989) et Alaoui (1992) pour  $ETM_{Bac}$ . Cette différence provient, probablement de la sous estimation de l'évapotranspiration potentielle par le BAC. Une comparaison avec d'autres méthodes d'estimation telles que Blaney - Criddle modifiée, Penman - Monteith et rayonnement global est indispensable pour un ajustement préalable.

La différence des coefficients culturaux calculés et ceux utilisés comme référence dans  $ETM_{Bac}$  est due principalement à la variabilité des conditions climatiques annuelles à la durée des cycles végétatifs et à la méthode d'estimation de l'évapotranspiration. En effet, les coefficients références sont déterminés sous l'aspersion et non sous goutte à goutte.

Les meilleures efficacités d'utilisation de d'eau réalisées par  $ETM_{60}$  et  $ETM_{80}$  par rapport à l' $ETM_{ly}$ , pourrait s'expliquer par la meilleure utilisation de l'eau par les plantes poussées dans des conditions de déficit hydrique faible. Selon Loon (1981), la culture de la pomme de terre élevée sous de telles conditions hydriques supporte mieux la sécheresse durant le stade de grossissement et donnent des rendements relativement élevés que celle issue des meilleures conditions.

Avec la similitude de son rendement au niveau de HC,GC et la supériorité de son efficience à celle de l' $ETM_{ly}$ ,  $ETM_{Bac}$  peut être considérée comme la dose optimale, ou comme l'évapotranspiration maximale agronomique (ETMa) définie par Giardini (1982). Elle correspond à la valeur d'Evapotranspiration souvent inférieur à ETM, qui permet d'obtenir un résultat technique optimal parmi ceux obtenus, par la gestion de l'eau. En effet, pour la pomme de terre les meilleures performances sont souvent réalisées par des doses inférieurs à ETM (Martin & Miller, 1983 ; Miller & Martin, 1983 ; Hanes & Pumphrey, 1984 et Giardini., 1990)

## Conclusion

Les deux méthodes de pilotage des irrigations utilisées (Bac et lysimètre) ont induit des rendements élevés et des tubercules de bonne qualité. Avec les coefficients culturaux utilisés, la méthode BAC fournit des niveaux d'irrigation correspondant à 80 % de celle de la case lysimétrique. Les meilleurs rendements sur le sol sableux de Massa ont été obtenus par des régimes d'irrigations efficaces situés entre 80 % et 100 % de l'évapotranspiration. Par ailleurs, la cuve lysimétrique constitue un moyen de gestion d'irrigations simple et très efficace en particulier dans les sols sableux au niveau des exploitations où on ne dispose pas de données climatiques pour l'utilisation des autres méthodes.

**Tableau 1.** Nombre et poids de tubercules par plant, rendement total et export de la variété Désirée sous deux méthodes de pilotage des irrigations (Bac A et Lysimètre)

Traitement	Doses d'irrigation (mm)	Nombre de tubercules/ plant (Kg )	Poids de tubercules/ plant (Kg )	Rendement Total ( t/ha)	Rendement Export ( t/ha)
ETM <sub>ly</sub>	290	9,3 a	1,06 b	45,15 b	43,22 b
ETM <sub>Bac</sub>	254	9,1 a	0,98 a b	43,12 a b	41,50 a b
ETM <sub>80</sub>	237	8,9 a	0,97 a b	41,35 a b	38,44 a b
ETM <sub>60</sub>	182	8,2 a	0,85 a	36,38 a	33,17 a

**Tableau 2.** Effet de la méthode de pilotage des irrigations sur la répartition des calibres(% du poids total)

Traitement	HC %	GC %	CM %	PC %
ETM <sub>ly</sub>	37,6 b	27,8 a	29,1 b	4,8 a
ETM <sub>Bac</sub>	39,5 b	38,0 a	18,0 a	4,2 a
ETM <sub>80</sub>	38,0 b	39,3 a	15,2 a	7,3 a
ETM <sub>60</sub>	20,0 a	36,4 a	34,5 b	9,0 a

Les valeurs suivies par la même lettre au sein d'une même colonne ne sont pas significativement différents au seuil de 5 % par le test (New Man et Keuls)

**Tableau 3.** Effet de la méthode de pilotage des irrigations sur les aspects morphologiques et phénologiques de la variété Désirée

	Date tubérisation	Nb de tige/plan	Vigueur (1 à 5)	Port de plante	Aspect feuille	Hauteur (cm)
T1	5/4	5,0 a	4 a	Dressé	V.foncé	80 a
T2	5/4	5,0 a	4 a	"	"	75 a
T3	3/4	4,5 a	4 a	"	"	70 a
T4	3/4	4,5 a	4 a	"	"	74 a

**Tableau 4.** Comparaison entre les besoins en eau par stade de croissance et coefficients culturaux correspondants en  $ETM_{lys}$  et en  $ETM_{Bac}$  pour la variété Désirée

Stade	$ETM_{ly}$	ETP	Kc	$ETM_{Bac}$	Kc	(a-b)
	(a) (mm)	(mm)	(estimé)	(b)(mm)	(Réf)	(mm)
S1	20,70	29,20	0,70	19,56	0,67	1,14
S2	47,97	59,84	0,80	47,27	0,79	0,63
S3	189,65	153,52	1,23	156,57	1,02	33,00
S4	31,40	33,60	0,93	30,24	0,90	1,16
Total	289,72	276,16	----	253,64	----	35,93

**Tableau 5.** Effet de la méthode du pilotage sur l'efficacité de l'utilisation de l'eau sur cv Désirée sous goutte à goutte

Traitement	Doses (mm)	Efficacité (t/ha/mm)	
		Rendement total	Rendement export
$ETM_{ly}$	290	0,155 a	0,148 a
$ETM_{Bac}$	254	0,169 a b	0,163 b
$ETM_{80}$	237	0,170 a b	0,162 b
$ETM_{60}$	182	0,200 b	0,182 b

## Références bibliographiques

- Adams S.S. and W.R. Stevenson. 1990. Water management disease development, and potato production. Am. Potato. J. 67 : 3-11.
- Alaoui T. 1992. Gestion pratique des irrigations de la culture de la pomme de terre. Mémoire de CEA Faculté de Science Semlalia - Marrakech.
- Arow I. 1972. Crop production in dry regions Vol1 back ground and principal, 650p
- Best K. and L.G. James. 1988. Washington irrigation forecaster, in Claudio, On : Evaluation of on farm irrigation scheduling methods for potatoes. Am. Potato. j. 71 : 155-164.
- Claudio O. Stockle and K. Larry . 1994. Evaluation of on farm irrigation scheduling methods for potatoes. Am. Potato. J 71 : 155-164.
- Clinton C., shock, L.G., James C. Zalewski . 1992. Impact of Early season water deficits on Prusset Burbank plant development, tuber yield and quality. Am. Potato. J. 69 : 793-803.
- Diop A. 1989. Etude des besoins en eau de la pomme de terre de primeur irriguée par aspersion dans le Massa. Mémoire de fin d'étude IAV HASSAN II. CHA.
- Doorenbos J. et W. Pruitt. 1975. Besoin en eau des cultures. Bulletin d'irrigation et de drainage N° 24 FAO, Rome.
- Giardini L. 1990. Maximum evapotranspiration and agronomical maximum evapotranspiration of processing Tomato and Potato in Veneto environment. . Acta Hort 278 : 815-824
- Hanes D.C. and F.V. Pumphrey. 1984. Yield-evapotranspiration relationships and seasonal crops coefficients for frequently irrigated potatoes. Am. Pot. J. 61 : 661-668



- 
- Hang A.N. and D.E.Miller.1986.Yield and physiological responses of potatoes to deficit, high frequency sprinkler irrigation. *Agron.J.78* :436-440
- Jensen M.E., J.L. Wright. and B. Pratt. 1971. Estimating soil moisture depletion from climate, crop and soil data. *trans of the ASAE 14 (5)*, pp : 54-59.
- Loon C.D.1981. The effect of water stress on potato growth development, and yield. *Am. Potato. J.* 58 : 51-69.
- Martin M., D.E. Wand et Miller. 1983. Variations in responses of potato germplasm to deficit irrigation as affected by soil texture. *Am. Potato. J* 60 : 671 683.
- Miller D.E and M.W. Martin.1983. Effect of daily irrigation rate and soil texture on yield and quality of Russet Burbank potatoes. *Am. Potato. J* 60 : 745-757.
- Rossi P. and F.Bigaran.1990. irrigation timing by climate : plot and district application for potato. *Acta Horticulturae* 278 : 789-796.
- Singh S.D., G. P. Singh.1978. Water Economy and saline water use by drip irrigation. *Agronomy Journal* 70 : 948-951.
- Wolf D.W.1982. Growth and yield response of two potatoes cultivars to various levels of applied water. *irrig. sci* 3. : 211-222.