

Irrigation déficitaire à l'eau salée : étude du cas de la pomme de terre d'automne irriguée au goutte à goutte de surface et souterrain en milieu aride

Jamil Ben Hamida, Fathia El Mokh, Kamel Nagaz
Laboratoire Aridoculture et Cultures Oasiennes
Institut des Régions Arides, 4119 Médenine, Tunisie.

Email:jamilboulot@yahoo.fr ; Nagaz.Kameleddine@ira.rnrt.tn; fathiamokh@yahoo.fr

RESUME

Le présent travail porte sur l'évaluation de l'impact de l'irrigation déficitaire à l'eau salée sur la culture de pomme de terre d'automne avec deux méthodes d'irrigation goutte à goutte de surface et souterraine en milieu aride. L'objectif étant d'évaluer l'effet de l'irrigation goutte à goutte en surface et souterraine et de l'irrigation déficitaire à l'eau salée sur la salinité du sol, le rendement et l'efficacité de l'utilisation de l'eau de la pomme de terre et de développer une stratégie d'irrigation déficitaire de la pomme de terre d'automne adaptée aux conditions de l'aride Tunisien en vue d'économiser l'eau d'irrigation et contrôler la salinité du sol.

L'expérimentation a été menée sur la pomme de terre d'automne cultivée sur un sol sableux dans une parcelle de production située dans le sud Tunisien. L'eau d'irrigation utilisée provient d'un puits de surface et présente une CEi de 7 dS/m. Trois régimes d'irrigation ; une pleine irrigation (PI-100), une irrigation déficitaire DI-60 avec 40% moins d'eau d'irrigation et une autre DI-30 avec 70% moins d'eau, ont été appliqués pour la culture de pomme de terre irriguée au goutte à goutte en surface et souterraine. Le dispositif expérimental adopté est le split-plot avec trois répétitions, deux systèmes d'irrigation et trois régimes hydriques. Les systèmes d'irrigation goutte à goutte de surface (SD) et souterrain (SSD) constituent les parcelles principales, tandis que les sous parcelles sont présentés par les traitements hydriques. Les mesures effectuées ont porté sur la salinité du sol à différentes périodes de cycle de la culture de la pomme de terre. A la récolte, le rendement et ses composantes ont été déterminés. La salinité du sol a, également, été évaluée.

Les résultats obtenus montrent que le système goutte à goutte souterraine réduit la salinité du sol par rapport à celui en surface. Le système d'irrigation goutte à goutte en surface conduit à une réduction de rendement et ses composantes par rapport à celui souterrain. Pour les deux méthodes irrigation, l'effet du régime de l'irrigation a été également important ; le rendement et ses composantes les plus élevés ont été observées avec le régime de pleine irrigation (PI-100). Cependant, les traitements d'irrigation déficitaire (DI-30 et DI-60) augmentent la salinité du sol et réduisent considérablement les rendements de pomme de terre. La salinité élevée associée avec les traitements d'irrigation déficitaire provoque des réductions importantes dans les composantes du rendement. L'efficacité d'utilisation de l'eau (EUE) varient considérablement entre les traitements et les méthodes d'irrigation. Les efficacités obtenues avec le système SSD sont généralement plus élevées que celles enregistrées avec celui SD. Les faibles efficacités ont été observées pour le traitement PI-100, tandis que les valeurs les plus élevées ont été obtenues avec le traitement DI-30. Les techniques d'irrigation SSD et PI-100 semblent être les plus appropriées pour optimiser l'utilisation de l'eau salée en irrigation de la pomme de terre et de contrôler la salinité du sol. Dans des situations de pénurie d'eau, le traitement déficitaire (DI-60) pourrait être une alternative pour la conduite de l'irrigation de pomme de terre d'automne sous les conditions arides du sud Tunisien. Ces résultats démontrent que le système goutte à goutte souterraine (SSD) permet davantage de gain de productivité et son potentiel dans la gestion et d'utilisation des eaux salées.

Mots-clés:Eau salée, irrigation déficitaire, pomme de terre, rendement, productivité de l'eau, aride.

SUMMARY

This work is devoted to the evaluation of deficit irrigation through surface and subsurface drip irrigation systems with saline water on potato yield and WUE under the arid conditions of Tunisia. The objective is to determine the effect of surface and subsurface drip irrigation and deficit irrigation with saline water on soil salinity, growth, yield and water use efficiency of autumn potato and to develop an irrigation strategy based on deficit irrigation of potato allowing to reduce water supplies and

soil salinization that can be used by farmers as tools in their irrigation with saline water under arid conditions.

The experimentation was carried out on autumn potato cultivated on a sandy soil and irrigated with shallow well water having an EC_i of 7 dS/m. Field design with three replications, two irrigation methods as main plots and three irrigation regimes as subplots was used. The surface drip and subsurface drip irrigation methods (4 l/h) were used. The considered irrigation treatments are as follow: full irrigation (PI-100) treatment irrigated when readily available water in the root zone has been depleted and plants in that treatment received 100% of cumulated crop evapotranspiration (ET_c), two additional treatments are irrigated at the same frequency as treatment PI-100, but with quantities equal to 60 and 30% of cumulated ET_c (40% deficit (DI-60) and 70% deficit (DI-30)). The measurements carried out have focused on, soil salinity, at different periods of potato cropping season. The water supply, potato yield, yield components and soil salinity were also measured.

The soil salinity decreased with subsurface drip method. The growth and yield of potato irrigated through surface drip method were lower when compared with subsurface drip irrigation system. With both surface and subsurface drip irrigation, the effect of irrigation regime was also substantial. The yield and its components were highest under the full irrigation (PI-100). However, deficit irrigation treatments (DI-30 and DI-60) increased soil salinity and reduced significantly potato yields. A higher salinity associated with deficit irrigation caused important reductions in yield components. Water use efficiency (WUE) was found to vary significantly among irrigation methods and treatments. WUE of SSD method had generally higher values than SD. The lowest WUE values were observed for the PI-100 treatment, while the highest values were obtained under DI-30 treatment for both methods.

The SSD and PI-100 irrigation techniques seem to optimize the use of saline water in potato production and to control soil salinity. Under situations of water shortage, adopting deficit irrigation treatment (DI-60) could be an alternative for irrigation scheduling of autumn potato under the arid conditions of southern Tunisia. These results show that the subsurface drip irrigation allows more productivity profit and its potential in saline water use and management.

Key words: Saline water, deficit irrigation, drip-irrigation, potato, yield, water productivity, arid areas.

1. INTRODUCTION

La restriction des apports d'eau de bonne qualité est le facteur le plus important limitant la production agricole en Tunisie. Actuellement, l'utilisation des eaux salées s'accroît particulièrement dans les zones arides du sud tunisien où la pluviométrie moyenne annuelle est moins de 200 mm. Dans ces régions, l'irrigation de plusieurs cultures telles que la pomme de terre se développe autour des puits de surface qui exploitent les nappes phréatiques ayant une salinité supérieure à 2-3 g/l. La pomme de terre, considérée comme culture sensible à la salinité du milieu (Maas et Hoffman, 1977), est cultivée dans ces petits périmètres hors oasis comme culture de printemps, d'automne et d'hiver. Toutefois, la pratique des cultures relativement sensibles à la salinité dans les régions arides ne peut pas être durable sans une gestion appropriée de l'eau et de la salinité.

La réponse des cultures aux apports hydriques variables a été étudiée pour plusieurs cultures afin de déterminer les stratégies d'irrigation permettant d'optimiser le rendement et la productivité de l'eau (Ayars et al., 1991; Minhas, 1996; Bustan et al., 2004; Zhang et al., 2004; Ali et al., 2007; Nagaz et al. 2007, 2008). Il a été démontré qu'un pilotage optimum nécessite une estimation précise de l' ET_c (Doorenbos and Pruitt, 1977), et que la détermination de l' ET_c lorsque le sol n'est pas totalement couvrant par la culture doit considérer l'évaporation du sol et la transpiration de la culture séparément pour tenir compte de la couverture partielle du sol (Ritchie, 1972).

Outre le problème chronique du manque d'eau, l'agriculture irriguée dans les régions arides est soumise au danger d'accumulation de sels dans les sols vu la qualité des eaux utilisées et la forte demande climatique. Par conséquent, une gestion adéquate et durable doit prendre en considération l'effet de l'irrigation sur le rendement et l'environnement, en particulier les risques de dégradation du sol par le sel.

Le présent travail est une étude menée dans le sud Tunisien sur l'irrigation déficitaire à l'eau salée de la culture de pomme de terre d'automne avec deux méthodes d'irrigation goutte à goutte de surface et souterraine en milieu aride. L'objectif étant d'évaluer l'effet de l'irrigation goutte à goutte en surface

et souterraine et de l'irrigation déficitaire à l'eau salée sur le rendement et l'efficacité de l'utilisation de l'eau de la pomme de terre et de développer une stratégie d'irrigation déficitaire de la pomme de terre d'automne adaptée aux conditions de l'aride Tunisien en vue d'économiser l'eau d'irrigation et contrôler la salinité du sol.

2. MATERIELS ET METHODES

L'expérimentation a été conduite dans la parcelle expérimentale du centre de formation agricole de Médenine dans le sud-est de la Tunisie. Elle a concerné des plantes de pomme de terre "Spunta" cultivées en plein champ. Le sol est de texture sableuse. Ce sol est caractérisé par une humidité à la capacité au champ de 12,69% et une humidité au point de flétrissement permanent de 4,30%. La densité apparente du sol est de 1,46 g/cm³. Ainsi, l'eau totale disponible, pour une profondeur racinaire de la pomme de terre de 0,60 m, est de 74 mm. Le climat de la région est aride inférieur. La conductivité électrique de l'extrait de la pâte saturée du sol (CEe) mesurée avant l'installation de la culture dans cette couche est de l'ordre de 8,9 dS/m.

La plantation a été effectuée le 01 Octobre 2010 en plein champ avec un espacement de 40 cm entre les plantes et de 80 cm entre les lignes. Le dispositif expérimental adopté est le split-plot avec trois répétitions, deux systèmes d'irrigation et trois régimes hydriques. Les systèmes d'irrigation goutte à goutte de surface (SDI) et souterrain (SSDI) constituent les parcelles principales, tandis que les sous parcelles sont présentées par les traitements hydriques.

La fertilisation a consisté à un apport homogène, avant la plantation, de 17 t/ha de fumure organique. Quant à la fertilisation minérale, elle a été conduite selon les pratiques adoptées par les agriculteurs. Les apports ont été de 300 kg/ha d'azote, 300 kg/ha de phosphate et de 200 kg/ha de potasse pour tous les traitements. Les éléments P et K ont été apportés avant la plantation, l'azote a été fractionné et délivré dans l'eau d'irrigation durant la période allant de la levée jusqu'à l'initiation des tubercules, et une quantité de 120 kg/ha de nitrate de potassium a été apporté après la phase de tubérisation.

L'eau d'irrigation provient d'un puits de surface et a une salinité de l'ordre de 7.6 dS/m et possède les propriétés chimiques données au tableau 1. Une vanne et un compteur volumétrique ont été placés à l'entrée de chaque bloc élémentaire permettant ainsi de mesurer la quantité d'eau d'irrigation délivrée.

Tableau 1. Composition chimique de l'eau d'irrigation (meq.l⁻¹)

CEi (dS.m-1)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Na+	K+	CO ₃ ²⁻ +HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	SAR _{iw}
7,6	26,4	48,8	1,4	4,2	32,2	40	13,4

Pour les deux systèmes d'irrigation, trois régimes d'irrigation ont été considérés. Partant d'un sol à la capacité au champ à la plantation, une fraction de la quantité d'eau évapotranspirée est apportée lorsque la réserve facilement utilisable dans la zone racinaire, prise 35% de la réserve utile, est épuisée. Le premier traitement (PI-100) consiste à délivrer 100 % de l'eau évapotranspirée ramenant ainsi le sol de nouveau à la capacité au champ. Les deux autres traitements (DI-60 et DI-30) consistent à ne délivrer que 60 et 30% des quantités données pour le traitement PI-100 mais en adoptant la même fréquence que celui-ci.

Les apports d'eau ont été calculés par la méthode du bilan hydrique. L'évapotranspiration de la culture est estimée en utilisant la méthode de la FAO-56 (Allen et al 1998) avec le coefficient cultural (Kc). Un modèle du bilan hydrique fonctionnant au pas de temps journalier a ainsi été développé sous forme d'une feuille de calcul Excel. Le modèle estime les valeurs de la profondeur d'enracinement et du pourcentage de couverture, calcule toutes les composantes du bilan hydrique, et fournit une consigne d'irrigation lorsque 60% de la réserve utile est épuisé (100-ETc).

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Salinité du sol

La valeur de la salinité initiale du sol est élevée et elle est de l'ordre de 8.94 dS/m (Figure 1). La salinité du sol mesurée sous pleine irrigation (PI-100), pendant la phase de développement (24.11.2010), mi-saison (10.12.2010) et à la récolte (22/01/2011) sont de l'ordre de 5,18 ; 6,05 et 4,90 dS/m, respectivement, pour l'irrigation goutte à goutte souterraine (SSD), de 6,84 ; 8,02 et 5.83 dS/m dans le cas de l'irrigation goutte à goutte en surface (SD). Cependant, la pratique de l'irrigation

déficitaire avec des réductions de 40 et 70% des apports par rapport à l'irrigation totale (DI-60 et DI-30) provoque une accumulation des sels dans la zone racinaire croissante avec le niveau de réduction pour les deux méthodes d'irrigation. Le traitement PI-100 réduit considérablement la salinité du sol par rapport aux traitements DI-60 et DI-30. Bien que les quantités de sels apportées au sol avec le traitement de l'irrigation totale (PI-100) sont plus élevées que celles avec les traitements déficitaire (DI-60 et DI-30), il présente une salinité du sol inférieure aux traitements déficitaires. Ce fait est probablement dû à une situation de drainage qui favorise l'évacuation des sels au delà de la profondeur étudiée de 60 cm. La réduction des apports d'eau réduit certes la quantité de sels apportée au sol, mais elle ne contribue pas à un lessivage efficace du sol.

Les résultats montrent une diminution de la salinité du sol pendant la phase de développement par rapport à la salinité initiale pour tous les traitements d'irrigation (PI-100, DI-60 et DI-30). Cette réduction est probablement due aux quantités de pluie reçues dans cette période (40,5 mm) qui ont provoqué un lessivage des sels accumulés dans la zone racinaire. Pendant la phase de mi-saison, une augmentation des valeurs de la salinité du sol a été observée pour tous les traitements. Ceci s'explique par le fait que, durant cette période, les apports d'eau sont principalement par irrigation. A la récolte, les valeurs de la conductivité électrique de l'extrait de la pâte saturée (CEe) diminuent considérablement à cause de la pluie enregistrée le 16/12/2010 (21 mm) qui a probablement provoqué un lessivage des sels accumulés dans la zone racinaire.

Les valeurs de la salinité du sol sont plus faibles en cas d'irrigation goutte à goutte souterraine (SSD) que celles obtenus avec le système goutte à goutte en surface (SD) pour tous les traitements hydriques. Ces résultats sont comparables à ceux rapportés par Oron et al. (1998) qui ont signalé que la salinité du sol irrigué avec la technique goutte à goutte souterraine est plus faible que celle dans le cas de l'irrigation goutte à goutte en surface.

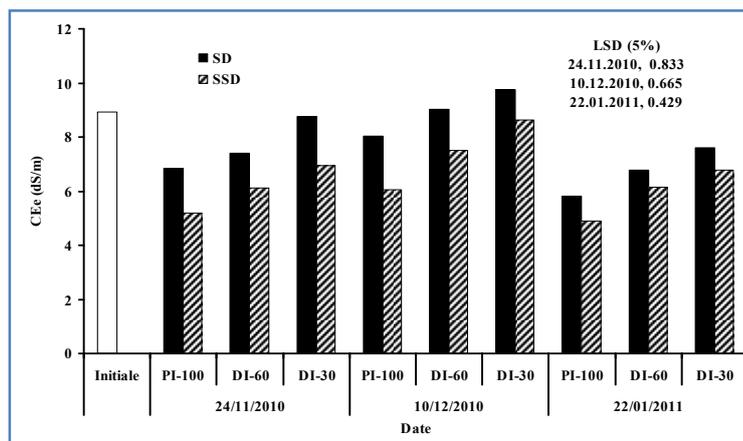


Figure 1. Salinité du sol (CEe, dS/m) mesurée à différentes périodes de cycle de développement de la pomme de terre d'automne sous irrigation goutte à goutte en surface et souterraine.

3.2. Rendement et ses composants

Les conséquences des traitements et des systèmes d'irrigation sur le rendement de la pomme de terre ont été appréciés à partir des critères analysés à l'échelle de la plante à savoir le rendement en tubercules frais, le nombre des tubercules par m², le poids par tubercule et le calibre des tubercules. Les données concernant le rendement sont présentées dans le tableau 2, celles des composants du rendement sont présentées dans le tableau 3.

Les résultats obtenus montrent que le rendement en tubercules frais est significativement affecté par la méthode d'irrigation (Tableau 2). En effet, le système goutte à goutte en surface (SD) a engendré une réduction de rendements en tubercules frais de 19,1 ; 30,5 et 36,2% par rapport à celui obtenu avec le SSD, respectivement, pour les traitements PI-100, DI-60 et DI-30. Le système goutte à goutte en surface (SD) provoque une baisse de 21 ; 7,6 et 10% dans le nombre de tubercules/m², le poids par tubercule et le calibre de tubercules par rapport à ceux obtenus avec le SSD.

Les résultats obtenus montrent également que le rendement en tubercules frais est significativement affecté par les traitements hydriques (Tableau 2) ; le maximum du rendement de pomme de terre pour

les deux méthodes SD et de SSD est obtenu avec le traitement PI-100. Les rendements obtenus avec PI-100 sont, respectivement, de 23,01 et 18,61 t/ha. Pour les deux méthodes d'irrigation, les traitements d'irrigation déficitaire (DI-60 et DI-30) conduisent à une réduction significative du rendement en tubercules frais par rapport à celui obtenu avec le traitement PI-100. La chute de rendement de pomme de terre avec les traitements DI-60 et DI-30 est, respectivement, de l'ordre de 42 et 69%, de 32 et 44% avec les systèmes SD et SSD. Les traitements DI-60 et DI-30 montrent également une différence significative entre eux. Steyn et al. (1998) ont montré que le rendement de pomme de terre diminue significativement avec la réduction des apports hydriques.

Tableau 2. Rendement en tubercules frais (t/ha) sous les différents traitements et systèmes d'irrigation

Méthode d'irrigation	Traitement hydrique			
	PI-100	DI-60	DI-30	Moyenne
SD	18,61	10,80	5,77	11,72
SSD	23,01	15,55	9,05	15,87
Moyenne	20,81	13,17	7,41	
LSD (5%)				
Méthode d'irrigation (DI)	3,279			
Traitement hydrique (TH)	2,901			
Interaction (DI*TH)	2,735			

Tableau 3. Composantes du rendement de la pomme de terre sous les différents traitements appliqués.

Méthode d'irrigation	Traitement hydrique			
	PI-100	DI-60	DI-30	Moyenne
Nombre de tubercules/m²				
SD	19,75	12,63	7,88	13,41
SSD	22,88	16,88	11,25	17,00
Moyenne	21,31	14,75	9,56	
LSD (5%)				
Méthode d'irrigation (DI)	2,897			
Traitement hydrique (TH)	1,456			
Poids par tubercule (g)				
SD	94,19	85,29	72,93	84,13
SSD	100,59	92,26	80,46	91,10
Moyenne	97,38	88,77	76,69	
LSD (5%)				
Méthode d'irrigation (DI)	5,176			
Traitement hydrique (TH)	2,957			
Calibre de tubercules (mm)				
SD	47,2	41,5	38,1	42,2
SSD	52,2	45,8	42,8	49,9
Moyenne	49,7	43,6	40,4	
LSD (5%)				
Méthode d'irrigation (DI)	2,540			
Traitement hydrique (TH)	2,173			

3.3. Productivité de l'eau

Les apports d'eau ont été calculés à partir du temps d'application d'irrigation en considérant que les débits des goutteurs sont constants. La pluie reçue durant la saison de culture est de 61,5 mm. Le tableau 4 présente les quantités d'eau d'irrigation appliquées sous les différents traitements et systèmes d'irrigation. Notons qu'une irrigation de 74 mm à la plantation n'a pas été considérée dans les quantités totales calculées.

Pour les deux méthodes d'irrigation, les apports d'eau d'irrigation varient de 77 (DI-30) à 256 mm (PI-100). La quantité d'eau totale apportée se situe entre 138,5 (DI-30) et 317,5 mm (PI-100). La quantité d'eau d'irrigation sous le traitement de pleine irrigation (PI-100) est comparable à celle mentionnée pour la culture de pomme de terre par Singh et al. (1977), Waddell et al. (1999), Fabeiro et al. (2001), Onder et al. (2005) et Erdem et al. (2006). L'économie d'eau réalisée est de l'ordre de 40 et 70%, respectivement, pour les traitements DI-60 et DI-30.

Tableau 4. Apports d'eau d'irrigation et par précipitation sous les différents traitements et méthodes d'irrigation.

Traitement d'irrigation	Irrigation* (mm)	Pluie (mm)	Apport d'eau total (mm)
PI-100	256	61,5	317,5
DI-60	154	61,5	215,5
DI-30	77	61,5	138,5

*Une irrigation de 74 mm à la plantation n'a pas été considérée dans les quantités calculées

Les valeurs de l'efficacité d'utilisation de l'eau (EUE) obtenues sous les différents traitements et méthodes d'irrigation sont illustrées dans le tableau 5. Dans des conditions de salinité, la pratique d'une même quantité d'eau d'irrigation durant la saison de culture n'a pas donné les mêmes efficacités d'utilisation de l'eau (Tableau 5). Les valeurs des efficacités d'utilisation de l'eau d'irrigation et celle totale apportée sont comparables à celles obtenues en d'autres études conduites en plein champ (Singh et al., 1977; Van Hoorn et al., 1993; Ferreira et al., 1999, 2002). Les valeurs de l'EUE sont plus faibles avec le système d'irrigation goutte à goutte en surface (SD) et plus élevées avec celui souterraine (SSD). Pour tous les traitements hydriques, la différence entre les méthodes SD et SSD est significative. La diminution de l'EUE pour les parcelles irriguées au goutte à goutte en surface SD est la conséquence d'une réduction dans le rendement en tubercules frais.

Pour les deux systèmes d'irrigation, l'efficacité de l'utilisation de l'eau d'irrigation la plus élevée est obtenue avec le traitement d'irrigation le plus déficitaire (DI-30), et la plus faible avec le traitement PI-100. Le même résultat a été signalé par Islam et al. (1990), Kashyap et panda (2003) et Yuan et al. (2003) pour la culture de pomme de terre. L'augmentation de l'efficacité d'utilisation de l'eau avec le traitement DI-30 est le résultat d'une réduction significative de la quantité d'eau d'irrigation appliquée (70%). L'EUE obtenue avec la méthode SSD et le traitement DI-30 est significativement différente de celle obtenue avec les traitements PI-100 et DI-60. Ces deux derniers ne le sont pas entre eux. Cependant, pour la méthode SD, les traitements PI-100, DI-60 et DI-30 ne montrent pas des différences significatives quoique l'EUE obtenue avec le traitement DI-30 soit la plus élevée.

L'efficacité de l'eau totale pour la production de pommes de terre obtenue avec le traitement DI-30 et le système SD est significativement différente des efficacités obtenues avec les traitements PI-100 et DI-60. Ces deux derniers le sont entre eux à un seuil de 5%. Dans le cas de l'irrigation goutte à goutte souterraine SSD, les traitements PI-100 et DI-60 ne montrent pas une différence significative entre eux. La différence entre les traitements DI-30 et PI-100 est significative à un seuil de 5%. Toutefois, les traitements DI-60 et DI-30 ne le sont pas entre eux. Les efficacités de l'eau totale les plus élevées avec le traitement PI-100 s'expliquent par le fait que la réduction du rendement (42-69% avec SD et 32-61% avec SSD) est plus élevée que celle de la quantité d'eau totale (32 et 56%).

Pour les deux méthodes d'irrigation, le traitement déficitaire DI-60 avec 40% moins d'eau d'irrigation a donné des efficacités comparables au traitement PI-100. Le rendement et la productivité de l'eau relativement élevés avec le traitement DI-60 montrent une réponse favorable de la culture de pomme de terre à un déficit hydrique modéré.

Tableau 5. Efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation (EUEI) et totale reçue (EUNET) avec les différents traitements et méthodes d'irrigation.

Méthode d'irrigation	EUEI (kg/m ³)				EUNET (kg/m ³)			
	Traitement hydrique				Traitement hydrique			
	PI-100	DI-60	DI-30	Moyenne	PI-100	DI-60	DI-30	Moyenne
SD	7,26	7,01	7,50	7,26	5,86	5,01	4,16	5,01
SSD	8,98	10,10	11,76	10,28	7,24	7,21	6,53	7,01
Moyenne	8,12	8,55	9,63		6,55	6,11	5,35	
LSD (5%)								
Méthode d'irrigation (DI)	0,557				0,363			
Traitement hydrique (TH)	1,223				0,777			
Interaction (DI*TH)	0,495				0,309			

4. CONCLUSION

L'expérience conduite sur la culture de pomme de terre d'automne cultivée sur un sol sableux et irrigué au goutte à goutte avec une eau ayant une CEi de 7 dS/m dans les conditions de l'aride tunisien a permis de dégager un certain nombre de résultats ; La salinité du sol est plus faible en cas d'irrigation goutte à goutte souterraine (SSD) qu'avec le système goutte à goutte en surface (SD) pour tous les traitements hydriques. La pratique de l'irrigation déficitaire avec des réductions de 40 et 70% des apports (DI-60 et DI-30) par rapport à l'irrigation totale conduit à une accumulation de sels dans la zone racinaire pour les deux méthodes d'irrigation. Le traitement PI-100 réduit considérablement la salinité du sol par rapport aux traitements DI-60 et DI-30.

Les résultats montrent également que le rendement de la pomme de terre est affecté par la méthode d'irrigation. Le système goutte à goutte SD a engendré une réduction des rendements de 19,1 ; 30,5 et 36,2% par rapport à ceux obtenus avec le SSD, respectivement, pour les traitements PI-100, DI-60 et DI-30. L'étude montre qu'il est possible d'atteindre de rendements de 18,61 et 23,01 t/ha avec le traitement PI-100, respectivement, pour les méthodes SD et de SSD. Les traitements d'irrigation déficitaire (DI-60 et DI-30) conduisent à une réduction significative des rendements en tubercules frais par rapport à celui obtenu avec le traitement PI-100. La réduction du rendement de pomme de terre a été attribuée principalement à une diminution du nombre de tubercules/m², du poids par tubercule et de calibre de tubercules avec le système SD et les traitements DI-60 et DI-30. La salinité du sol élevée associée aux traitements déficitaires semble causer des réductions importantes dans le rendement et ses composantes.

Les résultats montrent, également, que les efficacités d'utilisation de l'eau d'irrigation sont plus faibles avec le système d'irrigation goutte à goutte en surface (SD) et plus élevées avec celui souterrain (SSD). Les efficacités élevées sont obtenues avec le traitement DI-30 ; tandis que les faibles efficacités sont obtenues avec le traitement de pleine irrigation (PI-100) suite à l'augmentation de la quantité d'eau d'irrigation appliquée. Le traitement d'irrigation déficitaire (DI-60) avec 40% moins d'eau d'irrigation a donné des efficacités comparables au traitement PI-100.

Ainsi, le système d'irrigation goutte à goutte souterrain (SSD) semble constituer la technique la plus appropriée pour la conduite d'irrigation à l'eau salée de la pomme de terre. Ces résultats montrent que le système goutte à goutte souterrain (SSD) permet davantage d'économie d'eau et de gain de productivité dans la gestion et l'utilisation des eaux salées.

L'économie d'eau et la gestion durable des eaux salées par le système SSD nécessite l'adoption par les agriculteurs des stratégies d'irrigation proposées. Ainsi, un programme de suivi de l'irrigation auprès des agriculteurs de la région doit être mis au point pour évaluer leur adoption par les agriculteurs et adapter l'utilisation de pleine irrigation et l'irrigation déficitaire avec la technique SSD aux conditions locales.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ali B, Hayat S, Ahmad A (2007) .Homobrassinolide ameliorates the saline stress in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Environmental and Experimental Botany* 59, 217-223.
- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M., (1998). *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements*. Irrigation and Drainage Paper N°56,FAO,Rome,Italy,300 p.
- Ayers, G.P.Ivey, J.P.and Gillett, R.W.(1991).Cohrence between seasonal cycles of diméthylsulfide, methane-sulfonate and sulfate in marine air.*Nature*, 349,404-406.
- Bustan, A ., M.Sagi, Y. De Malach and D. Pasternak, (2004). Effects of saline irrigation water and heatwaves on potato production in an arid environment. *Field Crops Res.*,90 : 275-285.
- Doorenbos, J. and W.O. Pruitt, (1977). *Guidelines for predicting crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper N° 24, 144 p.
- Erdem T., Erdem Y., Orta H., Okursoy H. (2006). Water-yield relationships of potato under different irrigation methods and regimes. *Sci. Agric.*, 63(3), 226-231.
- Fabeiro C., Martin de Santa Olalla F., de Juan J.A. (2001). Yield and size of deficit irrigated potatoes. *Agric. Water Manage.*, 48, 255-266.
- Ferreira T.C., Carr M.K.V. (2002). Responses of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) to irrigation and nitrogen in a hot, dry climate. I. Water use. *Field Crops Research*, 78, 51-64.

- Ferreira T.C., Malheiro A.N.C., Freixo F.A.M.F.P., Bernardo A.A.S., Carr M.K.V. (1999). Variation in the response to water and nitrogen of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) grown in the highlands of Northeast Portugal. In: Proceedings of 14th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, May 1999, 2-7, Sorrento, Italy, pp. 410-411.
- Islam T., Sarker H., Alam J., Rashid H.U. (1990). Water use yield relationships of irrigated potato. *Agric. Water Manage.*, 18, 173-179.
- Kashyap P.S., Panda R.K. (2003). Effects of irrigation scheduling on potato crop parameters under water stressed conditions. *Agric. Water Manage.*, 59, 49-66.
- Maas E.V., Hoffman G.J. (1977). Crop salt tolerance-current assessment. *J. Irrig. Drain. Div. ASCE*, 103, 115-134.
- Minhas, P.S. (1996). Saline water management for irrigation in India. *Agriculture and Water Management* 30: 1-24.
- Nagaz, K., M.M. Masmoudi and N.B. Mechlia, (2007). Soil salinity and yield of drip-irrigated potato under different irrigation regimes with saline water in arid conditions of Southern Tunisia. *J. Agron.*, 6: 324-330.
- Nagaz, K., Toumi, I., Masmoudi, M.M & Mechilia, N.B. (2008). Soil salinity and barley production under full and deficit irrigation with saline water in Arid conditions of Southern Tunisia. *Res. J. Agron.*, 2: 90-95.
- Onder S., Caliskan M.E., Onder D., Caliskan S. (2005). Different irrigation methods and water stress effects on potato yield and yield components. *Agric. Water Manage.*, 73, 73-86.
- Oron, G, DeMalach, Y., Gillerman, L., David, I., Rao, V.P. (1998). Improved saline - water use under subsurface drip irrigation. *Agric. Water Manage.* 39, 19-33.
- Ritchie, J. T. (1972). Model for predicting evaporation from a crop with incomplete cover. *Water Resour. Res.*, 8, 1204-1213.
- Singh S.D., Gupta J.P., Singh P. (1977). Water economy and saline water use by drip irrigation. *Agronomy J.*, 70, 948-951.
- Steyn J.M., Du Plessis H.F., Fourie P., Hammes P.S. (1998). Yield response of potato genotypes to different soil water regimes in contrasting seasons of a subtropical climate. *Potato Res.*, 41, 239-254.
- Van Hoorn J.W., Katerji N., Hamdy A., Mastrorilli M. (1993). Effect of saline water on soil salinity and on water stress and yield of wheat and potatoes. *Agricultural water management*, 23, 247-265.
- Waddell J.T., Gupta S.C., Moncrief J.F., Rosen C.J., Steele D.D. (1999). Irrigation and nitrogen management effects on potato yield tuber quality and nitrogen uptake. *Agron. J.*, 91, 991-997.
- Yuan B.Z., Nishiyama S., Kang Y. (2003). Effects of different irrigation regimes on the growth and yield of dripirrigated potato. *Agric. Water Manage.*, 63, 153-167.
- Zhang, Y., E. Kendy, Y. Qiang, L. Changming, S. Yanjun and S. Hongyong, (2004). Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield and water use efficiency in the North China Plant. *Agric. Water Manage.*, 64.107-122.