

# International Water Resource Association

## 13<sup>ème</sup> Congrès Mondial de l'eau

Montpellier (France), 1-4 Septembre 2008

### Comportement des producteurs agricoles et efficacité d'usage de l'eau en semi-aride Tunisien

**Fraj Chemak**

Laboratoire d'Economie Rurale, INRAT-Tunis-  
Rue Hédi Karray, 2049 Ariana, Tunisie.  
Tel: (00216)98 92 09 74, Fax: (00216)71 75 28 97  
[Fraj.chemak@iresa.agrinet.tn](mailto:Fraj.chemak@iresa.agrinet.tn)

#### **Abstract : Behaviour of farmers and water use efficiency in Tunisian semi arid region**

Threatened by the economic and social development, water is an increasingly rare good. More than ever concerned, Tunisia achieved a successfully water supply management policy in order to meet different needs, particularly the irrigated agricultural sector. Today, this policy reached its limits with a mobilization rate of 87%. Hence, efforts should target to the demand management. Understanding farmer's strategies and identifying the parameters controlling production technologies are the fundamental elements to modify the consumption of irrigated sector without compromising production objectives. In this regard, the objective of this investigation is to analyze the performance of irrigated farms in the region of Sidi Bouzid. First, farm's survey was carried out in both public and private irrigated areas. Second, an analysis of the production system within these farms showed an appropriate technology process. Moreover, the application of Data Envelopment Analysis (DEA) approach allowed the measurement of technical and allocative efficiency. Empirical findings revealed a technical inefficiency use of inputs, especially water irrigation. The comparison between both production systems revealed more important resources wasting in private farms than in public ones. However, the profitability of an activity, based on wells irrigation, appears to be much more interesting than that based on public resource. The Horticultural cropping practice is a determinant factor of this profitability. In addition, results indicate the negative effect of land structure (area and a number of plots) and land input intensification on technical efficiency.

**Key-words :** Irrigated area, production system, technical efficiency, allocative efficiency, Data Envelopment Analysis (DEA)

# Comportement des producteurs agricoles et efficacité d'usage de l'eau en semi-aride Tunisien

**Fraj Chemak**

Laboratoire d'Economie Rurale, INRAT-Tunis-  
Rue Hédi Karray, 2049 Ariana, Tunisie.  
Tel: (00216)98 92 09 74, Fax: (00216)71 75 28 97  
[Fraj.chemak@iresa.agrinet.tn](mailto:Fraj.chemak@iresa.agrinet.tn)

## Résumé

Menacée par le développement économique et social, l'eau est un bien de plus en plus rare. Particulièrement concernée, la Tunisie a réussi une politique de gestion de l'offre pour répondre aux différents besoins et notamment à celui du secteur de l'agriculture irriguée qui est le gros consommateur avec 83% de la demande totale. Aujourd'hui cette politique atteint ses limites en réalisant un taux de mobilisation de 87%. Désormais les efforts devraient se tourner vers la gestion de la demande. Comprendre les stratégies des agriculteurs et identifier les paramètres de maîtrise des technologies de production constituent des éléments fondamentaux pour modifier les consommations du secteur irrigué sans pour autant compromettre les objectifs de production. Dans cette perspective, nous avons analysé les performances de l'activité en irrigué dans la région de Sidi Bouzid. Nous avons réalisé des enquêtes auprès d'un échantillon d'exploitations des périmètres publics et privés. L'application de l'approche Data Envelopment Analysis (DEA) nous a permis de mesurer l'efficacité technique et allocative. Ainsi nous avons révélé une inefficacité technique d'usage des facteurs de production, particulièrement l'eau d'irrigation. La comparaison entre les systèmes de production révèle un gaspillage de la ressource plus important chez les exploitations des périmètres privés que celles des périmètres publics. Cependant l'analyse de l'efficacité allocative montre que la profitabilité d'une activité, basée sur l'irrigation à partir de puits de surface, semble plus intéressante que celle réalisée à partir d'irrigation publique. La pratique de cultures maraîchères est un facteur déterminant de cette profitabilité. Nous montrons par ailleurs que la structure foncière (superficie et nombre de parcelle) et l'intensification du facteur terre affectent négativement l'efficacité technique.

**Mots-clés :** Périmètre irrigué, système de production, efficacité technique, efficacité allocative, Data Envelopment Analysis (DEA)

## Introduction et questions de recherche

Menacée par le développement économique et social, l'eau est un bien de plus en plus rare. Particulièrement concernée, la Tunisie a réussi une politique de développement de l'offre pour répondre aux différents besoins. Cette politique a permis le développement de l'irrigation en vue de diversifier et d'accroître la production agricole. En 2005, le potentiel irrigable est estimé à 418 000 ha soit seulement 8% de la superficie arable alors que le secteur irrigué assure le tiers de la production agricole du pays. En revanche ce même secteur consomme 83% de la consommation totale d'eau en Tunisie alors que le pays atteint ses limites de mobilisation avec un taux de 87%. Désormais les efforts se tournent vers la gestion de la demande et en ce qui concerne l'agriculture par une amélioration de l'efficacité de son usage.

Dans ce contexte nous estimons que le comportement des producteurs et le fonctionnement des systèmes de production, constituent un champ d'investigation prioritaire. Une approche économique de l'efficacité d'usage de l'eau tiendra compte de l'allocation de l'ensemble des inputs en fonction des objectifs de production. Cette efficacité est évaluée par rapport à une frontière de production indiquant une allocation optimale des inputs. Elle traduit l'aptitude du producteur à mieux gérer sa ressource pour des choix technologiques donnés (Omezzine et Zaibet, 1998; Zaibet et Dharmapala, 1999; Karagiannis et al., 2003).

Cependant certains facteurs exogènes peuvent influencer la mise en œuvre du processus technologique traduisant une disparité de performances entre les exploitations. Ces facteurs dépendent de l'emplacement, des structures et de l'environnement économique et social de l'exploitation. Plusieurs travaux ont pu mettre en évidence un effet varié selon les études de cas. La taille de la firme fait déjà l'objet d'une controverse. Certains auteurs trouvent une relation positive entre la taille de l'exploitation et l'efficacité technique (Latruffe et al., 2002; Zaibet et Dharmapala 1999, Xu et Jeffrey, 1998) alors que d'autres mettent en évidence un effet inverse (Barrett, 1996). C'est ainsi que l'analyse des déterminants de l'efficacité varie selon les études de cas et l'objectif de recherche. Cependant l'identification de ces déterminants est cruciale pour pouvoir mettre en place des politiques d'intervention appropriées afin de pouvoir agir et accroître les performances des systèmes de production.

Le gouvernorat de Sidi Bouzid est l'une des régions qui doit son développement économique et social à l'irrigation. Ancien territoire pastoral, la région a pu atteindre, en 2005, environ 35000 ha de superficies irrigables. Ce potentiel est composé de 5000 ha aménagés en Périmètres Publics irrigués (PPI) où les agriculteurs mènent une gestion collective de la ressource alors que le reste sont des Périmètres Irrigués Privés (PIP) créés autour des puits de surface privés. Le secteur irrigué assure 50% de la production de la région en offrant la totalité de la production maraîchère et fourragère et environ les deux tiers de la production céréalière. Malgré ce développement de l'agriculture irriguée d'importantes difficultés subsistent aussi bien au niveau des périmètres publics que privés. Certains réseaux d'adduction sont vétustes et occasionnent des pertes d'eau significatives allant jusqu'à 40%. La pratique de l'irrigation par submersion domine les systèmes d'irrigation favorisant d'importantes pertes d'eau. La prolifération des puits de surface ne fait qu'aggraver la surexploitation des nappes phréatiques. Le rabattement de ces nappes se traduit par une augmentation significative des coûts d'exhaure et de la salinité de l'eau qui accélère la dégradation des sols. La situation est d'autant plus préoccupante que nous constatons que des producteurs des périmètres publics créent des puits de surface pour étendre leur potentiel irrigable. Ainsi trois questions méritent d'être abordées: Quels sont les niveaux d'efficacité d'usage de la ressource en eau dans les périmètres publics et privés? En disposant de deux sources d'irrigation, les producteurs vont-ils améliorer les performances de leur système de production? Quels sont les facteurs déterminants des performances des systèmes de production?

Ainsi l'objectif de ce travail est d'évaluer les performances des systèmes de production dans les périmètres publics et privés et d'identifier les principaux facteurs déterminants de la mise en œuvre du processus technologique. Nous présenterons ce travail en trois sections. Nous expliciterons, dans une première section, notre approche méthodologique pour la collecte des données et l'analyse des performances productives. La deuxième section sera consacrée à l'analyse des résultats en termes d'efficacité technique et d'efficacité allocative. Dans une troisième section nous analyserons les déterminants de cette efficacité.

## I- Base des données et méthodologie d'analyse

### 1-1 Echantillonnage et Typologie d'exploitation

Pour pouvoir répondre à nos questions de recherche nous avons choisi d'analyser l'agriculture irriguée dans la délégation de Sidi Bouzid Ouest. Cette région constitue une zone représentative de la dynamique économique, institutionnelle et sociale du gouvernorat et notamment le développement de l'irrigation (Attia, 1977; Abaab, 1999). En 2003, la région compte 7 PPI avec un potentiel irrigable de 1072 ha répartis entre 916 exploitations. Une première prospection de ce terrain nous a permis de constater que 18% des exploitations possèdent des puits de surface comme deuxième source d'irrigation. L'intensité du phénomène varie d'un périmètre à l'autre pour atteindre 44% au niveau du PPI Bir Badra alors que les agriculteurs du PPI El Frayou, créé en 2002, n'ont pas encore tenté l'expérience (Tableau 1). Suite à ce constat nous avons adopté une typologie d'exploitation afin de recueillir les données nécessaires pour analyser la dichotomie publique/privée en termes de fonctionnement et de performance de système de production et saisir l'impact de la création de puits de surface comme deuxième source d'irrigation. Ainsi nous avons enquêté sur le déroulement de la campagne 2003 auprès d'un échantillon de 150 exploitations réparties dans les trois types suivants:

- (i) **TypeR**: Regroupe les exploitations des périmètres publics
- (ii) **TypeP**: Regroupe les exploitations des périmètres privés
- (iii) **TypeM**: Regroupe les exploitations ayant accès aux deux sources d'irrigation

**Tableau 1: Répartition des exploitations enquêtées**

PPI	Nombre d'exploitations	Exploitations disposant de puits de surface	Exploitations enquêtées			Total
			TypeR	TypeP	TypeM	
<b>Sidi Sayeh I</b>	101	9 (9%)	3	3	3	<b>9</b>
<b>Sidi Sayeh II</b>	200	26 (13%)	9	8	7	<b>24</b>
<b>Ouled Brahim</b>	180	37 (20%)	12	12	12	<b>36</b>
<b>Bir Badra</b>	84	37 (44%)	13	11	12	<b>36</b>
<b>El Houajbia</b>	63	3 (5%)	1	1	0	<b>2</b>
<b>Om Laadham II</b>	209	51 (25%)	16	11	16	<b>43</b>
<b>El Frayou</b>	79	0	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>916</b>	<b>163 (18%)</b>	<b>54</b>	<b>46</b>	<b>50</b>	<b>150</b>

### 1-2 Approche théorique pour l'analyse des performances productives

Durant les trois dernières décennies, l'approche de l'efficacité s'est imposée comme outil privilégié pour des analyses de productivité globale. Dans ce sens les études empiriques qui se situent dans le prolongement de l'approche initiée par Farrell (1957) se sont multipliées mettant en exergue la pertinence de la méthode et l'importance des résultats obtenus (Battese, 1992 ; Bravo-Ureta et Pinheiro, 1993; Seiford, 1996).

La Méthode Data Envelopment Analysis (DEA) est une approche non paramétrique qui utilise la programmation linéaire pour mesurer les scores d'efficacité. Dans le cas de N firmes produisant l'output Y à partir l'input X, le modèle DEA est formulé de la manière suivante:

$$\text{Min } k_0 \quad (\text{PL1})$$

Sujet à

$$k_0 X_{j_0} \geq \sum_{j=1}^N \lambda_j X_j \quad ; \quad Y_{j_0} \leq \sum_{j=1}^N \lambda_j Y_j$$

$$\lambda_j \geq 0, j=1 \dots N, k_0 \text{ étant libre}$$

La solution optimale  $k_0^*$  de ce programme n'est autre que l'efficacité technique de la firme  $j_0$

Le modèle DEA n'impose aucune restriction sur la forme fonctionnelle de la technologie adoptée et permet d'analyser des situations multiproduits-multifacteurs en rendements d'échelle constants (Charnes et al., 1978) et en rendements d'échelle variables (Banker et al., 1984). Alors, dans le cas de N firmes qui utilisent m facteurs pour produire s produits la formulation du modèle DEA en rendements d'échelle variables est représentée par le programme linéaire (PL2) suivant :

$$\text{Min } k_0 - \varepsilon \left[ \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right] \quad (\text{PL2})$$

**Sujet à :**

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j x_{ij} = k_0 x_{ij_0} - S_i^- \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{rj} = y_{rj_0} + S_r^+ \quad r = 1, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0; j = 1, \dots, N; S_i^- \text{ et } S_r^+ \text{ variables d'écart } \geq 0 \forall i \text{ et } r, k_0 \text{ étant libre}$$

$\varepsilon$  est un infinitésimal non-archimédien

Par ailleurs nous pouvons aussi adopter une approche DEA pour construire une frontière de profit et analyser l'efficacité allocative (Ray, 2004). Ainsi nous pouvons calculer d'une part le profit maximal ( $\Pi^m$ ) qu'un agriculteur pourrait atteindre en atteignant une efficacité technique de 100% et d'autre part le profit optimal ( $\Pi^o$ ) qu'il est susceptible de réaliser étant donnée les vecteurs des prix des produits et des facteurs. Ainsi l'efficacité allocative ( $E_A$ ) est donnée par le ratio suivant :  $E_A = \frac{\Pi^m}{\Pi^o}$

Cependant en absence des vecteurs de prix nous pouvons toujours analyser l'efficacité allocative en utilisant les valeurs globales des produits et des facteurs. En effet sous l'hypothèse que toutes les firmes font face aux même prix, Faïre et al. (1990) démontrent que les optimas restent identiques. Blancard et al. (2003) signalent que cette hypothèse peut se justifier pour les observations situées dans un même bassin de production ; tel est le cas de notre région d'étude. Ainsi nous allons considérer d'un côté les recettes escomptées et de l'autre les dépenses engagées.

## II- Analyse des performances techniques et économiques

### 2-1 Caractérisation de la technologie de production

L'analyse des enquêtes révèle que l'irrigation concerne en priorité l'olivier qui s'étend en moyenne sur 80% de la superficie irrigable. Ainsi, les irrigants pratiquent les grandes cultures et les cultures maraîchères en intercalaire. Trois postes de dépenses sont incontournables pour la mise en œuvre du processus de production. Ces dépenses concernent l'eau d'irrigation, la mécanisation et la fertilisation qui totalisent en moyenne 63% des charges d'exploitation (Tableau 2).

**Tableau 2: Les dépenses moyennes à l'hectare en Dinar Tunisien (TND)**

	TypeR		TypeP		TypeM		Total	
	Valeur	%	Valeur	%	Valeur	%	Valeur	%
<b>Irrigation</b>	162	44	202	35	154	40	172	39
<b>Mécanisation</b>	81	19	64	11	59	15	68	15
<b>Fertilisation</b>	27	9	57	10	27	7	37	8
<b>Sous total</b>	270	74	323	56	240	63	277	63
<b>Autres</b>	97	26	253	44	144	37	166	37
<b>Total des charges</b>	367	100	576	100	384	100	443	100

La force de travail joue aussi un rôle prépondérant dans la mise en œuvre de la technologie de production. Selon nos enquêtes cette force de travail est assurée principalement par les membres de la famille ainsi que l'entraide entre voisins (Selon nos enquêtes la taille moyenne de la famille est de 6 membres dont 4 assurent le travail familial de l'exploitation). Ce caractère familial nous a posé des difficultés pour préciser le nombre de journées de travail afférent à l'exécution des différents travaux. Pour cela nous estimons que le travail familial est déterminé par la taille de la famille. Par ailleurs certains membres de la famille exercent une activité extra agricole dont le revenu joue un rôle important dans le fonctionnement de l'exploitation. En effet, Selon nos enquêtes, 82 exploitations (55%) profitent d'un revenu extra agricole dont la moyenne atteint 2100 TND par an et par exploitation et représente en moyenne 65% du revenu total de l'exploitation. Par conséquent, nous estimons que l'intégration de ce revenu comme output traduira une relation fonctionnelle appropriée de l'activité en irrigué dans notre région d'étude. Ainsi, pour évaluer les performances techniques de nos exploitations nous allons représenter le processus de production par la relation fonctionnelle suivante:

$$\text{Arb, Cult, Rex} = f(\text{Terre, Mekan, Fertil, Eau, Fam})$$

Avec

- Arb**: Valeur des produits de l'arboriculture en TND
- Cult**: Valeur des produits des cultures en TND
- Rex** : Revenu extra agricole en TND
- Terre**: Superficie irrigable en hectare
- Eau**: Quantité consommée de l'eau d'irrigation en m<sup>3</sup>.
- Mekan**: Dépenses de mécanisation en TND
- Fertil**: Dépenses de fertilisation en TND.
- Fam** : Force de travail familial en nombre d'individus

Par ailleurs nous faisons aussi l'hypothèse que le profit ( $\Pi$ ) de l'exploitation est équivalent à la marge suivante :

$$\Pi = [(Arb) + (Cult)] - [(TerreV) + (Mecan) + (Fertil) + (EauV)]$$

Avec

-**TerreV** : La valeur locative de la superficie irrigable en disposition en TND

-**EauV** : La valeur de la quantité d'eau consommée en TND

En raison de certaines informations manquantes nous avons retenu seulement 125 exploitations pour la mesure de l'efficacité technique et 86 exploitations pour la mesure de l'efficacité allocative. Ainsi les statistiques des variables retenues pour la construction de la matrice input-output sont données par le tableau 3 suivant :

**Tableau 3 : Statistiques des variables des matrices inputs-outputs**

<b>Mesure de l'efficacité technique</b>					
<b>Varibales</b>	<b>Observations</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Ecart Type</b>
<b>Arb</b>	125	1524	0	7800	1585
<b>Cult</b>	125	3851	0	28110	5044
<b>Rex</b>	125	1115	0	18000	2332
<b>Terre</b>	125	5,23	0,25	20	3,94
<b>Mecan</b>	125	440	22	2800	433
<b>Fertil</b>	125	280	9	2034	337
<b>Eau</b>	125	14696	720	130086	16713
<b>Fam</b>	125	6,76	1	14	2,52
<b>Mesure de l'efficacité allocative</b>					
	<b>Observations</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Ecart Type</b>
<b>Arb</b>	86	1809	0	7800	1734
<b>Cult</b>	86	4999	0	28110	5585
<b>TerreV</b>	86	1375	50	5700	1082
<b>Mecan</b>	86	493	40	2800	474
<b>Fertil</b>	86	295	12	1705	307
<b>EauV</b>	86	1062	40	4784	883

## 2-2 Analyse de l'efficacité technique et de l'efficacité allocative

Pour le calcul des scores d'efficacité nous avons adopté le programme linéaire (PL2). En termes d'efficacité technique, l'analyse des résultats (Tableau 4) montre que l'efficacité globale moyenne des exploitations atteint 0,72. Ce résultat traduit un usage non optimal des facteurs de production avec un niveau de gaspillage global moyen estimé à 28%. Selon la nature de la source d'irrigation cette efficacité moyenne présente des disparités. En effet les exploitations du TypeR montrent une efficacité moyenne bien supérieure qui atteint 0,87 contre 0,69 pour les exploitations du TypeM et seulement 0,64 pour les exploitations du TypeP. L'analyse du test de Wilcoxon Mann-Whitney (Tableau5) montre que cette disparité est bien significative entre les exploitations du TypeR et celles du TypeP et de même entre les exploitations du TypeR et celles du TypeM. Ainsi les exploitations du TypeR font apparaitre une meilleure performance technique. Ce résultat remet en question la stratégie de création de puits de surface comme deuxième source d'irrigation. En effet un tel comportement des producteurs ne fait qu'aggraver le gaspillage et va à l'encontre d'un usage durable de la ressource.

**Tableau 4: Analyse statistique des mesures de l'efficacité technique**

	Observations	Moyenne	Médiane	Minimale	Ecart Type
<b>Globale</b>	125	0,72	0,69	0,22	0,25
<b>TypeR</b>	30	0,87	1	0,44	0,18
<b>TypeP</b>	47	0,64	0,56	0,22	0,24
<b>TypeM</b>	48	0,69	0,67	0,27	0,25

**Tableau 5: Test de Wilcoxon Mann-Whitney**

Efficacité	TypeR/TypeP		TypeR/TypeM		TypeP/TypeM	
	Z	Prob	Z	Prob	Z	Prob
<b>Technique</b>	-4,069	0,0000***	3,162	0,0016***	-0,997	0,3190
<b>Allocative</b>	-2,840	0,0045***	-1,654	0,0980*	0,462	0,6442

\*\*\*Significatif à 1%

\*Significatif à 10%

En revanche l'analyse des mesures de l'efficacité allocative (Tableau 6) montre que les exploitations du TypeP sont plus efficaces que les autres types d'exploitation. Les exploitations du TypeR montrent des efficacités allocatives plus faibles avec une moyenne qui atteint seulement 0,53 alors que les exploitations du TypeP enregistrent une moyenne de 0,76. L'analyse du test de Wilcoxon Mann-Whitney (Tableau 5) montre que cette différence est bien significative. Ce résultat suggère que malgré une faible performance technique, le système de production des exploitations du TypeP montre une plus grande aptitude à atteindre une meilleure profitabilité que les autres systèmes de production. Ce niveau de profitabilité traduit la logique de maximisation de profit des agriculteurs eu égard leurs potentialités et la technologie de production mise en œuvre. Ainsi ce résultat peut expliquer la stratégie de création de puits de surface comme deuxième source d'irrigation.

**Tableau 6 : Analyse statistique des mesures de l'efficacité allocative**

	Observations	Moyenne	Médiane	Minimale	Ecart Type
<b>Globale</b>	86	0,66	0,72	0,01	0,29
<b>TypeR</b>	21	0,53	0,55	0,01	0,29
<b>TypeP</b>	29	0,76	0,78	0,09	0,19
<b>TypeM</b>	36	0,66	0,79	0,22	0,32

### III- Analyse des déterminants de l'efficacité

#### 3-1 Choix des variables explicatives

L'analyse des scores d'efficacité montre déjà que la performance du système de production peut être affectée selon qu'on dispose de l'eau du réseau public ou de puits de surface. Nous allons tester ce résultat en estimant un modèle Tobit (Tobin, 1958 ; Dimara et al., 2005). Pour cela nous avons retenu les variables suivantes :

**Priv:** Variable binaire =1 si l'exploitation est du TypeP, si non 0

**Mix:** Variable binaire =1 si l'exploitation est du TypeM, si non 0

**Pub:** Variable binaire =1 si l'exploitation est du TypeR, si non 0

Par ailleurs nous estimons aussi que la structure de l'exploitation, l'aptitude à l'intensification et l'importance de la pratique des cultures maraîchères peuvent affecter les niveaux d'efficacité. Pour cela, nous avons retenu les variables explicatives suivantes :



**Sprci:** Superficie moyenne par parcelle irrigable en hectare  
**Prcirrig:** Nombre de parcelles irrigables  
**Tintens:** Taux d'intensification du facteur terre = Superficie des cultures/Superficie irrigable  
**SmrSirrig :** Superficie du maraîchage par rapport à la superficie des cultures irriguées.

Ainsi nous allons pouvoir estimer les modèles Tobit suivant :

$$ET=f(priv, Mix, Prcirrig, Sprci, Tintens, SmrSirrig)$$

$$EA=f(priv, Mix, Prcirrig, Sprci, Tintens, SmrSirrig)$$

**Avec**

*ET:* Les scores de l'efficacité technique

*EA:* Les scores de l'efficacité allocative

Les statistiques de ces variables explicatives sont données par le tableau 7 suivant :

**Tableau 7: Statistiques des variables explicatives**

<b>Déterminants de l'efficacité technique</b>					
<b>Variables</b>	<b>Observations</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Ecart Type</b>
<b>Pub</b>	125	0,24	0	1	0,42
<b>Priv</b>	125	0,37	0	1	0,48
<b>Mix</b>	125	0,38	0	1	0,48
<b>Prcirrig</b>	125	2,04	1	5	1,05
<b>Sprci</b>	125	2,67	0,25	9	1,77
<b>Tintens</b>	125	146,47	33,33	300	40,53
<b>SmrSirrig</b>	125	16,33	0	100	19,03
<b>Déterminants de l'efficacité allocative</b>					
<b>Variable</b>	<b>Observations</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Ecart Type</b>
<b>Pub</b>	86	0,24	0	1	0,432
<b>Priv</b>	86	0,34	0	1	0,47
<b>Mix</b>	86	0,42	0	1	0,49
<b>Sprci</b>	86	2,62	0,25	7	1,68
<b>Tintens</b>	86	145,23	33,33	300	40,72
<b>Prcirrig</b>	86	2,10	1	5	1,02
<b>SmrSirrig</b>	86	18,82	0	100	20,53

### 3-2 Analyse des résultats

Le résultat de l'estimation du modèle Tobit pour l'analyse des déterminants de l'efficacité technique est donné par le tableau 8. Il ressort que les variables explicatives retenues ont un effet d'ensemble significatif sur la variabilité des scores d'efficacité. Les coefficients de ces variables sont tous de signe négatif traduisant un effet inverse sur les scores d'efficacité. Cet effet est non significatif seulement pour les variables (Mix) et (SmrSirrig). Ce résultat confirme tout d'abord que les exploitations des périmètres publics sont techniquement plus performantes que les exploitations des périmètres privés. Les agriculteurs perdent aussi de l'efficacité sur des potentiels irrigables plus étendus, avec l'augmentation du nombre de parcelle et lorsqu'ils cherchent à intensifier davantage leurs terres.

En revanche les résultats de l'estimation du modèle Tobit pour l'analyse des déterminants de l'efficacité allocative montrent que seuls les coefficients des variables (Tintens) et (SmrSirrig) sont significatifs avec un effet plutôt positif. Ceci prouve que la

profitabilité de l'activité en irrigué est liée à une plus grande aptitude à l'intensification du facteur terre et la pratique des cultures maraîchères. Malheureusement, les exploitations des PPI sont moins intensives et le maraîchage est pratiquement absent du système de culture. Seulement huit exploitations (17%) du TypeR pratiquent les cultures maraîchères contre 38 exploitations (76%) du TypeP. En effet les irrigants des PPI semblent entièrement découragés par les problèmes de tour d'eau, de pannes fréquentes et de l'exigence technique de ces cultures notamment par rapport à un débit fort de l'eau du réseau public.

Ainsi nous pouvons suggérer que la décision d'intensification, notamment à travers l'accroissement des superficies des cultures maraîchères, procure à l'exploitation une plus grande efficacité allocative et par conséquent une profitabilité meilleure.

**Tableau 8: Résultats de l'estimation du modèle Tobit**

	Efficacité Technique (N=125)			Efficacité Allocative (N=86)		
	Coefficient	t	P> t	Coefficient	T	P> t
<b>Priv</b>	-0,174	-1,86	0,065*	0,152	1,54	0,129
<b>Mix</b>	-0,131	-1,40	0,165	0,112	1,20	0,235
<b>Prcirrig</b>	-0,083	-2,52	0,013**	-0,015	-0,44	0,660
<b>Sprci</b>	-0,065	-3,33	0,001***	0,010	0,47	0,639
<b>Tintens</b>	-0,002	-2,90	0,005***	0,001	1,87	0,065*
<b>SmrSirrig</b>	-0,001	-0,71	0,478	0,003	1,92	0,058*
<b>Constante</b>	1,63	8,71	0,000***	0,281	1,61	0,112
	Chi2 =35,54 Prob = 0,000 LL =-54,88			Chi2 =12,83 Prob = 0,045 L.L =-12,92		

\*\*\*Significatif à 1%

\*\*Significatif à 5%

\*Significatif à 10%

## Conclusion

La gestion de la demande en eau est une question de plus en plus cruciale. Le développement de l'irrigation permet aujourd'hui à la Tunisie d'assurer jusqu'à 35% de sa production agricole alors que les planificateurs cherchent à atteindre une contribution de 50%. La réalisation de cet objectif est confrontée aux difficultés de gestion d'une ressource en eau de plus en plus rare. Ainsi comment concilier une gestion durable de la ressource avec une augmentation de la production?

Nos résultats montrent que la conciliation est possible. En effet une gestion plus efficace de l'usage de la ressource permet de réduire le gaspillage et tenir aux objectifs de production. La création de puits de surface comme deuxième source d'irrigation est une stratégie d'optique purement financière qui permet détendre les superficies de cultures maraîchères à haute valeur ajoutée alors qu'elle va à l'encontre d'un usage durable de la ressource. En revanche les périmètres publics montrent un potentiel technique plus important qui pourrait être mieux exploité. L'incitation à l'intensification de ces périmètres notamment par l'extension des superficies maraîchères constitue une alternative intéressante qui permettra aussi une meilleure valorisation des investissements publics.

La situation foncière semble aussi affecter négativement les performances des systèmes de production. La réforme agraire au niveau des périmètres irrigués devrait être activée pour limiter le parcellement et définir la taille optimale d'exploitation compte tenu des compétences professionnelles des paysans et des moyens matériels et financiers. Ainsi il ressort que l'intervention de l'Etat est nécessaire non seulement pour réduire le gaspillage mais pour mettre en place un dispositif d'accompagnement permettant de concilier économie d'eau, objectifs de production et rentabilité économique pour les producteurs.

## Références bibliographiques

**ABAAB A., 1999** -Modernisation agricole et ses effets sur les systèmes de production agricole: cas de la région de Sidi Bouzid en Tunisie centrale- Thèse du doctorat en sciences biologiques appliquées (section agronomie), Université de GAND, Belgique, 1998-1999, 330 p.

**ATTIA H., 1977** –Les hautes steppes tunisiennes...de la société pastorale...à la société paysanne- Thèse de doctorat d'état ès lettres, université de Paris VII, mai 1977, 721 pages.

**BARRETT, C.B. 1996** –On price risk and the inverse farm size-productivity relationship- Journal of Development Economics, 51(2), pp. 193-216.

**BANKER R. D., Charnes A., Cooper W.W., 1984** –Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis- In Management Science,30,9,pp.1078-1092.

**BATTESE G.E., 1992** –Frontier production functions and technical efficiency: a survey of empirical application in agricultural economics- In Agricultural economics, 7, pp.185-208.

**BLANCARD S., Boussemart J.P., Kerstens K., 2003** –L'influence des contraintes de financement de court terme sur le profit des exploitations agricole : une approche non paramétrique- In Economie et Prévision N° 159 2003-3, pp.71-81.

**BRAVO-URETA B.E., Pinheiro A.E., 1993** –Efficiency analysis of developing country agriculture: a review of the frontier function literature- In Agricultural Research Economic Review, 22, pp.88-101.

**CHARNES A., Cooper W.W. and Rhodes E., 1978** –Measuring the efficiency of Decision Making Units- European Journal of Operational Research 2:6 November 1978, pp.429-444.

**DIMARA E., Pantzios C.J., Skuras D. and Tsekouras K., 2005** –The impact of regulated notions of on farm efficiency: A DEA application- In European Journal of Operational Research 161 (2005), pp. 416-431.

**FAÏRE R., Grosskopf S. and Lee H., 1990** – A Nonparametric approach to expenditure-constrained profit maximisation- American Journal of Agricultural Economics, Vol.72 , n°3, pp.574-581.

**FARRELL M.J., 1957**-The measurement of technical efficiency- In Journal of the Royal Statistical Society, Series A, General, 120, Part 3, pp.253-281.

**KARAGIANNIS G., Tzouvelekas V. and Xepapadeas A., 2003** –Measuring irrigation water Efficiency with a stochastic production frontier: An application to Greek out-of-season vegetable cultivation- In Environmental and Resource Economics 26: 2003, Kluwer Academic Publishers, pp.57-72.

**LATRUFFE L., Balcombe K., Davidova S. and Zawalinska K., 2002** – Determinants of technical efficiency of crop and livestock farms in Poland- working paper 02-05, Aout 2002, INRA, unité d'Economie et sociologie rurales renne, 31 pages.

**RAY S.C., 2004** -Data Envelopment Analysis: Theory and techniques for economics and operation research- edit Cambridge University Press, 353 pages.

**SEIFORD L.M., 1996** –Data Envelopment Analysis: the evolution of the state of the art (1978-1995)- In Journal of Productivity Analysis, 7, pp.99-138.

**OMEZZINE A. and Zaibet L., 1998** -Management of modern irrigation systems in Oman: allocative vs. Irrigation efficiency- In Agricultural water management 37 (1998), pp.99-107.

**TOBIN J., 1958** –Estimation of relationships for limited dependent variables- In Econometrica, vol. 26, n°1, Janvier 1958, pp.24-36.

**XU X. et Jefferey S.R., 1998** –Efficiency and technical progress in traditional and modern agriculture: evidence from rice production in China- In Agricultural Economics 18 (1998), pp.157-165.

**ZAIBET L. et Dharmapala P.S., 1999** -Efficiency of Government-supported horticulture: the case of Oman- In Agricultural Systems 62 (1999), edit ELSEVIER, pp. 159-168.