

Les performances des petites exploitations irriguées de la basse vallée de la Medjerda en Tunisie

Salia Hanafi¹
 Aymen Frija²
 Jean-Yves Jamin³
 Abdelaziz Zairi¹
 Abdelkader Hamdane⁴
 Jean-Claude Mailhol⁵

¹ INRGREF, laboratoire de Génie Rural
 Rue Hédi El karray
 El menzah IV
 BP 10
 Ariana 2080
 Tunisie
 <salia.hanafi@yahoo.fr>
 <zairi.abdelaziz@iresa.agrinet.tn>

² ICARDA
 Bldg n° 15
 Khalid Abu Dalbough St Abdoun
 PO Box 950764
 Amman
 Jordan
 <a.frija@cgiar.org>

³ Cirad, UMR G-Eau
 73, rue Jean-François Breton
 TA C-90/15
 34398 Montpellier cedex 5
 France
 <jamin@cirad.fr>

⁴ INAT
 Avenue Charles Nicolle
 1082 Tunis Mahrajène
 Tunisie
 <abdelkader.hamdane69@uniagro.fr>

⁵ IRSTEA, UMR G-Eau
 365, rue Jean-François Breton
 BP 5095
 34196 Montpellier cedex 5
 France
 <jean-claude.mailhol@irstea.fr>

Résumé

Malgré les efforts de la recherche et les multiples interventions des États, la productivité des ressources en eau, terre et capital, reste souvent limitée, notamment en Tunisie. Cette étude présente un cadre d'analyse des performances des exploitations agricoles irriguées. Elle vise à étudier le niveau et les déterminants effectifs de ces performances. Des informations technico-économiques ont été collectées à travers des enquêtes détaillées. Elles ont servi à calculer l'efficacité technique (ET) et l'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation (EUEI) par une analyse par enveloppement des données (DEA). Ces efficacités ont été soumises à une analyse statistique pour les mettre en relation avec des variables de terrain. Les résultats montrent que l'ET est satisfaisante : 0,84 en moyenne. Par contre, l'EUEI est plus faible : 0,61 en moyenne. Il existe donc un potentiel important d'amélioration de la valorisation de l'eau. L'approche a permis de dégager les facteurs influant le plus sur ces efficacités ; ce sont d'abord la facilité d'accès à l'eau, puis la possibilité d'accès aux crédits. Ces deux facteurs peuvent constituer des leviers d'amélioration des ET et des EUEI. Ni les techniques d'irrigation utilisées, ni les cultures pratiquées, ni le mode de distribution de l'eau, n'influencent les différences des efficacités calculées. La pratique de l'élevage joue de façon significative sur les différences des EUEI, ce qui montre que l'eau est mieux valorisée que les fourrages et l'élevage. Les projets de modernisation, qui visent la conversion des réseaux de distribution gravitaires en réseaux sous pression, devraient tenir compte de ces résultats : à elle seule, la conversion ne suffit pas à améliorer l'efficacité. Des scénarios d'amélioration n'exigeant pas d'importants investissements pourraient donc être plus intéressants que ces conversions qui impliquent d'énormes financements.

Mots clés : efficacité d'utilisation de l'eau ; eau d'irrigation ; exploitation agricole ; viabilité économique ; économie agricole ; performance.

Thèmes : eau ; économie et développement rural ; méthodes et outils.

Abstract

Performance of small irrigated farms in Tunisia's Lower Medjerda Valley

Despite research efforts and the multiple interventions of States, the productivity of water, land, and capital resources is often low, particularly in Tunisia. This study provides a framework for analyzing the performance of irrigated farms and examines the level and the effective determinants of this performance. Technical and economic data were collected through detailed questionnaires and used to calculate technical efficiency (TE) and irrigation water use efficiency (IWUE) for each farm, with the data envelopment analysis (DEA) approach. These efficiencies were subjected to statistical analysis for a set of field variables. The results show that TE is satisfactory at 0.84 on average. However, IWUE is much lower, at 0.61 on average. There is therefore significant potential for improving it. The most important determinants of the efficiencies are access to water and access to credit, both of which are possible levers to improve TE and IWUE. Neither irrigation techniques nor the choice of crops nor the water distribution method influence the differences in the efficiencies. Livestock presence is significant for the differences in IWUE, showing that water is used more efficiently with forage crops for livestock. Current modernization projects in Tunisia to convert open canal systems to pressurized pipe

Tirés à part : S. Hanafi

doi: 10.1684/agr.2015.0754

Pour citer cet article : Hanafi S, Frija A, Jamin JY, Zairi A, Hamdane A, Mailhol JC, 2015. Les performances des petites exploitations irriguées de la basse vallée de la Medjerda en Tunisie. *Cah Agric* 24 : 170-6. doi : 10.1684/agr.2015.0754

systems should take these results into account. But converting the irrigation system alone is not enough to improve efficiency. Scenarios that do not require such large investment may thus be more worthwhile.

Key words: water use efficiency; irrigation water; farm management; economic viability; performance; agricultural economics.

Subjects: economy and rural development; tools and methods; water.

L'agriculture irriguée est confrontée à de nombreux défis en termes de production et de rentabilité (Jamin *et al.*, 2011 ; Kuper, 2011). Malgré les efforts de la recherche et les multiples interventions des pouvoirs publics, la productivité des ressources en eau, terre et capital, reste souvent limitée et les rendements observés restent très inférieurs aux potentiels identifiés (Molden *et al.*, 2007 ; Brauman *et al.*, 2013). Cette problématique est d'autant plus importante lorsqu'il s'agit de périmètres irrigués situés dans des pays aux ressources en eau limitées. Il est donc nécessaire d'étudier les facteurs limitant la productivité des systèmes de production irrigués, ainsi que les moyens d'améliorer la productivité de l'eau et les autres facteurs de production (Kuper *et al.*, 2009).

En Tunisie, depuis les années 1950, l'État a investi dans la grande hydraulique. Il a aménagé de nombreux périmètres publics, dans le but de développer l'agriculture irriguée. Les investissements dans la grande hydraulique ont ainsi représenté 44 % des investissements agricoles entre 1980 et 1989 (Boughanmi, 1995). Depuis 1995, dans le cadre d'une double politique d'économie et de valorisation de l'eau, l'État tunisien a réalisé de nouveaux investissements pour la réhabilitation et la modernisation des infrastructures collectives, qui devenaient obsolètes, afin d'améliorer l'efficacité hydraulique des réseaux. Des subventions importantes ont été accordées aux agriculteurs pour qu'ils investissent dans les nouvelles technologies d'économie d'eau. En dépit de ces efforts, la valorisation des facteurs de production (eau, terre, capital) reste encore relativement faible et les performances des exploitations familiales, qui représentent 73 % des exploitations tunisiennes (CEA, 2008), demeurent modestes par rapport aux objectifs

de développement, comme ceux affichés pour les grands périmètres irrigués de la vallée de la Medjerda. En conséquence, la contribution de l'agriculture au PIB a baissé à partir de 2005 et la question de la durabilité du modèle basé sur l'irrigation se pose (Bachta, 2011 ; Liste *et al.*, 2012).

L'objectif de cet article est d'analyser les performances de l'agriculture irriguée au niveau des exploitations agricoles. Plusieurs facteurs intervenant dans le processus de production ont été analysés afin d'identifier les plus influents.

Matériel et méthode

Zone d'étude et enquête

La zone d'étude est le périmètre de Borj Toumi, aménagé en 1966 dans la basse vallée de la Medjerda (*figure 1*). La pluviométrie moyenne est de 400-450 mm/an, alors que l'évapotranspiration potentielle (ETP) est de 1 400 mm/an. La superficie irriguée est de 785 ha, avec un secteur où le système de distribution de l'eau est gravitaire (G) et un autre où la distribution est assurée par un réseau sous pression (SP). Ce périmètre est exploité par des petits agriculteurs (7 ha en moyenne) et deux sociétés de mise en valeur agricole (100 ha chacune).

Les cultures pratiquées sont l'olivier, les arbres fruitiers, le maraîchage et le blé. Les exploitations qui font de l'élevage (2 à 8 vaches laitières) ont aussi des cultures fourragères. L'intensification avec des cultures qui n'étaient pas prévues dans l'étude de base fait que le réseau de distribution d'eau ne peut fournir que 65 % des besoins en eau d'irrigation des cultures durant la période de pointe, au mois de juillet (Hanafi, 2011).

Une première enquête a été faite sur l'ensemble des exploitations du périmètre et a servi pour dresser une typologie orientée vers la diversité des systèmes d'irrigation et des cultures pratiquées. Elle a permis de répartir les exploitations en six types, dont les caractéristiques moyennes sont présentées dans le *tableau 1*. Plus de détails sont présentés par Hanafi *et al.* (2012). L'élevage, présent dans tous les types (2-8 vaches/exploitation) n'a pas été introduit comme variable dans la typologie, car il aurait doublé le nombre de types. Une deuxième enquête a été menée en 2009 sur un échantillon de 26 exploitations réparties dans ces six types pour évaluer leurs résultats économiques, aussi bien pour leurs activités de production végétale qu'animale (campagne 2008/2009). L'enquête a concerné les coûts de production directs, les rendements et les prix de vente des produits. Les consommations d'eau sont tirées des factures du Groupement de développement agricole (GDA), chargé de la gestion du réseau. Elles sont basées sur le relevé des compteurs individuels.

Efficiences économique et d'utilisation de l'eau d'irrigation

L'analyse de la productivité partielle des facteurs de production prend en compte la contribution d'un facteur à la production. Cependant, cette analyse néglige les interactions entre facteurs. L'analyse de l'efficacité économique évite cet écueil. Le concept d'efficacité utilisé ici est l'*efficiency* développée par Charnes *et al.* (1978), à partir des travaux pionniers de Farrell (1957).

Toute activité de production met en jeu des intrants, qui sont les ressources utilisées, et des productions. L'évaluation des performances repose sur



Figure 1. Localisation de la zone d'étude.

Figure 1. Location of the study area.

l'analyse de la valorisation des intrants par des productions. L'efficacité économique permet d'évaluer le niveau maximal de production possible pour un niveau donné d'intrant. L'efficacité économique présente deux composantes, l'efficacité technique (ET) et

l'efficacité allocative. L'ET permet de mesurer comment une exploitation valorise les intrants. L'appréciation de cette ET permet, en outre, de savoir si le niveau de production peut augmenter sans pour autant consommer plus d'intrants. Quant à l'efficacité allocative,

elle reflète la manière dont le chef d'exploitation arbitre entre différents intrants en tenant compte de leur coût ou de leur facilité d'accès (crédit, délais de paiement, etc.). L'efficacité économique ou "efficacité totale" est déterminée par le produit de

Tableau 1. Caractéristiques moyennes des différents types d'exploitations.

Table 1. Mean characteristics of different farm types.

Type	S_u (ha)	S_{in} %	S_{oil} (ha)	S_{af} (ha)	S_{cm} (ha)	S_{cer} (ha)	S_f (ha)	S_G (%)	S_A (%)	S_L (%)
1	6,9	16	4,5	0,8	0,5	0,8	1,0	90	2	8
2	6,8	19	2,9	0,6	2,1	1,1	0,8	48	16	36
3	5,3	67	4,0	0,0	3,9	0,0	0,6	63	3	34
4	6,2	3	3,4	0,1	0,1	0,2	0,1	100	0	0
5	6,6	2	1,8	1,9	1,4	0,1	0,2	12	3	85
6	7,6	13	1,8	0,4	1,1	2,9	1,3	24	55	21

Note : Superficie agricole utile (S_u), pourcentage de la superficie en intercalaire (S_{in} %), superficie en olivier (S_{oil}), en arboriculture fruitière (S_{af}), en cultures maraichères (S_{cm}), en céréales (S_{cer}) et en fourrage (S_f), pourcentage de superficie irriguée en gravitaire (S_G %), en aspersion (S_A %), et en localisé (S_L %).

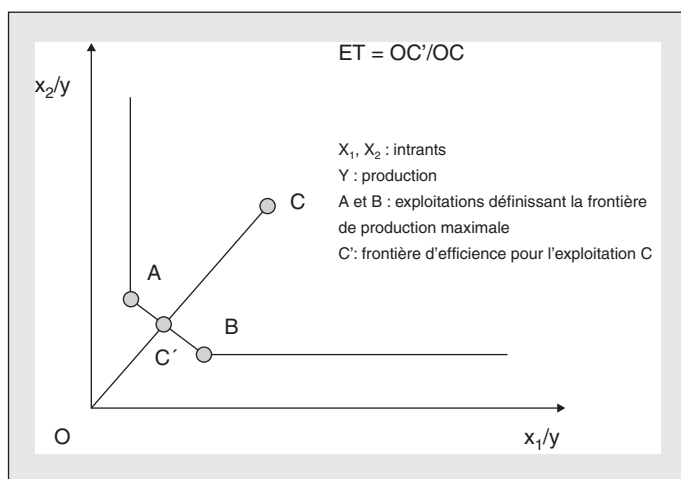


Figure 2. Principe de mesure de l'efficacité technique (ET) avec la méthode d'analyse par enveloppement des données (Rodriguez-Diaz *et al.*, 2004).

Figure 2. Technical efficiency (ET) measurement principle by Data Envelopment Analysis (Rodriguez-Diaz *et al.*, 2004).

l'ET et de l'efficacité allocative (Coelli *et al.*, 1998). Cependant, dans la littérature économique, la mesure de l'efficacité se limite souvent au calcul de l'ET (Nyemeck *et al.*, 2006).

Calcul de l'efficacité technique

L'ET a été calculée ici par la méthode d'analyse par enveloppement des données (DEA) de Charnes *et al.* (1978). La *figure 2* montre deux exploitations A et B qui ont la même production y : l'exploitation A utilise moins d'intrant x_1 et plus de x_2 que l'exploitation B, mais toutes les deux se situent sur la frontière de production maximale. La mesure de l'ET de l'exploitation C, qui utilise plus d'intrants que les exploitations A et B, est basée sur la déviation de ses vecteurs *intrant* et *production* par rapport à la *frontière de production* tracée par les exploitations A et B. Pour l'estimation des scores d'efficacité par la méthode DEA, les entrées suivantes ont été considérées : la valeur de la production totale, évaluée en unité monétaire (Dinar tunisien, 1 DT = 0,50 €), la superficie cultivée (ha), le nombre de vaches et les charges de production (charges variables, en DT). L'option « *maximiser le niveau de production tout en utilisant les mêmes intrants* » a été utilisée ; ce qui implique l'utilisation d'un modèle DEA « *output oriented* ».

Principe de mesure de l'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation

Le calcul de l'ET permet de voir comment un producteur peut maximiser sa production en utilisant au mieux tous les intrants. Il est aussi possible d'étudier la maximisation de la production en gérant mieux un seul des intrants, et en gardant identiques les autres (Frija *et al.*, 2009). Appliqué à la possibilité de réduire le volume d'eau d'irrigation, il s'agit alors de

l'efficacité de l'utilisation de l'eau d'irrigation (EUEI). Le principe de son calcul est décrit sur la *figure 3*. Sur cette figure, l'exploitation E, sur la frontière $f(x)$, obtient plus de production en utilisant le même volume d'eau que l'exploitation F. L'EUEI « *output oriented* » est mesurée par le rapport VF/VE . Ce principe de calcul permet de surmonter la difficulté de combiner les consommations en eau, la productivité de l'hectare et celle des vaches, exprimée par Srairi *et al.* (2008). Le point D dans la *figure 3* est la projection du point F sur la courbe de frontière de production. Il montre que le même niveau de production (P) obtenu en opérant au point F, peut être obtenu en opérant au point D, où le niveau de consommation du facteur eau (projection de D sur l'axe « *volume d'eau* ») serait largement inférieur aux volumes consommés en opérant au point F.

Analyse des déterminants des niveaux de l'efficacité technique et de l'efficacité de l'utilisation de l'eau d'irrigation

Les exploitations agricoles étudiées se trouvent sur un même grand type de sol (alluvial), pratiquent des cultures similaires et sont dans une même situation de marché ; les déterminants

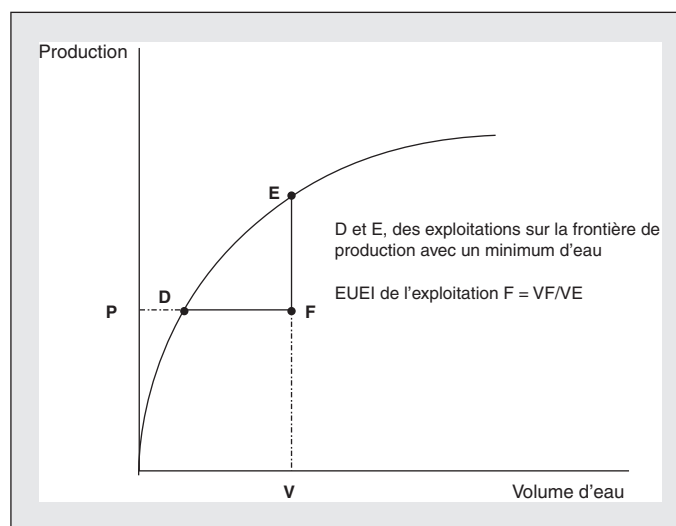


Figure 3. Principe de mesure de l'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation (EUEI) (d'après Coelli, 1996).

Figure 3. Irrigation water use efficiency (IWUE) measurement principle (adapted from Coelli, 1996).

de l'efficacité sont donc supposés être les mêmes.

Une analyse de variance à un facteur a été effectuée en vue d'étudier la pertinence des variables testées pour l'ET et l'EUEI. Ces variables sont l'accès aux ressources financières, le type de réseau de distribution, l'accès à l'eau, le type d'exploitation et la pratique de l'élevage. L'accès à des ressources financières, renseigné auprès des agriculteurs, dépend souvent de la contribution des membres de la famille travaillant en dehors de l'exploitation, ou de la possibilité d'accès au crédit agricole, qui nécessite que les agriculteurs aient un titre foncier. L'accès à l'eau dépend de l'emplacement de l'exploitation qui, dans certaines situations, peut lui garantir une pression optimale sur le réseau ou un accès à des ressources hydriques auxiliaires. L'analyse statistique des données a été faite avec le logiciel SigmaStat qui teste la normalité et l'égalité de la variance de l'échantillon.

Résultats et discussions

Les rendements des oliviers, du blé, de la tomate et des fruits sont respectivement de 2,6 t/ha, 2,6 t/ha, 69 t/ha et 5,9 t/ha et dégagent une marge brute de respectivement 1 345 DT/ha, 1 167 DT/ha, 3 344 DT/ha, 1 954 DT/ha. À l'échelle de l'exploitation, le revenu net moyen est de l'ordre de 6 600 DT pour deux actifs agricoles, mais sans prendre en compte les impôts et les pertes financières et exceptionnelles (le SMIG de l'ouvrier agricole qualifié est de 9,4 DT/j).

Niveau d'efficacité technique et d'utilisation de l'eau d'irrigation

Les résultats résumés dans le *tableau 2* montrent que, à l'échelle de l'exploitation, l'ET est satisfaisante, avec une moyenne de 0,84 ; cela veut aussi dire que la production pourrait être augmentée de 16 % en conservant les mêmes intrants. Les agriculteurs valorisent donc bien les ressources en terre et en capital dans ce contexte. La

Tableau 2. Efficacité technique (ET) et d'utilisation de l'eau d'irrigation (EUEI) à l'échelle de l'exploitation.

Table 2. Technical efficiency (ET) and irrigation water use efficiency (EUEI) at farm level.

	ET	EUEI
Moyenne	0,84	0,61
Minimum	0,39	0,20
Maximum	1,00	1,00
Écart type	0,20	0,25
Coefficient de variation	0,23	0,42

réforme agraire de 1958 a créé un grand périmètre irrigué géré par l'État (Office de mise en valeur de la vallée de la Medjerda) et y a alloué 7 ha en moyenne par paysan (DGGTH, 2001). Forts de 50 années d'expérience en agriculture irriguée et de l'appui des services de vulgarisation, les agriculteurs ont acquis un savoir-faire important. Par contre, l'EUEI est nettement plus faible, avec 0,61 en moyenne. De plus, sa forte variabilité (de 0,2 à 1 selon les exploitations) montre un potentiel significatif d'amélioration.

Les déterminants des efficacités à l'échelle de l'exploitation

L'analyse statistique montre que le mode de distribution de l'eau, gravitaire ou sous pression, et le type d'exploitation n'ont pas un effet significatif sur les différences de niveaux des deux efficacités (*tableau 3*). Étant donné que les types d'exploitations sont caractérisés par le système de culture et les techniques d'irrigation, cela veut dire que les variations d'efficacité ne sont systématiquement liées ni au type de culture ni à la technique d'irrigation. Le changement de technique d'irrigation, du gravitaire vers l'aspersion ou le goutte, n'entraîne donc pas systématiquement une amélioration des ET ou des EUEI. Or, nous nous attendions à ce que ce passage améliore les performances et permette d'économiser de l'eau, puisque c'est la justification de cette (coûteuse) conversion du système

d'irrigation. Or, en pratique, nous ne notons pas de gain évident. Hanafi (2011) avait déjà signalé que les agriculteurs ont un bon savoir-faire en irrigation de surface et que les efficacités hydrauliques de l'irrigation par aspersion ou de l'irrigation localisée ne sont pas meilleures que celles de l'irrigation de surface. Nous pouvons aussi penser que le mode de distribution de l'eau sous pression et à la demande améliorerait les performances des exploitations. Mais ce n'est pas le cas : les agriculteurs du secteur gravitaire sont en effet plus satisfaits de l'offre en eau (en termes de débit) que ceux du secteur sous pression, qui présente des problèmes d'équité de distribution de l'eau entre les exploitations à cause de l'absence de limiteurs de débit et de l'extension du nombre de vannes. Quant aux cultures pratiquées, même si l'une ou l'autre valorise mieux l'un des facteurs de production, il n'y a pas d'effet notable sur les performances d'ensemble de l'exploitation.

Les différences d'ET ne sont pas significativement liées à la pratique de l'élevage ; par contre, c'est le cas pour l'EUEI. L'élevage permet donc de valoriser mieux l'eau que les cultures seules. Les agriculteurs cultivent 0,43 ha de fourrage par vache, ce qui ne nécessite qu'une faible consommation d'eau d'irrigation pour dégager une marge pouvant être significative grâce au lait et à la vente des veaux. Les exploitations ayant un accès difficile à l'eau ont donc intérêt à pratiquer l'élevage, qui la valorise bien, même s'il ne valorise pas forcément l'ensemble des facteurs de production.

Tableau 3. Variations de l'efficacité technique (ET) et de l'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation (EUEI).

Table 3. Variability of technical efficiency (ET) and irrigation water use efficiency (EUEI).

Source de variance	ET			EUEI		
	M	Q1	Q3	M	Q1	Q3
Secteur de distribution						
Secteur gravitaire	NS			NS		
Secteur sous pression						
Accès à l'eau	*	*	*	**	**	**
Accès facile	1,00	0,88	1,00	0,75	0,49	0,97
Accès difficile	0,65	0,51	0,70	0,40	0,30	0,42
Ressources financières	*	*	*	*	*	*
Disponibles	1,00	0,91	1,00	0,63	0,46	0,97
Non disponibles	0,73	0,63	0,85	0,41	0,38	0,76
Type d'exploitation		NS			NS	
Pratique de l'élevage				*		
0 vache				0,59		
Moins de 4 vaches	NS			0,43		
4 vaches ou plus				0,80		

Note : (M) Moyenne, (Q1) 1^{er} quartile et (Q3) 3^e quartile. (*): Significatif à 1 % (**): Significatif à 5 %.

Analyse de variance à un facteur utilisant (i) le test paramétrique arithmétique si les populations ont une distribution normale et les variances sont égales, et si non (ii) la méthode de Kruskal-Wallis appliquée sur les rangs. Si la distribution est normale, Q1 et Q3 ne sont pas précisés.

Cette étude montre que les ET et les EUEI sont significativement liées à la disponibilité de ressources financières externes, ainsi qu'à un bon accès à l'eau. En dehors du blé et de l'olivier, les fruits et les cultures maraîchères (ici surtout la tomate) sont des cultures exigeantes en engrais et en traitements phytosanitaires jugés très chers par les agriculteurs. Des ressources financières externes permettent aux agriculteurs d'acquérir les intrants nécessaires, ce qui mène à une meilleure valorisation de la terre et du capital. Les ressources financières externes permettent aussi aux agriculteurs de renouveler leurs matériels d'irrigation, surtout les conduites de distribution de la borne d'alimentation vers les parcelles, qui sont souvent vétustes. Ceci limite les pertes d'eau, et permet de la valoriser par une meilleure intensification et une meilleure satisfaction des besoins des cultures, et ainsi d'obtenir un meilleur rendement. Un bon emplacement sur le réseau permet aussi un bon accès en termes de débit et de pression, satisfaisant les besoins des cultures. En revanche, un mauvais emplacement

sur le réseau se traduit par une faible pression qui empêche l'agriculteur d'irriguer au moment le plus opportun. Pour les exploitations ayant un accès difficile à l'eau, l'examen du troisième quartile montre que l'EUEI est inférieure à 0,42 pour 75 % d'entre elles. Il existe donc un potentiel significatif d'amélioration des performances lorsque les agriculteurs ont un meilleur accès à l'eau. Varghese *et al.* (2013) ont aussi trouvé une relation de cause à effet entre la rareté de l'eau à l'échelle de l'exploitation et l'efficacité de son usage. L'augmentation de la superficie irriguée par rapport à ce qui était prévu par le plan d'aménagement initial et la détérioration des appareils de régulation du réseau sont autant de facteurs qui rendent difficile l'accès à l'eau pour certaines exploitations, en particulier celles situées sur les extrêmes des réseaux sous pression. Les résultats montrent aussi que les ET et les EUEI ne sont pas liées significativement au type de réseau, gravitaire ou sous pression. Le projet de modernisation des périmètres de la basse vallée de la Medjerda, qui n'a pour

l'instant touché qu'une faible superficie, devrait en tenir compte; la conversion du réseau ne suffit pas, à elle seule, à améliorer l'efficacité. La modernisation doit aussi toucher d'autres facteurs. Un réseau sous pression qui n'assure pas une équité de distribution de l'eau entre toutes les exploitations, et donc qui n'assure pas un bon accès à l'eau à tous, ne va pas significativement contribuer à l'amélioration des performances d'ensemble.

Conclusion

Les indicateurs de performance des exploitations irriguées étudiés ici sont l'efficacité technique (ET), qui évalue la valorisation de l'ensemble des intrants pris ensemble, et l'efficacité de l'utilisation de l'eau d'irrigation (EUEI). Ce focus sur l'eau est justifié vu l'importance de cette ressource pour l'agriculture tunisienne. Les résultats obtenus sur un périmètre irrigué de la basse vallée de la Medjerda en Tunisie, montrent que l'ET est relativement

satisfaisante : 0,84 en moyenne. Par contre, l'EUEI est plus faible : 0,61 en moyenne. Il existe donc un potentiel important d'amélioration de la valorisation de l'eau. Les résultats montrent aussi que le mode de distribution de l'eau et le type d'exploitation, qui intègre le système de culture et les techniques d'irrigation, ne sont pas déterminants pour les performances mesurées par l'ET et l'EUEI. Par contre, la facilité d'accès à l'eau et la disponibilité de ressources financières externes sont des facteurs essentiels, qui peuvent favoriser ou handicaper les performances des exploitations. En conséquence, un accès plus équitable à l'eau et un accès facilité à des crédits pourraient être des leviers d'amélioration qui seraient efficaces. Par ailleurs, notre analyse met en évidence l'importance de l'élevage sur les différences d'EUEI. Les fourrages qui alimentent l'élevage valorisent ainsi mieux l'eau d'irrigation que les cultures non fourragères. Hormis l'objectif de la recherche d'équilibre dans les rotations culturales, l'association des productions animales aux cultures assure à l'agriculteur, grâce à la production laitière qui est quotidienne, des ressources financières régulières tout au long de l'année. Le lait alimente la trésorerie quotidienne de l'exploitation, alors que les recettes des cultures constituent sa réserve de vivres et lui permettent de faire face à des dépenses élevées.

Le défi serait de définir des scénarios fondés sur l'amélioration de l'accès à l'eau et aux crédits agricoles et à voir comment cela pourrait être mis à disposition des exploitants agricoles par les organismes professionnels ou les structures compétentes de l'État. Cela pourrait reposer, d'une part, sur l'amélioration de la qualité du service de l'eau rendu par les GDA (Groupements de développement agricole) (responsabilisation, tarification, organisation technique, etc.) et par des décisions efficaces quant aux projets de réhabilitation des systèmes de distribution d'eau collectifs dans les périmètres publics irrigués ; et d'autre part, sur une réforme conséquente du système actuel de crédit agricole, qui impose des conditions de garantie peu

adaptées à la situation des exploitations familiales (taille des exploitations, garanties). Là aussi, les GDA, à travers des systèmes de caution solidaire, et l'État, à travers les statuts fonciers et la possibilité pour les agriculteurs d'utiliser leurs terres comme garantie, pourraient avoir un rôle important à jouer. ■

Remerciements

Les auteurs remercient le projet SIRMA pour le soutien apporté à cette étude.

Références

- Bachta MS, 2011. *L'Agriculture tunisienne : performances et menaces de non durabilité*. Tunis: Institut arabe des chefs d'entreprises. <http://www.ctee.tn/documents/Etude%20agriculture%20juin%202011.pdf>
- Boughanmi H, 1995. Les principaux volets des politiques agricoles en Tunisie : évolution, analyse et performances agricoles. In: Allaya M, ed. *Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. Options Méditerranéennes Série B (14)* :127-38. <http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=C1960047>.
- Brauman KA, Siebert S, Foley JA, 2013. Improvements in crop water productivity increase water sustainability and food security – a global analysis. *Environmental Research Letters*; 8 024030. doi: 10.1088/1748-9326/8/2/024030
- Charnes A, Cooper WW, Rhodes E, 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research* 2 (6):429-44. doi: org/10.1016/0377-2217(78)90138-8
- CEA (Commission économique pour l'Afrique), 2008. *Les petites et moyennes entreprises acteurs du développement durable*. <http://uneca-an.org/cie2008/francais/note%20pme.pdf>
- Coelli TJ, 1996. *A guide to DEAP Version 2.1: a data envelopment analysis (computer) program*. Centre for Efficiency and Productivity Analysis Working (CEPA) Paper 08/96, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, Australia. <http://www.owl.net.rice.edu/~econ380/DEAP.PDF>.
- Coelli TJ, Rao DS, Battese GE, 1998. *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- DGGTH, 2001. *Plan guide de gestion des ressources en eau, rapport de synthèse de la Direction Générale des Grands Travaux Hydrauliques (DGGTH)*. Tunis: Ministère de l'Agriculture et des ressources en eau.
- Farrell MJ, 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical*

Society 120:253-81. <http://www.jstor.org/stable/2343100>

Frija A, Chebil A, Speelman S, Buysse J, Van Huylenbroeck GV, 2009. Water use and technical efficiencies in horticultural greenhouses in Tunisia. *Agricultural Water Management* 96:1509-16. doi: org/10.1016/j.agwat.2009.05.006

Hanafi S, 2011. *Approche d'évaluation de la performance des systèmes irrigués à l'échelle des exploitations agricoles. Cas du périmètre irrigué de Borj Toumi (vallée de la Medjerda-Tunisie)*. Thèse de doctorat, AgroParisTech. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00920810363>.

Hanafi S, Mailhol JC, Poussin JC, Zairi A, 2012. Estimating water demand at irrigation scheme level using various levels of knowledge: application in northern Tunisia. *Irrigation and Drainage* 61:341-7. doi: 10.1002/ird.652

Jamin JY, Bouarfa S, Poussin JC, Garin P, 2011. Les agricultures irriguées face à de nouveaux défis. *Cahiers Agricultures* 20:10-5. doi: 10.1684/agr.2011.0477

Kuper M, Bouarfa S, Errahj M, Faysse N, Hammani A, Hartani T, et al., 2009. A crop needs more than a drop: towards a new praxis in irrigation management in North Africa. *Irrigation and drainage* 58 (3):231-9. doi: 10.1002/ird.533

Kuper M, 2011. Des destins croisés : regards sur 30 ans de recherches en grande hydraulique. *Cahiers Agricultures* 20:16-23. doi: 10.1684/agr.2011.0467

Liste J, Kolster J, Matondo-Fundani N, 2012. *Distorsions aux incitations et politique agricole en Tunisie : une première analyse*. Note économique. Banque Africaine de Développement. <http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Publications/Brochure%20Note%20politique%20fran%20C3%A7ais.pdf>.

Molden D, Frenken K, Barker R, de Fraiture C, Mati B, Svendsen M, et al., 2007. *Trends in water and agricultural development*. In: *Water for Food, Water for Life*. London: Earthscan and Colombo International Water Management Institute. <http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/>

Nyemeck JB, Nkamleu GB, 2006. Potentiel de productivité et efficience technique du secteur agricole en Afrique. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroéconomie* 54:361-77. doi: 10.1111/j.1744-7976.2006.00055.x

Rodriguez Diaz JA, Camacho PE, Lopez Luque R, 2004. Application of data envelopment analysis to studies of irrigation efficiency in Andalusia. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 130:175-83. doi: 10.1061/(ASCE)0733-9437(2004)130:3(175)

Sraïri MT, Touzani I, Kuper M, Le Gal PY, 2008. Valorisation de l'eau d'irrigation par la production bovine laitière dans un périmètre de grande hydraulique au Maroc. *Cahiers Agricultures* 17:271-9. doi: 10.1684/agr.2008.0202

Varghese SK, Veettil PC, Speelman S, Buysse J, Van Huylenbroeck G, 2013. Estimating the causal effect of water scarcity on the groundwater use efficiency of rice farming in South India. *Ecological Economics* 86(C):55-64.