

## Effet de l'interaction du rythme d'apport d'azote et du régime d'irrigation sur le rendement quantitatif et qualitatif de la pomme de terre dans le Massa

Taghzouti M. et Eddoumit L.  
CRRRA Agadir, BP. 124 Inezgane, Maroc

### Résumé

*Sur les sols sableux à taux d'infiltration rapides et à faibles capacités de rétention, l'optimisation du rendement de la pomme de terre nécessite des irrigations fréquentes relativement élevées et des doses de fertilisation azotée élevées. Cependant, dans cet environnement, les pertes potentielles de l'azote par lessivage sous forme de nitrates restent importantes. L'objectif principal de cette étude est de contribuer à l'évaluation de l'effet de l'interaction entre l'irrigation et le rythme d'apport d'azote sur le rendement et le lessivage des nitrates. Trois régimes d'irrigation et deux rythmes d'apport d'azote ont été utilisés.*

*Les régimes d'irrigation équivalents à 80 % et 100 % de l'ETM ont induit à une amélioration du rendement et de la qualité des tubercules par rapport aux régimes à 60 % et 140 % de l'ETM. Les rendements moyens réalisés sont respectivement de 42,64 t et 42,27 t/ha pour 1998 et de 22,88 t et 26 t/ha pour 1999. La chute du rendement au niveau de 0.6 ETM est due, principalement, à l'augmentation du taux des calibres moyens (CM) au détriment des hors calibres (HC). Le rythme d'apport d'azote et son interaction avec l'irrigation n'ont pas eu d'effets significatifs sur le rendement et ses composantes. Le régime d'irrigation reste le facteur le plus déterminant pour les niveaux de production et la qualité des tubercules. Le régime 1.4 ETM a induit une réduction significative de la densité spécifique et de la matière sèche des tubercules et une diminution notable des taux des nitrates au niveau de la zone racinaire (60cm). Les irrigations équivalentes à 80 % et 100 % de ETM sont les plus efficaces pour la pomme de terre de primeur et de saison dans le Massa.*

**Mots clés :** Régime d'irrigation, rythme d'apport, azote, nitrates, pomme de terre

## Abstract : Interactive effects of split nitrogen timing and irrigation amounts on potato yield in Massa region

*On the sandy soils with rapid infiltration rate and low water holding capacities, the optimization of potato production requires high and frequent irrigations and high N fertilizer rates. However, in this environment, the potential for loss of fertilizer N through leaching of nitrates remains important. The objective of this study was to evaluate the combined effects of splitting N and irrigation regimes on the yield and nitrates leaching.*

*Three irrigation regimes and two rhythms of nitrogen application were used.*

*The irrigation regimes equivalent to 80 % and 100 % of the ETM induced an improvement of production and tubers quality than 60 % and 140 % ETM treatments.*

*The mean yield are, respectively, 42,64t and 42,27t/ha for 1998 and 22,88 t and 26t/ha for 1999. Yield reduction under 0.6 ETM regime was due to the increase of the rate of the middle calibers (Cm) and the decrease of the out callipers (HC).*

*The rhythm of nitrogen application and its interaction with the irrigation didn't have any significant effect on yield and its components. The irrigation regime remained the determining factor of production and the tubers quality. 1.4 ETM regime induced a significant reduction of the specific density, tuber dry matter and rates of the nitrates in the root zone (60 cm). The irrigations to 80 % and 100 % ETM are the most efficient for potato production in the Massa region.*

**Key words :** Irrigation regime, rhythm of application nitrogen, nitrates, potato

## ملخص : تأثير إيقاع التسميد الأزوتي و كميات الري على إنتاج البطاطس في حوض ماسة

تغزوتي م. و الدونيت ل.

المركز الجهوي للبحث الزراعي ح.ب. 121 إنزكان، أكادير، المغرب

تحتاج عادة زراعة البطاطس على الأراضي الرملية ذات المخزون المائي الضعيف الى سقي ذو وثيرة مكثفة وإلى تسميد أزوتي مرتفع، الشيء الذي يؤدي في هذا المناخ الى دعم ارتفاع تسرب النترات في الأرض. وتستهدف دراستنا هذه المساهمة في تقييم تأثير إيقاع التسميد الأزوتي و كميات الري على إنتاج البطاطس و تسريبات النترات في حوض ماسة.

انتج عن استعمال كميات الري التي تعادل 80% و 100% من ETM تحسن الانتاج وجود العسقولات مقارنة مع الكميات 60% و 140% من ETM، تراوح معدل الانتاج ما بين 42.2 طن/هكتار في موسم 1998 و ما بين 22.8 و 26 طن/هكتار في موسم 1999. لقد كانت زيادة نسبة الحجم المتوسط (CM) على حساب الحجم الكبير (CM) من

أهم أسباب انخفاض الانتاج في استعمال الكمية 60% من ETM. كما ادت الكميات 140% الى انخفاضات متباينة في نسبة المادة الجافة (MS) في عسقولات البطاطس و نسبة النترات في مستوى الجذور (Rhizosphere). أما إيقاع التسميد (في الأسبوع و في الأسبوعين) و تفاعله مع الري، لو نجد لهما تأثيراً مهماً و واضحاً على الانتاج و مكوناته. فتبقى بذلك كمية الري العامل الحاسم للانتاج و جودته. و تعد الكميات التي تعادل 80% و 100% من ETM كميات ملائمة لانتاج البطاطس في حوض ماسة.

**الكلمات المفتاحية :** كميات الري، ايقاع التسميد، الأزوت، البطاطس

## Introduction

La gestion de l'irrigation et de la fertilisation azotée est parmi les facteurs les plus importants qui affectent la production et la qualité de l'environnement dans les systèmes de culture de la pomme de terre (Stark et al., 1993). Sur les sols sableux à taux d'infiltration rapides et à faibles capacités de rétention, l'optimisation du rendement et sa qualité nécessite des irrigations fréquentes relativement élevées et des doses de fertilisation azotée élevées (Curwen et al., 1984 et Bundy et al., 1986). Cependant, dans cet environnement, les pertes potentielles de l'azote par lessivage sous forme de nitrates restent importantes (Stark et al., 1993). Les irrigations excessives induisent une réduction du système racinaire, une chute de la quantité de l'azote disponible dans le sol et par conséquent une augmentation de la quantité de fertilisants azotés nécessaires à la production de rendement élevés (Middleton et al., 1975). Les effets de la gestion de l'irrigation et de l'azote sur le lessivage des nitrates sont évalués séparément par plusieurs chercheurs (Bouldin et al., 1977 ; Mc Neal et al., 1976 ; Meisinger, 1976 et Rouike, 1985). Cependant, leur effet combiné est relativement peu étudié (Middleton et al., 1975 ; Saffigna et al., 1977 et Stark et al., 1993). Au niveau de la région du Massa où la culture de pomme de terre est conduite sur des sols sableux, aucune information n'est disponible actuellement sur l'irrigation et les pertes des nitrates dans le sol. Cette étude a pour objectif principal de contribuer à l'évaluation de l'effet de l'interaction entre l'irrigation et le rythme d'apport d'azote sur le rendement et le lessivage des nitrates.

## Matériel et méthodes

L'expérimentation a été conduite en 1998 et 1999 au Domaine Expérimental de Melk Zhar, sur un sol sableux, sous goutte à goutte avec trois régimes d'irrigation ETM (R1), 0,8 ETM (R2), 0,6 ETM (R3) et deux rythmes d'apport d'azote 1/semaine (N1) et 1/2 semaines (N2). Le régime 0,6 ETM a été substitué par 1,4 ETM en 1999 pour la confirmation de l'efficacité des régimes ETM et 0,8 ETM. Les irrigations sont apportées quotidiennement pour tous les traitements sur la base de l'évaporation du Bac "A". Les quantités d'eau appliquées sont calculées à partir de l'ETM estimée par l'évaporation du bac (EV) corrigée par un coefficient Kb

( $K_b=0.8$ ) et les coefficients culturaux ( $K_c$ ) pris comme référence. Ils sont respectivement pour les quatre phases de croissance proposées par Doorenbos (1979) et Loon (1981) de 0.7, 0.80, 1.23 et 0.93 ; ( $ETM=EV*K_b*K_c$ ). Les plantations des plants de CV Nicola ont eu lieu le 24/02/98 et le 02/11/98, sur des parcelles d'un état initial de 0,06 % N, 2,1 %  $P_2O_5$  et 2,9 %  $K_2O$  et ayant reçu une fumure de fond par hectare de 30t de fumier, 50kg d'azote, 200kg de  $P_2O_5$  et 50kg de  $K_2O$ . La fumure d'entretien azoté de 150kg/ha est apportée de l'initiation de tubercules à leur maturité, en deux rythmes d'apports hebdomadaires (N1 et N2). Les quantités appliquées sont de 12,5 kg/ha pour N1 et de 25 kg/ha pour N2 en 1998 et respectivement de 15 kg et 30 kg/ha en 1999. Par ailleurs, la fumure potassique d'entretien est appliquée en deux apports de 75 kg/ha le 31/03/98 et le 25/04/98. Les traitements étudiés à partir de la combinaison des trois régimes et des deux rythmes d'azote préconisés sont définis ainsi :

1998	1999
T1= $ETM*N1$ (R1 N1)	T1= $ETM*N1$ (R1 N1)
T2= $ETM*N2$ (R1 N2)	T2= $ETM*N2$ (R1 N2)
T3=0.8 $ETM*N1$ (R2 N1)	T3=0.8 $ETM*N1$ (R2 N1)
T4=0.8 $ETM*N2$ (R2 N2)	T4=0.8 $ETM*N2$ (R2 N2)
T5=0.6 $ETM*N1$ (R3 N1)	T5=1.4 $ETM*N1$ (R3 N1)
T6=0.6 $ETM*N2$ (R3 N2)	T6=1.4 $ETM*N2$ (R3 N2)

Les analyses de nitrates ( $NO_3-N$ ) ont été effectuées en 1998 et en 1999 sur des échantillons de sol prélevés en périodes de maturité des tubercules sur des profondeurs de 0 à 60 cm à raison de un échantillon/répétition.

Le dispositif adopté est de type split plot (SP) à quatre répétitions, dont les régimes d'eau constituent les grandes parcelles et les rythmes d'azote les petites parcelles. Chaque petite parcelle est formée de six lignes disposés sur une superficie de 50 m<sup>2</sup>. Les récoltes sont effectuées sur 40 plants choisis sur quatre lignes à raison de 10 plants par ligne.

Les observations et mesures réalisées ont porté sur les aspects phénologiques de la plante et sur les composantes du rendement. Elles concernent en premier lieu la vigueur, estimée par une note allant de 1 à 5 (1= forte vigueur, 5=faible vigueur), la couleur des feuilles, la hauteur des tiges (en cm) au stade "Développement", 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 leur calibre selon les types suivants :

- Hors calibre (HC) : >11 cm de diamètre
- Gros calibre (GC) : 8 à 11 cm
- Calibre moyen (CM) : 5 à 8 cm
- Petit calibre (PC) : 2 à 5 cm
- Grenaille (GN) : < 2 cm

La mesure de la densité spécifique (specific gravity) des tubercules par la méthode poids en air / poids en eau n'est effectuée que sur l'essai 2 en 1999. Les analyses statistiques ont été effectuées par le logiciel COSTAT et la comparaison des moyennes par le test de Newman et Keuls à 5 %.

Au cours de la campagne 1998-99, les conditions climatiques régnantes pendant le cycle de la culture sont relativement favorables. Les basses températures peu contraignantes sont enregistrées en janvier et février. Les minima et les maxima sont respectivement de 4,5 °C et 19,8 °C pour janvier et de 5,5 °C et 18,9 °C pour février.

## Résultats

### Rendement

Les rendements réalisés en 1998 par les six combinaisons de régimes d'irrigation et rythme d'apport d'azote sont élevés et satisfaisants. Ils varient entre 36t et 43t/ha (Tableau 1). Les résultats obtenus par les régimes ETM et 0.8 ETM sont statistiquement semblables et supérieurs à ceux de 0.6 ETM d'environ 5t/ha. L'effet du régime d'irrigation est significativement positif sur le rendement et ses composantes. Cependant, le rythme d'apport d'azote et son interaction avec l'irrigation n'ont eu aucun effet significatif sur le rendement. L'amélioration induite par le rythme d'apport hebdomadaire (N1) par rapport à N2 est très faible (2t/ha). L'influence de ces deux facteurs sur la qualité des tubercules est variable selon le type de calibre (Tableau 2). Elle est significative pour le taux d'irrigation sur les hors calibres (HC), pour le rythme d'apport d'azote sur les petits calibres (PC) et pour leur interaction sur les calibres moyens (CM). Les taux de ces calibres représentent respectivement, 10 à 19 %, 31 à 32 % et 24 à 30 % du rendement total. Le régime 0.6 ETM a réalisé les plus faibles taux de HC et les plus élevés en CM et PC. Les rendements exports sont globalement satisfaisants et varient entre 27t et 32t/ha.

Les rendements obtenus en 1999 sur la culture de primeur sont dans l'ensemble moyens. Ils oscillent entre 21t et 26,5t/ha. Les meilleurs résultats sont réalisés par le régime ETM sur le rendement et ses composantes (Tableau 3). Toutefois, les gains engendrés par rapport à 0.8 ETM et 1.4 ETM sont faibles et statistiquement non significatifs. Le rythme bi-hebdomadaire a induit une diminution des rendements par rapport à l'hebdomadaire et particulièrement en 0.8 ETM où elle est de 5t/ha. Toutefois, l'effet du rythme d'apport d'azote et son interaction avec les régimes d'irrigation sont statistiquement non significatifs.

Les effets du taux d'irrigation et de rythme d'apport d'azote ainsi que leur interaction n'ont eu aucun effet significatif sur la répartition des calibres. Cependant, l'effet du régime d'irrigation sur la densité spécifique et le taux de matière sèche est statistiquement significatif (Tableau 4). Le régime 1.4 ETM a induit une réduction de la densité spécifique et de la matière sèche des tubercules de 2 %. Les apports bi-hebdomadaires ont diminué la matière sèche de 1 %. Les pourcentages des calibres réalisés par les traitements sont semblables pour chaque type. Ils sont de 18 %, 28 %, 48 % et 3 % successivement pour HC, GC, CM et PC. La faiblesse des PC a permis le maintien des rendements export au niveau des rendements totaux.

Le développement végétatif des plants dans les différents traitements est uniforme le long du cycle de la culture en 1998 et en 1999. Aucune différence significative entre traitements n'est observée pour les paramètres phénologiques mesurés

**Tableau 1.** Effet de l'irrigation et le rythme d'apport d'azote sur le nombre et poids tubercules/plant et sur le rendement total et export du cv Nicola en campagne 1997-98

Traitement		Nb tubercules	Poids des	Rendement	Rendement
Irrigation	Azote	Par plant	Tubercules	Total (t/ha)	Export (t/ha)
			(kg)		
ETM	N1	11	1.04	43.25	32.68
	N2	11	1.01	42.0	31.27
	Moy	11	1.02	42.27	31.97
0.8ETM	N1	11	1.02	42.43	32.18
	N2	11	1.03	42.85	33.12
	Moy	11	1.02	42.64	32.65
0.6ETM	N1	9.8	0.93	38.69	29.65
	N2	10	0.87	36.18	25.30
	Moy	9,9	0.90	37.40	27.47
Irrigation		NS	S	S	S
Azote		NS	NS	NS	NS
I*A		NS	NS	NS	NS

S=Significatif et NS=Non significatif à  $p=0,05$

**Tableau 2.** Effet de l'irrigation et le rythme d'azote sur la répartition des calibres des tubercules du cv Nicola en campagne 1997-98

Traitement	Azote	Calibres (%)			
		HC	GC	CM	PC
ETM	N1	19.1	28.4	27.6	16.4
	N2	18.4	34.6	21.1	19.8
	Moy	18.7	31.5	24.3	18.1
0.8ETM	N1	18.3	29.8	27.1	14.0
	N2	16.7	32.9	27.1	14.5
	Moy	17.5	31.3	27.2	14.2
1.4 ETM	N1	10.1	30.3	30.7	16.8
	N2	10.1	34.4	25.5	21.7
	Moy	10.2	32.2	28.1	19.2
Irrigation		S	NS	NS	NS
Azote		NS	NS	S	S
I*A		NS	NS	S	S

\*=Significatif et NS=Non significatif à  $p=0,05$

**Tableau 3.** Effet de l'irrigation et le rythme d'azote sur le nombre de tubercules/plants, poids des tubercules et le rendement total et export du cv Nicola en campagne 1998-99

Traitement Irrigation	Azote	Nb tubercules Par plant	Poids des Tubercules (kg)	Rendement Total (t/ha)	Rendement Export (t/ha)
ETM	N1	5.2	0.64	26.62	26.02
	N2	5.3	0.61	25.37	24.65
	Moy	5.2	0.62	25.99	25.33
0.8ETM	N1	5.0	0.60	24.96	22.88
	N2	5.0	0.50	20.80	19.76
	Moy	5.0	0.55	22.88	21.32
1.4ETM	N1	4.8	0.60	24.96	24.15
	N2	5.3	0.59	24.54	23.83
	Moy	5.0	0.59	24.75	23.99
Irrigation		NS	NS	NS	NS
Azote		NS	NS	NS	NS
I*A		NS	NS	NS	NS

\* =Significatif et NS=Non significatif à p= 0,05

**Tableau 4.** Effet de l'irrigation et le rythme d'azote sur le calibre, densité spécifique et la matière sèche des tubercules du cv Nicola en 1998-1999

Traitement Irrigation	Azote	Calibres (%)				Densité spécifique	Matière sèche (%)
		HC	GC	CM	PC		
ETM	N1	16.8	31.5	46.9	4.1	1.085	21.2
	N2	19.8	24.7	50.4	5.0	1.075	19.1
	Moy	18.3	28.1	48.4	4.5	1.080	20.1
0.8ETM	N1	19.1	29.5	48.7	2.0	1.081	20.5
	N2	18.2	26.6	51.5	3.0	1.077	19.5
	Moy	18.6	28.0	48.6	2.5	1.079	20.0
1.4ETM	N1	18.5	28.9	49.2	2.9	1.071	18.3
	N2	19.9	29.6	47.0	3.0	1.072	18.4
	Moy	19.2	29.2	48.1	2.9	1.072	18.3
Irrigation				NS	S	S	
Azote				NS	NS	NS	
I*A				NS	NS	NS	

\*=Significatif et NS=Non significatif à p= 0,05

Les quantités de nitrates du sol à la profondeur du sol de 0 à 60 cm en fin de période de grossissement des tubercules sont variables selon les régimes d'irrigation (Tableau 5). Elles sont élevées pour 0.6 ETM en 1988 et 0.8 ETM en 1999 et faibles au niveau de 1.4 ETM. Ce dernier traitement a probablement favorisé le lessivage de ces ions au delà de cette profondeur. Toutefois, le type d'apport d'azote n'a eu aucun effet significatif sur le taux des nitrates dans le sol.

## Efficienc e de l'eau

Les volumes d'eau apportés par les régimes d'irrigation utilisés varient entre 239 mm et 146 mm pour la culture de printemps en 1998 et entre 157 mm et 92 mm pour la culture de printemps en 1999 (Tableau 6). Les quantités fournies par l'ETM pour les deux cultures sont équivalentes à 96 % et 95 % de l'ETP estimée par le BAC. L'efficienc e de l'eau consommée est globalement élevée dans les deux cultures. Elle se situe entre 157kg et 248kg/mm. les meilleures valorisations d'eau sont réalisées par 0.6 ETM et 0.8 ETM en 1999 et les plus faibles par 1.4 ETM. Ces deux régimes (0,6 ETM et 0,8 ETM) ont induit en plus de l'économie d'eau une amélioration de l'efficienc e de l'eau de 17 à 19 kg/mm par apport à ETM.

**Tableau 5.** Effet du régime d'irrigation sur les taux des nitrates dans 0 - 60 cm de profondeur du sol (ppm)

	ETM1	ETM2	0,8 ETM1	0,8 ETM2	0,6 ETM1	0,6 ETM1	1,4 ETM1	1,4 ETM2
1998	5,6	5,8	5,0	5,1	5,27	6,5	--	--
1999	7,15	7,10	7,27	7,3	---	----	3,35	2,27

**Tableau 6.** Effet du régime d'irrigation sur l'efficienc e de l'utilisation de l'eau

	1998		1999	
	Dose (mm)	Efficienc e (Kg/mm)	Dose (mm)	Efficienc e (Kg/mm)
ETM	239,0	178,7	113,5	229,0
0.8ETM	192,5	221,5	92,0	248,6
0.6ETM	146,0	256,0	-----	-----
1.4ETM	-----	-----	157,0	157,6

## Discussion

Les régimes d'irrigation équivalents à 80 % et 100 % de l'ETM ont induit une amélioration du rendement et de la qualité des tubercules par rapport aux régimes correspondant à 60 % et 140 % de l'ETM. Ces résultats sont semblables à ceux de Martin et Miller (1983), concernant leur efficacité. La chute du rendement au niveau de 0.6 ETM est due principalement à l'augmentation du taux des calibres moyens (CM) au détriment des hors calibres (HC). Cela pourrait être probablement dû aux stress hydriques ayant eu lieu au début du cycle de la culture. Généralement, chez la pomme de terre, les stress hydriques intervenant au début du stade de tubérisation réduisent les gros calibres et le rendement (Van kempen, 1992; Singh, 1978 et Clinton, 1992). Les diminutions de la matière sèche et de la densité spécifique des tubercules induites par 1.4 ETM sont probablement la conséquence des réductions des taux des nitrates dans la rhizosphère durant le grossissement des tubercules. Généralement, les irrigations à taux supérieurs à l'ETM, engendrent sur des sols sableux, par le lessivage, des diminutions des concentrations des nitrates dans les racines et les pétioles des feuilles de la pomme de terre (Westermann et al., 1985). Selon Westermann et al. (1994) et Stark et al. (1993), le manque ou l'excès d'azote disponible dans le sol pendant le grossissement des tubercules se traduit par



une réduction de la densité spécifique. Toutefois, aucun symptôme de carence n'a été remarqué sur ce traitement. Par ailleurs, les teneurs en matière sèche réalisées par l'ETM et 0.8 ETM sont satisfaisantes et conformes aux normes standards pour la variété à cuisson Nicola (18 à 20 %). Globalement, le rythme d'apport d'azote et son interaction avec l'irrigation n'ont induit aucun effet sur le rendement. L'effet de l'interaction est surtout limité à la formation des petits calibres. La formation des petits calibres et les grenailles est surtout favorisée par l'excès d'eau en fin stade grossissement en stimulant l'orientation des assimilats vers la formation de nouveaux tissus que vers leur stockage dans les organes déjà formés (Giardini et al., 1990).

Les niveaux de l'efficience de l'eau réalisés par les régimes 0.6 ETM et 0.8 ETM sont élevés et conformes à ceux cités par Harris (1978) et Rossi (1990) et ceux obtenus en expérimentation 1. La valorisation de l'eau par les plantes est probablement optimale dans les conditions de faible déficit hydrique. Les meilleurs résultats technico-économiques sur la pomme de terre sont souvent obtenus avec des taux d'irrigation inférieurs à l'ETM (Martin et al., 1983 ; Giardini et al., 1990).

## Conclusion

Le rythme d'apport d'azote et son interaction avec l'irrigation n'ont pas eu d'effet significatif sur le rendement. Le régime d'irrigation est le facteur le plus déterminant de la production et de la qualité des tubercules. Les irrigations équivalentes à 80 % et 100 % de l'ETM sont les plus efficaces pour la pomme de terre de primeur et de saison dans le Massa. Les irrigations supérieures à l'ETM diminuent les taux de matière sèche et favorisent les pertes d'azote par lessivage au delà de la rhizosphère (60 cm).

## Références bibliographiques

- Bouldin D.R. and G.W. Selleck. 1997. Management of fertilizer nitrogen for potatoes consistent with optimum profit and maintenance of ground water quality. *FM Food, fertilizer, and agricultural residus* : 271-278.
- Bundy L.G., R.P. Wolkowski, and Weis. 1986. Nitrogen source evaluation for potato production on irrigated sandy soils. *Am. Potato. J.* : 385-397.
- Curwen D. and L.R. Massie. 1984. Potato irrigation scheduling in wixonsin. *Am. Potato. J.* 61p : 235-241.
- Clinton C., shock, 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.
- Doorenbos J. and Karssam A. H. 1979 : Yield response to water. *Bulletin Irrigation et Drainage N° 33* FAO, Rome.
- Giardini L. 1990. Maximum evapotranspiration and agronomical maximum evapotranspiration of processing Tomato and Potato in Venete environment. *Acta Hort* 278 : 815-824
- Harris P.M. 1987. Water pp 244-279 in "the potato crop", ed Chapman and Hall, London.

- Kempen P.V. 1992. Deux instruments d'aide à la décision pour gérer au mieux l'irrigation. *Pomme de Terre Française*. 473 : 247-253.
- Martin M. Wand D.E. Miller .1983. Variations in responses of potato germplasm to deficit irrigation as affected by soil texture. *Am. Potato J.* 60 : 671-683.
- Meisinger J.J.,D.R.Bouldin and E.D.Jones.1978. Potato yield reductions associated With certain fertilizer mixtures. *Am. Potato. J* 55 : 227-234.
- Middleton J.E.,S. Roberts, James and Carlile. 1975. Irrigation and fertilizer management for efficient crop production on a sandy soil. *College of Agri. Res Centre Bulletin 811*. Pullman. W.A.
- Rossi P. and Bigaran F. 1990. Irrigation timing by climate : plote and district application for potato. *Acta Horticulturae*. 278 : 789-796.
- Rourke R.V. 1985. Soil solution levels of nitrate nitrogen in a potato buckwheat rotation. *Am. Potato. J.*62 : 1-8.
- Saffigna P.G., Keeney, D. and Tanner.1977. Nitrogen, chloride and water balance with irrigated Russet Burbank potatoes in a sandy soil. *Agron. J.* 69 : 251-257.
- Singh S.D., Gupta. Paud Singh P.1978. Water Economy and saline water use by drip irrigation. *Agronomy Journal*. 70 : 948-951.
- Stark J. C. ,M. Cann, D.T.Westermann, B.Izadi and T.A.Tindall. 1993. Potato response to split nitrogen timing with varying amounts of excessive irrigation. *Am. Potato. j* .70 : 765-777.
- Westermann D.T and G.E Kleincopf. 1985. Nitrogen requirements of potatoes. *Agron. J.*77 : 616-621
- Westermann, D.T., D.W. James, Tindall. T.A. and Harst. R.1994. Nitrogen and potassium fertilization of potatoes : sugars and starch.. *Am. Potato. J.*70 : 433-453.