

## Economic, allocative and technical efficiency of cereals farms in Tunisia Case of durum wheat in Sub-humid Region

### Efficacité, économique, allocative et technique, des exploitations céréalières en Tunisie cas du blé dur dans les régions subhumides

RACHED ZOUHAIR<sup>1\*</sup>, CHEBIL ALIET<sup>2</sup>, RAOUDHA KHALDI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie (INRAT). Université de Carthage. Rue Hédi Karray -2049 Ariana – Tunisie

<sup>2</sup>Institut National de la Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts (INRGREF). Université de Carthage. Rue Hédi Karray -2049 Ariana – Tunisie.

\*Corresponding author: rached\_zouhair@yahoo.fr

**Abstract** - The objectives of this work are twofold. We firstly aim to measure the technical, allocative and economic efficiencies for a total sample of 232 cereal farmers in sub-humid region in the North of Tunisia using a Stochastic Frontier Analysis (SFA) Approach. The Second objective is to identify the determinants of the calculated farms efficiency. Results of the SFA model show that average of technical, allocative and economic efficiencies are respectively 85%, 84% and 72%. By operating at full economic efficiency levels, the sampled farms would be able to reduce their costs of wheat production with around 28%. Pure technical efficiency, scale efficiency, and allocative efficiency levels account respectively for 15 %, 16% and 28 % of the total cost reductions. Results of the Tobit regression indicate the positive effect, on economic efficiency, of variety choices, types of seeds, the importance of cereals in the production system and farm size. This suggests that there is potential to improve production efficiency through aggregating farmers into farmer's cooperatives in addition to the controls of input prices.

**Keywords:** Economic efficiency, SFA, wheat farms, North, Tunisia.

**Résumé** - L'objectif de cet article est double. Le premier est d'estimer les scores d'efficacité technique, allocative et économique d'un échantillon de 232 exploitations céréalières dans les régions sub-humides au Nord de la Tunisie. Le deuxième consiste à identifier les déterminants socioéconomiques de ces paramètres. Les scores des efficacités ont été estimés moyennant l'approche à frontières stochastiques. Les résultats obtenus par le modèle SFA indiquent que les moyennes de l'efficacité technique, allocative et économique, sont respectivement de l'ordre de 85%, 84% et 72%. Ces résultats montrent l'existence d'un manque à gagner sous forme de réduction du coût de production des exploitations de l'ordre de 28% en éliminant les différentes formes d'inefficacité. Les niveaux de l'inefficacité technique pure, d'échelle et allocative représentent respectivement 15%, 16% et 28% du potentiel de réduction du coût. Les résultats empiriques des modèles Tobit d'inefficacités montrent un effet positif du choix variétal, du type des semences utilisées, des opérations techniques réalisées et de la taille de l'exploitation sur l'efficacité économique. Ceci suggère l'existence d'un potentiel d'amélioration des efficacités technique et économique par le contrôle des prix des intrants notamment des semences, le renforcement des programmes des coopératives de production et la lutte contre le morcellement des terres agricoles.

**Mots-clés :** Efficacité économique, SFA, blé dur, Nord Tunisie.



## 1. Introduction

En Tunisie, le secteur céréalière est considéré parmi les secteurs stratégiques en raison de son importance économique et sociale dans le secteur agricole et sa contribution à la réalisation de l'objectif de la sécurité alimentaire. La culture du blé dur représente plus de 50% de la superficie céréalière totale durant les cinq dernières années. Cette culture est dominante dans toutes les strates des superficies et dans les zones subhumides. Toutefois, plus la taille de l'exploitation augmente plus la part de la superficie du blé tendre augmente aux dépens de la superficie de l'orge, mais sans aucun changement remarqué pour la superficie de blé dur (MARH 2010). Cette dominance est due à son importance dans l'alimentation humaine.

Sur le plan économique, la céréaliculture contribue à raison de 13% à la production agricole durant les dernières années 2010-2016 (MARH 2016). Ce niveau représente presque le double de celui de la pêche, il est proche de celui du maraichage et il représente le tiers de l'arboriculture et de l'élevage. La céréaliculture occupe une part importante des superficies cultivées de l'ordre de 33% de la Superficie Agricole Utile (SAU). Elle assure une partie importante de l'alimentation des bétails et occupe une place importante dans la rotation culturale. Dans les échanges agricoles, les céréales représentent en moyenne 10% des exportations et 45% des importations durant la même période 2010-2016. Également, la céréaliculture alimente la chaîne de transformation et de l'industrie agroalimentaire à travers les minoteries et les semouleries.

Sur le plan social, la céréaliculture jouisse un rôle important dans la fixation de la population rurale et la préservation de l'emploi agricole. En effet, le nombre des exploitants céréaliers en 2010 est de 240000 dont 104000 sont situés dans le nord de la Tunisie. Également, la céréaliculture offre annuellement 2,5 millions de journées de travail, soit 9% de l'emploi agricole (MARHP, 2015).

Par ailleurs, une partie importante de l'activité céréalière est conduite en sec enregistrant par conséquent, des rendements faibles ne dépassent pas les 20 quintaux à l'hectare. En effet, cette activité n'assure que 30,4% de nos besoins alimentaires des céréales qui constituent la base du régime alimentaire du consommateur tunisien en lui procurant 52% des calories et 53% des protéines végétales (l'INS 2015). Par conséquent, le recours à l'importation reste encore la solution unique pour combler le déficit entre l'offre et la demande. Toutefois, le nouveau contexte économique caractérisé par une volatilité des prix internationaux a favorisé la production locale des céréales pour satisfaire la demande d'une population en croissance progressive. Dans cet environnement concurrentiel d'une part et de limitation des ressources productives d'autre part, l'optimisation d'usage des facteurs de production, et l'amélioration des revenus des producteurs devient un objectif important pour assurer la durabilité de l'activité céréalière et notamment celle du blé dur. C'est dans ce cadre, s'insère notre travail de recherche qui cherche à analyser la productivité des céréales surtout dans les zones où les conditions climatiques sont favorables. Il s'agit d'estimer les scores d'efficacité technique, économique et allocative des exploitations céréalières et d'identifier leurs déterminants socioéconomiques et d'examiner le lien entre les efficacités des unités de production et la taille d'exploitation céréalière pour les régions subhumides à savoir les gouvernorats de Béja, Jendouba et Bizerte.

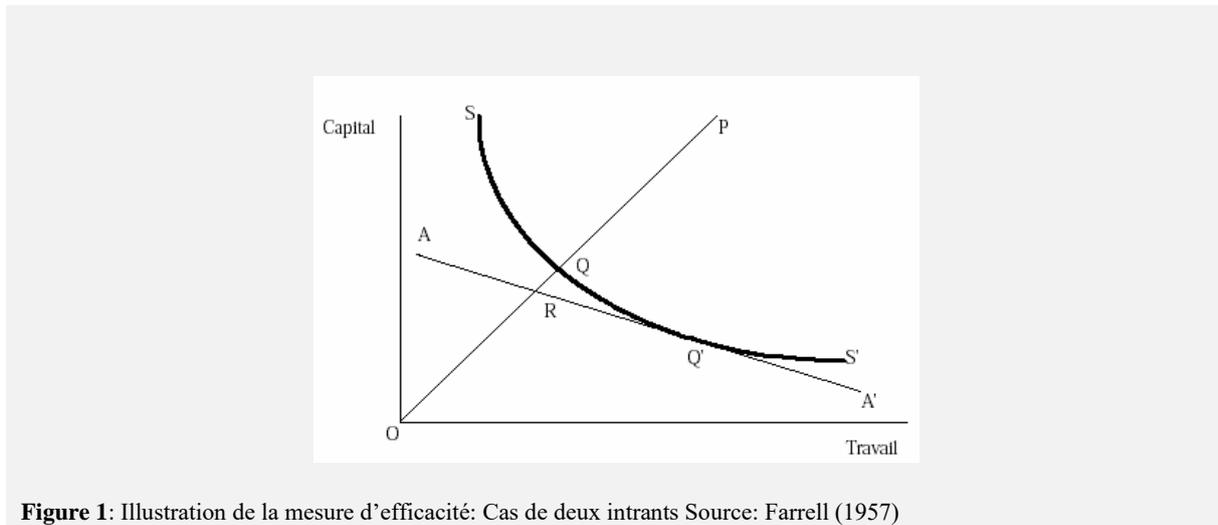
Le présent travail est composé par trois parties, dans la première on présentera l'approche théorique et méthodologie de la recherche. La deuxième sera consacrée aux résultats et discussions d'estimation de l'efficacité technique, économique et allocative ainsi que l'identification de leurs déterminants socioéconomiques. La dernière présentera la conclusion et les implications politiques.

## 2. Matériels et Méthodes

### 2.1 Approche à Frontière stochastique

La mesure du niveau d'efficacité d'une unité productive permet donc de décider si cette dernière peut accroître sa production sans consommer plus de ressources, ou diminuer l'utilisation d'au moins un intrant tout en conservant le même niveau de production. Les premiers travaux sur le concept d'efficacité sont attribués à Koopmans (1951) et Debreu (1951). Koopmans est le premier qui a proposé une mesure du concept d'efficacité et Debreu le premier qui l'a mesuré empiriquement. Debreu a proposé le « coefficient d'utilisation des ressources » portant essentiellement sur des mesures de ratio extrant-intrant. Farrell (1957) est le premier qui a défini clairement le concept d'efficacité économique et a distingué les concepts d'efficacité technique et d'efficacité allocative. La mesure de l'efficacité proposée par Farrell se réfère à une fonction de production qui reflète, par exemple, les combinaisons du capital et du travail pour produire un produit donné où l'isoquant SS' (Figure 2) représente les différentes combinaisons des facteurs de production qu'une firme parfaitement efficace peut utiliser pour produire une unité d'extrait. Ainsi, le point Q représente une firme techniquement efficace, en utilisant les deux facteurs de production dans le même rapport que la firme située au point P. Supposons que la firme Q

produit la même quantité d'extrait que la firme P en utilisant seulement une fraction OQ/OP des facteurs de production, le ratio OQ/OP est défini comme étant le niveau d'efficacité technique de la firme située en P. Ainsi, ce ratio est égal à l'unité (1) pour une firme parfaitement efficace (située sur SS'). Il diminue indéfiniment lorsque les quantités d'intrants pour un même niveau de production deviennent de plus en plus grandes.



**Figure 1:** Illustration de la mesure d'efficacité: Cas de deux intrants Source: Farrell (1957)

Cependant, pour qu'une firme soit économiquement efficace, il est également nécessaire qu'elle utilise les différents facteurs de production dans les bonnes proportions, étant donné leurs prix relatifs. Dans la Figure 2, si AA' montre une pente égale au ratio des prix des facteurs (courbe d'isocoût), c'est alors Q', et non pas Q, qui est le point optimal de production. En effet, et même si l'efficacité technique est de 100% en ces deux points, les coûts de production à Q' ne représentent que la fraction OR/OQ de ceux au point Q. Ce ratio est alors défini comme une mesure de l'efficacité de prix, ou l'efficacité allocative, au point Q. Ainsi, si la firme située au point P change la proportion d'utilisation de ses intrants jusqu'à ce qu'elle soit égale à celle donnée au point Q', tout en gardant son indice d'efficacité technique constant, ses coûts seront modifiés par le facteur OR/OQ. Son indice d'efficacité allocative est donc donné par le ratio OR/OQ. Comparée à la firme située en P, la firme parfaitement efficace techniquement et allocativement (celle située en Q') montre des coûts qui sont une fraction OR/OP de ceux de cette première firme. Le ratio OR/OP, qui est le produit des deux ratios qui définissent respectivement l'efficacité technique et l'efficacité allocative, reflète le niveau d'efficacité économique (totale) de la firme située en P.

## 2.2. Estimation de l'efficacité technique

Pour identifier et comprendre les principaux déterminants de l'efficacité technique des exploitations céréalières et proposer des alternatives d'amélioration, le modèle d'estimation simultanée de la frontière stochastique de production et des effets d'inefficacité technique (Kumbhakar et al., 1991 ; Reifschneider et Stevenson, 1991 ; Huang et Liu, 1994), a été utilisé. Le concept utilisé est basé sur la fonction de Meta-Production considérée par Hayami et Ruttan (1970) comme enveloppe des fonctions de production néoclassiques généralement conçues. En Tunisie, l'efficacité technique des exploitations agricoles a été traitée par plusieurs études menées notamment par Lachaal et al (2005), Albouchi (2006), Dhehibi et al (2012) et Messaoudi et al (2016). Toutefois, ces études n'ont abordé que l'efficacité technique.

Nous employons dans notre analyse la frontière stochastique de production (SFA) pour comparer l'efficacité technique, la frontière stochastique de coût pour déterminer l'efficacité allocative et économique des exploitations appartenant à des systèmes de production différents dans la région subhumide au Nord de la Tunisie.

Le modèle d'efficacité retenu est le suivant:

$$TE_i = Y_i / \exp(X_i) = \exp(X_i - U_i) / \exp(X_i) = \exp(-U_i)$$

où:

- $Y_i$  est la production observée de la firme « i »
- $\exp(X_i)$  est la production frontière estimée.

Avec:

\*  $Y_i$  représente le niveau de production de la ferme i ;

- \*  $X_j$  est un vecteur de  $j$  inputs utilisés pour la production  $Y_i$  ;
- \*  $\beta_j$  est un vecteur des  $j$  paramètres à estimer ;
- \*  $U_i$  représente le terme d'inefficacité de l'exploitation  $i$  ;
- \*  $V_i$  indique le terme d'erreur aléatoire de l'exploitation  $i$  ;
- \* Les indices  $i, j$  désignent respectivement l'exploitation et la valeur des intrants utilisés.

Les facteurs de production utilisés  $X_j$  sont: le capital, la main d'œuvre, les intrants et la mécanisation.  
Les déterminants de l'efficacité peuvent être représentés par l'expression suivante:

$$U_i(k) = \alpha_0 + \sum \alpha_j Z_{ij}$$

Le vecteur  $Z_j$  représente les déterminants qui peuvent affecter positivement ou négativement l'efficacité technique des exploitations. Parmi ces déterminants on a retenu les caractéristiques sociodémographiques de l'exploitant (âge, niveau d'instruction, localisation, etc.), économiques (revenu extra agricole, crédits, assurance, etc.) et les caractéristiques de l'exploitation (taille de l'exploitation, types de sols, qualité des semences, variétés, pluviométrie, système d'exploitation). Le vecteur  $\alpha$  indique les paramètres à estimer.

Le modèle expliquant l'inefficacité technique est comme suit:

$$ET_i = cte + \alpha_1 \text{Région} + \alpha_2 \text{Taille de l'exploitation} + \alpha_3 \text{Niveau d'instruction} + \alpha_4 \text{Temps agricole} + \alpha_5 \text{morcellement} + \alpha_6 \text{Accès aux crédits} + \alpha_7 \text{Pourcentage des céréales} + \alpha_8 \text{Age} + \alpha_9 \text{Formation agricole.}$$

## 2.2 Estimation de l'efficacité économique et ses déterminants

La fonction coût de production a été déduite analytiquement de la fonction de production en se référant à la théorie de la dualité en minimisant les coûts de production afin d'avoir la quantité optimale de production avec le minimum de coût. L'efficacité économique a été estimée à partir du rapport entre le coût minimal et le coût observé. La fonction de coût utilisée sera la fonction de type Cobb Douglas établie par Taylor et Shonkwiler (1986), Coelli et al, (1998) et utilisée par Massino (2014). Elle est représentée par l'équation suivante:

$$\ln C_i = a_0 + \sum_{j=1}^2 a_j \ln y_{ij} + \sum_{k=1}^4 b_k \ln w_{ik} + \varepsilon_i + u_i$$

Selon Coelli (1998),  $u_i$  est la variable qui fournit l'information sur l'efficacité du coût de production  $i$ . Elle peut s'exprimer par la relation suivante:

$$EE_i = \exp(U_i)$$

Où ;

\*  $w_k$  sont les prix des facteurs  $k$  de production (à savoir les prix de mécanisation, MO, capital et intrants) de l'exploitant  $i$  ;

\*  $y_j$  représente les outputs (la production en paille et grain du blé dur) ;

\*  $a_j$  et  $b_k$ , sont des paramètres à estimer.

L'identification des déterminants des efficacités, notamment économiques, permettent d'identifier les facteurs responsables d'une inefficacité afin de prendre les mesures spécifiques indispensables.

La relation entre les scores des efficacités économiques et les variables socioéconomiques qui sont la taille de l'exploitation, le mode de faire valoir, le morcellement et la productivité totale des facteurs utilisés pour la production du blé dur dans les zones subhumides, est exprimée par l'équation suivante:

$$EE_i = cte + \alpha_1 \text{Taille de l'exploitation} + \alpha_2 \text{mode de faire valoir} + \alpha_3 \text{morcellement} + \alpha_4 \text{productivité totale des facteurs}$$

## 2.3 Efficacité allocative

L'Efficacité allocative est obtenue selon Farrell, par le rapport entre l'efficacité économique et l'efficacité technique relatives à l'exploitation  $i$ .

Les déterminants de l'efficacité allocative des exploitations ont été identifiés par le modèle linéaire Tobit suivant :

$$EA = cte + \alpha_1 \text{Accès aux crédits} + \alpha_2 \text{Morcellement} + \alpha_3 \text{Rotation} + \alpha_4 \text{Temps agricole} + \alpha_5 \text{Qualité de semences} + \alpha_6 \text{variété} + \alpha_7 \text{Niveau d'instruction.}$$

## 2.4 Source des données

Les données collectées sont des données primaires collectées à partir des enquêtes par un questionnaire pluridisciplinaire auprès des céréaliculteurs dans les gouvernorats appartenant à l'étage bioclimatique

subhumide à savoir Beja, Jendouba et Bizerte en 2010. Ces gouvernorats disposent d'une superficie totale de l'ordre de 10527km<sup>2</sup>.

La zone subhumide, est la zone la plus favorable pour la culture céréalière, notamment le blé dur. Celle-ci est caractérisée par une pluviométrie variante entre 500 et 700 mm/an (voir 1200mm à Fernana). Il est à noter aussi qu'elle est la plus ancienne zone productrice de blé. La culture de blé dur accapare à elle seule 70% de la superficie céréalière de la région qui contribuait à raison de 46% à la production totale de blé dur.

La méthode d'échantillonnage en grappes stratifiées à trois degrés a été retenue pour établir notre échantillon. Le nombre des céréaliers par région a été identifié en fonction de la population mère de chaque gouvernorat, soit 0,3% des producteurs du blé dur de chaque gouvernorat et ce, compte tenu des moyens disponibles. Ensuite, on a sélectionné les délégations appartenant à l'étage bioclimatique subhumide au sein de chaque gouvernorat. Puis dans ces délégations, la taille de l'exploitation (strate de superficie) a été retenue comme facteur déterminant de l'exploitant à enquêter, soit 32% des petites exploitations, 30% des moyennes exploitations (17% de 5 à 10ha et 11% de 10 à 50 ha) et 36,6% des grandes exploitations (plus de 50 ha). Enfin, le choix des exploitants de chaque strate a été réalisé d'une façon aléatoire simple à probabilité égale soit de 0,3% de la population mère de producteurs du blé dur, en assurant une répartition équitable entre les grandes, les moyennes et les petites exploitations céréalières soit près de 33% des agriculteurs de chaque.

Les frontières stochastiques ont été estimées par la méthode du maximum de vraisemblance. Le logiciel Frontier 4.1 a été utilisé pour estimer les scores d'efficacité économique, technique et allocative des exploitations céréalières.

Le Modèle Tobit a été utilisé pour identifier les déterminants de chaque efficacité.

### 3. Résultats et discussion

#### 3.1 Paramètres de la frontière de production du blé dur

Le tableau 1 présente les coefficients estimés de la frontière de production de type Cobb-Douglas du blé dur. Les variables utilisées pour l'estimation de la fonction de production sont représentées dans le tableau 1.

	<b>SAT (ha)</b>	<b>Rendement (q/ha)</b>	<b>Mécanisation (Dt/ha)</b>	<b>Intrants (Dt/ha)</b>	<b>Capital (Dt/ha)</b>	<b>Main d'œuvre (Dt/ha)</b>
<b>Moyenne</b>	85,14	24,25	264,50	361,48	106,30	34,07
<b>Maximum</b>	800,00	57,14	441,00	607,94	276,00	130,00
<b>Minimum</b>	2,00	6,00	159,35	90,15	43,50	21,30
<b>Ecart-type</b>	133,53	9,30	56,06	91,13	31,72	11,09

Source : Notre enquête

La fonction de production obtenue est la suivante:

$$\text{Log}(Rd_{gi}) = 0,14 + 0,15\text{Log}(Mec_i) + 0,16\text{Log}(Mo_i) + 0,20\text{Log}(Cap_i) - 0,18\text{Log}(Int_i)$$

Où:  $Rd_{gi}$ : rendement du blé dur par hectare réalisé par l'exploitation  $i$  (q/ha).

$Mec_i$ : nombre d'heures de travail mécanique utilisé (travail du sol, traitements, récolte) par l'exploitant  $i$  (Heures/ha),

$Mo_i$ : unité de main d'œuvre familiale et salariée mobilisée par l'exploitation  $i$  (jours/ha),

$Cap_i$ : capital investi dans l'exploitation  $i$  pour la production du blé dur (DT/ha),

$Int_i$ : valeur des intrants utilisés par l'exploitation  $i$  pour la production du blé dur (les engrais, les fongicides, les semences) exprimé en (DT/ha).

<b>Paramètre de la fonction de production</b>	<b>coefficient</b>	<b>E-standard</b>	<b>t-ratio</b>
<b>beta 0</b>	0,14**	0,02	5,82
<b>Mécanisation</b>	0,15	0,13	1,17
<b>Main d'œuvre</b>	0,16*	0,10	1,66
<b>Capital</b>	0,20**	0,10	2,09
<b>Intrants</b>	-0,18**	0,09	-1,96
<b>Sigma carré</b>	0,038**	0,01	4,47
<b>Gamma</b>	0,74**	0,09	8,00
<b>Log Likelihood:113 LR:63.19</b>			

\*: indique la signification au seuil de 5% ; \*\*: indique la signification au seuil de 10%. Source: Nos calculs à partir de notre enquête

Les coefficients estimés de la main d'œuvre, de la mécanisation et du capital sont positifs. Ceci confirme la relation positive attendue entre les inputs et l'output. Le coefficient relatif aux intrants et au capital sont significatifs au seuil de 10%. En revanche, le coefficient relatif à la valeur des intrants, il est significatif et négatif, alors qu'il est attendu qu'il soit positif élevé et significatif. Etant donné que les conditions climatiques sont défavorables durant l'année agricole, l'assimilation des éléments fertilisants, d'une part, et la présence des chocs dus au stress bioclimatique d'autre part, ont inhibé la croissance continue des céréales. Ceci explique le signe négatif du coefficient relatif aux intrants. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par Annabi et al. (2013) concernant les volumes des intrants en année sèche (2011-2012). En effet, il existe une relation entre la réussite de l'opération culturale telle que le désherbage chimique et la fertilisation et les conditions climatiques et la physique du sol. Dans la majorité des cas, les céréaliculteurs réalisent des opérations d'une façon systémique sans tenir compte des aléas climatiques. En année sèche où les conditions sont défavorables, ce groupe d'agriculteurs font le désherbage chimique et la fertilisation. Dans les zones où l'accès aux exploitations est difficile en raison de fortes pluies, ils profitent des jours ensoleillés pour faire ces opérations.

En outre, les agriculteurs considèrent la fertilisation comme une nécessité sans tenir compte des résidus des précédents culturaux et sans faire des analyses de sols au début de la campagne agricole. Cette utilisation non raisonnée des fertilisants engendre la phytotoxicité des plantes. Ce phénomène est aussi présent pour le cas des désherbants et des fongicides.

La valeur du paramètre  $\gamma$  est de 74% pour l'ensemble des exploitations céréalières. Le choix de l'approche stochastique est justifié par la valeur du paramètre  $\gamma$  qui explique l'écart entre la production observée et la production potentielle du secteur dû à l'inefficacité technique. Ainsi, 26% de la variabilité de la production dépend de l'erreur aléatoire. L'écart entre  $\gamma$  et 1 est expliqué par le terme aléatoire. En effet, plus la valeur de  $\gamma$  se rapproche de 1 plus l'écart des résultats obtenus par l'approche paramétrique déterministe et l'approche stochastique est réduit.

Le calcul des élasticités partielles du rendement (production par hectare), par rapport aux quatre facteurs de production, indiqués dans le tableau 2 révèle l'impact des facteurs mécanisation, main d'œuvre, capital et intrants sur la production céréalière. En effet, les élasticités de ces facteurs sont en moyenne de 0,16 ; 0,15 ; 0,20 et -0,18 respectivement. Autrement dit, une augmentation de 10 % de la somme payée pour la mécanisation augmentera le rendement de 1,6 %. Une utilisation supplémentaire de 10 % de la valeur de la main d'œuvre ajoutera à la valeur de la production une part de 1,5% au produit brut et une utilisation supplémentaire de 10% de la valeur du capital accroîtra le produit brut total de 2%.

Selon le tableau 2 la totalité des élasticités des facteurs de production est inférieure à l'unité. Cette faiblesse s'explique par l'élasticité négative des intrants liée à l'assimilation insuffisante des intrants à cause du manque et/ou de la mauvaise répartition de la pluviométrie, étant le facteur le plus déterminant de l'offre céréalière comme il a été démontré par les études antérieures Bachta (1990) et Mehouchi (1991).

### 3.2 Efficacité économique des exploitations

La frontière coût est représentée par l'équation suivante:

$$\text{Log}(\text{CU}_i) = 2,68 - 0,33\text{Log}(\text{Rdg}_i) + 0,47 \text{Log}(\text{pxmec}_i) + 0,75\text{Log}(\text{pxcap}_i) - 0,24\text{Log}(\text{pxint}_i) + 0,02\text{Log}(\text{pxmo}_i)$$

Avec:

- $\text{CU}_i$ : le coût de production unitaire moyen de blé dur pour l'exploitation « i » (DT/q) pour un niveau de production  $\text{Rdg}_i^*$ .

- $\text{Rdg}_i^*$ : le rendement ajusté du blé dur réalisé de l'exploitation i (q/ha);

- $\text{pxmo}_i$ : le prix d'une journée de travail (pour le semis, la fertilisation, le gardiennage et la récolte) pour l'exploitation i (DT);

- $\text{pxmec}_i$ : le prix unitaire de la mécanisation pour l'exploitation i (DT);

- $\text{pxcap}_i$ : le prix unitaire et/ou le coût d'opportunité du capital investi pour l'exploitation i (DT);

- $\text{pxint}_i$ : le prix agrégé des intrants utilisés (fertilisants, semences, pesticides) par l'exploitation i.

Le tableau 3 montre que le modèle, sur le plan statistique et économique est significatif. Sur le plan économique, les résultats de l'estimation de la frontière coût de production du blé dur sont globalement satisfaisants. La valeur de sigma est de 0,23. Elle est nettement supérieure à 0. La valeur de gamma est de 0,77. Elle est différente de 1. Ceci montre qu'il existe une perte due à la présence de terme aléatoire justifiant, par conséquent, l'approche à frontière stochastique.

**Tableau 3:** Paramètres estimés de la fonction coût pour les exploitations céréalières

Paramètre de la fonction coût	Coefficient	Erreur- Standard	t-ratio
Constante	2,68	0,63	4,25
Rendement	-0,33	0,05	-6,7
Prix mécanisation	0,47	0,26	1,8
Prix main d'œuvre	0,02	0,08	0,21
Prix capital	0,75	0,24	3,19
Prix intrant	-0,24	0,21	-1,1
Sigma carré	0,23	0,04	5,93
Gamma	0,77	0,09	8,54

Source: Nos calculs à partir de notre enquête

Les coefficients estimés de la main d'œuvre, de la mécanisation et du capital sont positifs. Ces résultats confirment la relation positive attendue entre les prix des inputs et le coût de production. En effet, les coefficients relatifs au capital et la main d'œuvre sont significatifs au seuil de 10%. Quant aux coefficients relatifs aux intrants, ceux-ci ne sont pas significatifs. Concernant la relation entre le rendement et le coût de production, elle est négative et hautement significative, soit de 5%. Dans ce sens, une augmentation du rendement de 10%, réduit le coût de production de 3,3%. Elle est conforme à la théorie qui stipule que plus la productivité s'améliore plus le coût de production diminue. De même, une augmentation de 10% du prix de la mécanisation augmentera le coût de production de 4,7%.

### 3.3 Niveaux des efficacités

La distribution des fréquences et des scores moyens de l'efficacité technique, économique et allocative des exploitations céréalières des régions subhumides sont représentés dans le tableau 4. Ce dernier indique une inefficacité technique de production du blé dur au niveau de certaines exploitations étudiées. L'efficacité technique moyenne est de l'ordre de 85%. Toutefois, cette efficacité varie entre 56% et 97%. Environ deux tiers des exploitations de l'échantillon (64%) ont une efficacité technique supérieure à la moyenne (85%) et seulement 36% ont une efficacité technique inférieure à la moyenne globale. Ceci prouve le niveau satisfaisant d'efficacité d'une grande partie des exploitations. En classant les niveaux d'efficacité, il ressort que près de 30% des exploitations ont une efficacité comprise entre 70% et 85%, et 64% ont une efficacité supérieure à 85%. Par contre, uniquement 6% des exploitations présentent une inefficacité inférieure à 75%. Ces chiffres indiquent l'hétérogénéité des exploitations du point de vue technique et prouvent l'écart de formations en matière de technique de production entre les régions étudiées.

**Tableau 4:** Fréquence de distribution de l'efficacité technique des exploitations céréalières (SFA)

Efficacité (%)	ET		EA		EE	
	Fréquence	Pourcentage (%)	Fréquence	Pourcentage (%)	Fréquence	Pourcentage (%)
E ≤ 70	14	6	12	5,0	70	34
70 < E ≤ 85	70	30	71	31	132	53
E > 85	139	64	149	64	30	13
Moy		85		84		72
Min.		56		54,0		33,4
Max.		97		99,9		93,4

Source: Nos calculs à partir de notre enquête

L'efficacité allocative estimée est en moyenne de 84%. Elle varie entre un minimum de 54% et un maximum de 99%. Environ 5% des exploitations seulement ont un niveau d'efficacité allocative inférieur à l'efficacité économique. Alors que, 64% des céréaliers ont une efficacité prix supérieure à l'efficacité technique. Par conséquent, l'efficacité économique est issue principalement de l'efficacité allocative.

L'efficacité économique des exploitations céréalières est relativement faible, de l'ordre de 72% en moyenne et varie de 33,4% à 93,4%. Le tableau 4 montre que, 34% des agriculteurs sont économiquement inefficaces. Ils présentent des scores d'efficacité économique inférieurs à la moyenne (72%).

### 3.4 Déterminants des efficacités des exploitations céréalières

Pour expliquer la fluctuation de l'efficacité technique, allocative et économique des exploitations produisant du blé dur et afin d'identifier les déterminants de l'efficacité productive, la méthode à deux

étapes a été retenue pour estimer les paramètres relatifs aux variables expliquant ces inefficacités. L'identification des relations entre les scores des efficacités et les variables utilisées a été réalisée après plusieurs tests en faisant varier à chaque fois les facteurs expliquant la variation de l'efficacité.

L'estimation de l'effet des variables techniques socio-économiques sélectionnées sur les efficacités a été effectuée moyennant le modèle Tobit qui est traduit par la relation suivante:

$ET = cte + \alpha_1 \text{ Taille d'exploitation} + \alpha_2 \text{ Région} + \alpha_3 \text{ Variété} + \alpha_4 \text{ Semences sélectionnées} + \alpha_5 \text{ Pourcentage des céréales} + \alpha_6 \text{ Désherbage chimique} + \alpha_7 \text{ traitement Fongique} + \alpha_8 \text{ Formation agricole} + \alpha_9 \text{ Productivité totale des facteurs.}$

Les variables retenues sont respectivement définies comme suit:

- (1) taille de l'exploitation (SAU en ha),
- (2) région (1=Jendouba, 0= Bizerte, Beja),
- (3) variété (1=Maali et Naser, 0=Karimet Rezek),
- (4) semences sélectionnées (1=oui, 0=non),
- (5) pourcentage des céréales= superficie céréales/SAU en %,
- (6) réalisation du désherbage chimique (1=oui, 0=non) ,
- (7) traitement fongique (1=oui, 0=non),
- (8) formation agricole (1=oui, 0=non),
- (9) productivité totale des facteurs de production (en valeur)
- (10) mode de faire valoir (1=propriétaire, 0= locataire),
- (11) accès au crédit (1=oui, 0=non),
- (12) niveau d'instruction (1=secondaire et plus, 0=illettré)
- et (13) rotation (1=oui, 0=non)

Le tableau 5 présente le degré de signification des variables techniques et socio-économiques retenues pour le total de l'échantillon. La taille de l'exploitation, l'utilisation des semences sélectionnées, la spécialisation en céréales, le désherbage chimique, le traitement fongique et la productivité totale des facteurs de production ont des effets positifs sur l'efficacité technique.

**Tableau 5:** Déterminants de l'efficacité technique, allocative et économique des exploitations céréalières

	ET		EA		EE	
	Coefficients	Prob.	Coefficients	Prob.	Coefficients	Prob.
<b>C</b>	0,448**	0,000	0,95**	0,01**	0,72**	0,001**
<b>Taille</b>	0,0002**	0,000	0,001**	0,01**	0,001**	0,001**
<b>Région</b>	-0,023**	0,000				
<b>Variété</b>	0,001	0,819	0,04**	0,02**		
<b>Semences s.</b>	0,002**	0,0003	0,00	0,48		
<b>Pourcentage des céréales</b>	0,008*	0,034				
<b>Désherbage</b>	0,054**	0,000				
<b>Fongicide</b>	0,041**	0,000				
<b>Formation agricole</b>	0,001	0,877				
<b>Productivité totale F.</b>	0,109**	0,000			0,002	0,35
<b>Morcellement</b>			0,001	0,45	0,004*	0,12*
<b>Mode de faire valoir</b>					0,013**	0,043**
<b>Accès crédit</b>			-0,03**	0,02**		
<b>Rotation</b>			-0,01	0,27		
<b>Niveau d'instruction</b>			-0,03	0,30		
<b>R<sup>2</sup></b>		90		70,59		15

Source: Nos calculs à partir de notre enquête

La variable région est significative précédée par un signe négatif qui explique l'efficacité des régions Bizerte et Beja par rapport à Jendouba. Par contre, la formation agricole et la variété n'ont pas d'effet significatif sur l'efficacité technique. Il semble, donc, que l'expérience est plus significative que la formation.

Pour identifier les déterminants de l'efficacité allocative, on a intégré un ensemble de variables à savoir la taille de l'exploitation, la région, l'âge de l'exploitant et son niveau d'instruction, la technique de production, le type d'agriculteurs et le système de production adopté.

Après plusieurs tests, les variables retenues permettant d'expliquer l'efficacité allocative sont la capacité de financement et/ou accès au crédit, morcellement, rotation, taille d'exploitation, utilisation des semences sélectionnées, variété et niveau d'instruction. Il ressort que l'accès au crédit, la taille de l'exploitation et les variétés utilisées affectent positivement l'efficacité allocative. En effet, plus la taille de l'exploitation augmente plus l'efficacité allocative s'améliore et de même pour les variétés améliorées.

Pour l'efficacité économique, le tableau 5 montre que la taille de l'exploitation affecte négativement l'efficacité économique. En effet, plus la taille de l'exploitation augmente plus le score d'efficacité économique décroît. De même, le mode de faire valoir affecte négativement l'efficacité économique des exploitations céréalières. Ainsi, les locataires sont moins efficaces que les propriétaires. Également, le morcellement affecte négativement l'efficacité économique de l'exploitation céréalière. Plus le nombre de parcelles augmente, plus l'inefficacité économique s'amplifie. Ceci est vérifié dans le contexte économique dans la région et coïncide avec les résultats de l'analyse des coûts.

### 3.5 Effet de la taille de l'exploitation sur les efficacités

Les niveaux d'efficacité technique, allocative et économique par strate de superficies sont présentés dans le tableau 6. Ils sont constants pour les strates 1-5ha et 5-10ha soit de 83% puis ils croient en fonction de la superficie (de 10 à 50 ha). En d'autres termes, l'efficacité technique augmente en fonction de la taille de l'exploitation. Toutefois, ces résultats sont différents de ceux obtenus par Bachta et Chebil (2002), qui ont montré une relation inverse entre la taille des exploitations céréalières et l'efficacité technique. Ce résultat est lié à la région dans laquelle ce travail est réalisé à savoir le semi-aride supérieur. Cependant ces résultats sont conformes avec ceux trouvés par Chebil et al (2013) dans la région de Chebika.

**Tableau 6 :** Efficacités des exploitations céréalières par taille de superficies exploitées

Strates		ET	E A	EE
<b>1-5ha</b>	N	81	81	81
	Moy.	0,83	0,83	0,69
	Min	0,61	0,56	0,34
	Max	0,96	1,00	0,93
	E-type	0,08	0,11	0,14
<b>5-10ha</b>	N	40	40	40
	Moy.	0,83	0,83	0,69
	Min	0,56	0,54	0,33
	Max	0,96	1,02	0,92
	E-type	0,10	0,10	0,15
<b>10-50ha</b>	N	26	26	26
	Moy.	0,85	0,84	0,72
	Min	0,70	0,58	0,41
	Max	0,97	0,98	0,90
	E-type	0,08	0,09	0,13
<b>Sup à 50ha</b>	N	85	85	85
	Moy.	0,89	0,85	0,76
	Min	0,63	0,61	0,48
	Max	0,95	1,00	0,90
	E-type	0,06	0,07	0,09
<b>Total</b>	N	232	232	232
	Moy.	0,85	0,84	0,72
	Min	0,56	0,54	0,33
	Max	0,97	1,02	0,93
	E-type	0,08	0,09	0,13

Source: Nos calculs à partir de notre enquête

La relation entre les strates des exploitations et l'efficacité allocative est présentée dans le tableau 7. Ce tableau indique que 43% des exploitations sont allocativement inefficaces contre 57% qui sont efficaces.

**Tableau 7:** Répartition des exploitations céréalières selon le degré d'efficacité et les strates de superficies

	unité	1 -5ha	5 -10 ha	10-50ha	Sup.50 ha	Total
<b>Techniquement inefficace (Inf. moyenne =85%)</b>	%	50,6	55	53,8	20	40,5
<b>Techniquement efficace (Sup. moyenne)</b>	%	49,4	45	46,2	80	59,5
<b>Économiquement inefficace (inf. moyenne=72%)</b>	%	82,7	80	88,5	85,9	84,1
<b>Économiquement efficace (sup moyenne)</b>	%	17,3	20	11,5	14,1	15,9
<b>Allocativement inefficace (Inf. moyenne=83,8%)</b>	%	39,5	40	46,2	47,1	43,1
<b>Allocativement efficace (Sup moyenne)</b>	%	60,5	60	53,8	52,9	56,9

Source: Nos calculs à partir de notre enquête

Les exploitations appartenant aux strates de superficies les plus faibles sont moins efficaces que les exploitations de grandes tailles. Concernant les strates de superficies, on constate d'après ce tableau que pour les strates 1, 2, 3 et 4 les taux d'inefficacité allocative, selon la méthode SFA, sont de 39,5%, 40%,

46% et 47% respectivement. Par ailleurs, les taux d'efficacité les plus élevés sont rencontrés au niveau des strates 1 et 2. Ainsi, les petites exploitations s'avèrent plus efficaces allocativement que les grandes exploitations, contrairement à ce qu'on pense généralement. Ceci est surtout lié à leurs ressources financières limitées qui les obligent à l'utilisation des produits les moins chers et étant parfois inefficaces.

Parallèlement, le tableau 7 montre que les exploitations inefficaces économiquement représentent près de 83%, 80%, 89% et 86% respectivement pour les strates 1, 2, 3 et 4. Les strates 1 et 2 présentent des pourcentages très proches. Les exploitations économiquement efficaces représentent respectivement 17% et 14% des exploitations appartenant aux strates 1 et 4. Pour le total de l'échantillon on remarque que seulement 16% des céréaliers réalisent une efficacité économique supérieure à 85%.

L'analyse des tableaux croisés entre les strates des superficies des exploitations céréalières et le degré d'efficacité économique montre que les petites exploitations, de taille inférieure à 5ha et qui sont économiquement efficaces, représentent 17% des exploitations de la strate. De même, les grandes exploitations qui sont économiquement efficaces, avec une taille supérieure à 50ha, représentent 14% des exploitations de la strate.

#### 4. Conclusion

Dans ce travail, l'analyse de l'efficacité a porté sur l'efficacité technique économique et allocative des exploitations céréalières dans les régions subhumides au Nord de la Tunisie. Ces efficacités ont été identifiées par les frontières stochastiques de production et de coût (SFA) selon ses deux orientations input et output.

L'efficacité technique moyenne des exploitations céréalières est de 85%. Celle-ci varie en moyenne de 84% à 86% pour les céréaliers enquêtés.

Par strate de superficie, les exploitants ayant des petites superficies (1 à 10ha) réalisent le niveau le plus faible, soit de 83% contre 89% pour ceux qui gèrent des superficies supérieures à 50ha. Dans le même sens, l'efficacité technique est affectée par la taille de l'exploitation, la région, la qualité des semences employées, la vocation de l'exploitation (monoculture ou pluriactivité) et la réalisation des traitements (désherbants et fongicides).

Parallèlement, les scores d'efficacité allocative ont été estimés par la déduction de l'efficacité économique et technique. L'efficacité allocative est en moyenne de l'ordre de 84% variant de 54% à 99%. La valeur la plus faible est rencontrée dans les exploitations les plus grandes (superficie supérieure à 50ha). L'accès aux crédits affecte négativement l'efficacité allocative. Par contre, la taille de l'exploitation et le choix des nouvelles variétés l'affectent positivement.

Par ailleurs, l'efficacité économique est en moyenne de 72%. Ceci suggère l'existence d'un potentiel de réduction des coûts de production de l'ordre de 28% tout en gardant le même niveau de production. L'identification des déterminants de l'efficacité économique a montré que le morcellement l'affecte négativement alors que la taille et la propriété des exploitations l'affectent positivement.

De ce fait, les performances technique et économique des exploitations dépendent de plusieurs critères non seulement de la taille, mais dépend aussi de la région, de la formation de producteur, des techniques de production adoptées et du système de production. Par conséquent, les politiques agricoles devraient prendre en considération toutes ces variables et non se limiter à la taille de l'exploitation.

#### 5. Références bibliographiques

- Albouchi L, (2006)** Gestion de l'eau en Tunisie: d'une politique de mobilisation à une politique de réallocation de la ressource selon sa valorisation économique: cas du bassin versant de Merguellil, Tunisie centrale. Thèse de doctorat. Faculté des sciences économiques de Montpellier. 232 p.
- Annabi, M., Bahri H, Béhi O, Sfayhi D, et Cheikh Mhamed H, ( 2013)** La fertilisation azotée du blé en Tunisie: évolution et principaux déterminants. TROPICULTURA, 2013, 31, 4, 247-252.
- Bachta, M .S. et Chebil A, (2002)** Efficacité technique des exploitations céréalières de la plaine du Sers-Tunisie. NEW MEDIT N. 2/2002
- Bachta MS, ( 1990)** Régulation de l'offre céréalière en Tunisie. Politique alternative: conception et élément d'évaluation. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. Katholieke Universiteit te Leuven Fakulteit der land bouwwetenschappen. K.U.L. 284 p.

- Chebil A, Bahri W. Frija A, (2013)** Mesure et déterminants de l'efficacité d'usage de l'eau d'irrigation dans la production du blé dur: cas de Chabika (Tunisie). *New Médit N1* .2013.
- Coelli TJ, Prasada R, Battese GE, (1998)**. An introduction to efficiency and productivity analysis. Kluwer Academic Publishers. Boston.
- Debreu, D. G.(1951)The Coefficient of Resource Utilisation. *Econometrica* 19: 273-292.
- Dhehibi, B., Bahri H., Annabi. M. (2012)** Input and output technical efficiency and total factor productivity of wheat production in Tunisia. *AfJAREVol* 7 No 1 October 2012.
- Farrell, M. J. (1957)** The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A., General*, 120, Part 3: 253-281.
- Hayami, Y, et RuttanV.W..(1970)** Agricultural productivity differences among Countries. *American Economic Review*, 60, 895-911.
- Huang, C.J. et J. T. Liu(1994)** Estimation of a non-neutral stochastic frontier production function. *Journal of Productivity Analysis*. 2, 171-80.
- Institut National de la statistique (INS) (.2010-2015)** Enquête nationale sur le budget, la consommation et le niveau de vie des ménages. Tunis, Tunisie. 2015-2010
- KoopmansT, (1951)** Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities. . Analysis of Production and Allocation, Cowles Commission for Research in Economics. Monograph no 13, New York: John Wiley and sons, Inc.
- Kumbhakar S.C, Ghosh S.et McGuckinJ.T, (1991)** A generalized production frontier approach for estimating determinants of inefficiency in United States. dairy farms. *Journal of Business and Economics Statistics*. 9, 279-286.
- Lachaal, L., B. Karray, B. Dhehibi and A. Chebil. 2005**. Technical Efficiency Measures and Its determinants for Olive producing farms in Tunisia: A stochastic frontier analysis. *African Development Bank*
- Massimo F (2014)** Coût de production, efficacité et compétitivité à court terme des entreprises hydrauliques suisses. Centre d'énergie politique et économique, ETH, Zurich. Faculté des sciences économiques, Université de Svizzera Italie. Journée de l'énergie 2014.
- Messoudi E, Ghaier M.T.S, Aich H, Beji MF, Zaeibet L (2016)** Analyse de l'efficacité technique des exploitations agricoles : cas du périmètre irrigué de la région de Sidi Thabet. *Journal of New sciences* .Volume 5.31 janv.2016.
- Mehouachi, D, (1991)** Impact du risque sur la production de céréales, cas du Nord de la Tunisie . Mémoire de Mastère. Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation. Université Laval. 94p.
- Ministère de l'Agriculture des Resource Hydrauliques et de la Pêche (MARHP). (2015)** Budgets économique. DGEDA et ONAGRI. « <http://www.onagri.tn/> »
- Reifschneider, D. et Stevenson R, (1991)** Systematic departures from the frontier: A framework for the analysis of firm inefficiency. *International Economic Review*. 32, 715-23.
- Taylor, T. G. et S. Shonkwiler (1986)** Alternative Stochastic Specifications of the Frontier Production Function in the Analysis of Agricultural Credit Programs and Technical Efficiency. *Journal Development. Economics* 21: 149-160.