

## Productivités et allocations des facteurs en agriculture irriguée et pluviale en Tunisie : une comparaison

Mohamed Salah Bachta, Béchir Talbi

► **To cite this version:**

Mohamed Salah Bachta, Béchir Talbi. Productivités et allocations des facteurs en agriculture irriguée et pluviale en Tunisie : une comparaison. Mohamed Salah Bachta. Les instruments économiques et la modernisation des périmètres irrigués, 2005, Kairouan, Tunisie. Cirad, 18 p., 2007. <cirad-00193822>

**HAL Id: cirad-00193822**

**<http://hal.cirad.fr/cirad-00193822>**

Submitted on 4 Dec 2007

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Productivités et allocations des facteurs en agriculture irriguée et pluviale en Tunisie : une comparaison

Mohamed Salah Bachta et Béchir Talbi

Adresse : INAT- 43, avenue Charles Nicolle -1082 Tunis

[bachta.medsalah@inat.agrinet.tn](mailto:bachta.medsalah@inat.agrinet.tn)

Faculté des Sciences Economiques et de Gestion de Tunis , Université Tunis El Manar

[bechir\\_talbi05@yahoo.fr](mailto:bechir_talbi05@yahoo.fr)

### Résumé

L'agriculture tunisienne a réalisé au cours des trente dernières années des taux de croissance satisfaisants, grâce à d'importants investissements publics. Plus du tiers des investissements a été alloué à l'agriculture irriguée. Ces moyens mis en œuvre ont permis de mobiliser l'essentiel des ressources hydriques et d'atteindre près de 350 000 ha de périmètres irrigués aménagés. Ce potentiel de production contribue en moyenne à 35 % de la valeur de la production du secteur agricole et n'utilise que 7 % de la surface agricole utile. L'objectif affiché par la priorité accordée au financement de l'agriculture irriguée est la recherche d'un accroissement rapide et soutenu de la production agricole. Cependant, un tel choix ne peut se faire qu'au détriment de l'agriculture pluviale. Sur le plan purement économique, l'affectation du financement mobilisé entre ces deux catégories d'agriculture doit représenter un choix optimal permettant de réaliser au mieux les objectifs poursuivis. L'évaluation de ce choix peut être conduite sur la base des gains de productivité des facteurs enregistrés sur une période donnée par ces deux agricultures. Compte tenu des disparités naturelles régionales et de leurs impacts sur les performances des activités agricoles, la productivité est estimée dans deux régions du pays, l'une dans le nord à climat subhumide, dans le gouvernorat de Jendouba et l'autre dans le centre semi-aride, dans le gouvernorat de Kairouan. Les différences de gains de productivité inter régionales et entre les exploitations agricoles sont prises en compte à l'aide d'un panel d'exploitations représentatif de la diversité des systèmes de production agricoles. Le cadre méthodologique de l'estimation de la productivité globale des facteurs ou du résidu est adopté.

Mots clés : productivité globale des facteurs, résidu de croissance, agricultures irriguée et pluviale

## 1 Rappel de l'objectif du travail de recherche

L'agriculture tunisienne a réalisé au cours des trente dernières années des taux de croissance satisfaisants. Ces performances sont obtenues grâce à d'importants investissements publics. Plus du tiers de ces efforts d'investissement a été alloué à l'agriculture irriguée. Ces moyens ont permis de mobiliser l'essentiel des ressources hydriques et d'atteindre près de 350 000 ha de périmètres irrigués aménagés. L'extension des surfaces irriguées a été possible grâce à la mobilisation de l'essentiel des ressources hydriques inventoriées (90 %) et à l'affectation de la majeure partie à l'irrigation (80 %). Compte tenu des limitations des dotations nationales en eau, l'extension des surfaces irriguées ne peut être poursuivie.

Le potentiel de production en irrigué contribue, en moyenne, à hauteur de 35 % de la valeur de la production du secteur agricole et n'utilise que 7 % de la surface agricole utile. Les limites des capacités de financement à l'échelle nationale font que de tels choix ne peuvent se faire qu'au détriment de l'agriculture pluviale. Sur le plan économique, l'allocation de financement à ces deux catégories d'agriculture doit être optimisé pour réaliser au mieux les objectifs poursuivis.

L'objectif affiché par la priorité au financement de l'agriculture irriguée est la recherche d'un accroissement rapide et soutenu de la production agricole. Cet accroissement devra tout d'abord être réalisé en rémunérant les facteurs primaires de production à leurs coûts d'opportunité. De plus, il faudra poursuivre cet accroissement dans l'avenir, sans usage additionnel de ressources, notamment hydriques, et garantir des gains de productivité des facteurs.

L'objectif de ce travail est d'estimer et d'expliquer la croissance enregistrée par l'agriculture intensive, notamment sa décomposition en augmentation de facteurs de production mobilisés et de productivité globale. Il s'agit d'adopter une approche de l'analyse de la croissance économique fondée sur la comptabilité de cette dernière. Il est évident que cette approche est une démarche essentiellement dédiée à l'analyse au niveau micro économique, à l'échelle de l'entreprise.

Les résultats obtenus seront comparés à ceux des exploitations conduites sans irrigation, ce qui permettra d'apprécier l'allocation des investissements publics à ces deux agricultures et de vérifier l'hypothèse selon laquelle l'agriculture irriguée est considérée comme le secteur moteur de la croissance agricole.

## 2 Esquisse méthodologique

### 2.1 Le modèle général

On approche en général la croissance d'un système économique (nation, secteur d'une économie, firme) par l'augmentation d'un indicateur donné, le produit intérieur brut (PIB), la production. On s'attend souvent à trouver que d'une période à l'autre, l'output additionnel s'explique par des croûts d'inputs engagés et par des améliorations des productivités de ces facteurs.

Les meilleures approximations empiriques montrent que l'usage additionnel d'inputs traditionnels n'explique pas l'essentiel de l'augmentation observée de la production, c'est-à-dire des taux de croissance enregistrés (Harberger, Solow, Mounier). Le modèle de base de cette décomposition de la croissance est représenté par l'équation (1) :

$$\bar{P} \Delta y = \bar{w} \Delta L + (\bar{\rho} + \delta) \Delta K + R \quad (1)$$

avec :

$\Delta y$  : variation de l'output

$\Delta L$  : changement dans le volume de travail utilisé

$\Delta K$  : variation du stock de capital engagé

$\bar{P}$  : prix initiaux

$\bar{w}$  : taux de salaire de l'année de base

$\bar{\rho}$  : taux de return (de rendement) initial du capital

$\delta$  : taux réel de dépréciation du capital

R : le résidu de la croissance qui n'est pas expliquée par l'accroissement des volumes initiaux des facteurs

ou aussi, en introduisant des catégories de travail selon la qualification (indiquées par i) et de générations d'équipements (indiquées par j) :

$$\bar{P} \Delta y = \sum_i w_i \Delta L_i + \sum_j (\rho_j + \delta_j) \Delta k_j + R \quad (2)$$

ce qui est équivalent à :

$$\bar{P} \Delta y / y = \sum_i w_i L \Delta L_i / y \cdot L + \sum_j (\rho_j + \delta_j) \Delta k_j K / y K + R'' \quad (3)$$

L'équation (3) peut aussi s'écrire aussi en définissant des parts des divers facteurs dans la production,

$$S_L = \frac{wL}{P \cdot y} \quad \text{et} \quad S_K = \frac{(\rho + \delta)K}{P \cdot y}$$

$$\frac{\Delta y}{y} = S_L \frac{\Delta L}{L} + S_K \frac{\Delta K}{K} + R'' \quad (4)$$

Les différentes formulations de ce modèle de base sont appliquées à des données en séries chronologiques relatives à des unités de production de technologies homogènes. Il est évident que ce modèle devra être ajusté pour être adapté aux cas où les données sont en coupes instantanées et où l'hétérogénéité technologique est observée.

## 2.2 Le modèle de base ajusté

### 2.2.1 Aux données en coupes instantanées

Il convient de rappeler que dans le cas de données chronologiques, les augmentations de la production et des usages des facteurs pour une période donnée se calculent comparativement à la période précédente. Dans le cas de données en coupe instantanée, comment peut-on définir les variations de la production et des facteurs ? Quelle est la référence de calcul des augmentations de ces variables ?

Une telle référence peut être représentée par une exploitation fictive valorisant les facteurs de production à leurs productivités marginales et ayant un résidu  $R$  nul. Une telle exploitation se trouve exactement sur la courbe de production estimée par les données utilisées. Elle peut être représentée par l'exploitation utilisant la moyenne arithmétique des volumes des facteurs utilisés et produisant l'output moyen. Par rapport à cette exploitation, la population étudiée se répartit en fonction de la valeur du résidu qu'elle génère. Des résidus négatifs sont inconcevables (la valeur de l'output ne permet même pas de valoriser les facteurs de production) et ne doivent pas être observés.

Sous l'hypothèse de valorisation des facteurs de production à leurs productivités marginales, c'est-à-dire dans le cas de maximisation de profit, les parts  $s_i$  correspondent aux élasticités de production de la fonction de production traduisant la technologie adoptée. Sous cette hypothèse de rémunération des facteurs, le modèle de base est équivalent à une fonction de production ayant comme élasticité de production les parts  $s_i$ .

$$Y = \Pi X_i^{a_i} \quad (5)$$

Avec :

$Y$  : l'output

$X_i$  : la quantité du facteur  $i$  engagée dans le processus de production

$a_i$  : l'élasticité de production relative au facteur  $i$ .

$\Pi$ : le produit des facteurs

Pour l'estimation économétrique de l'équation (5) à partir de données en coupe instantanée et par la technique des moindres carrés ordinaires (MCO), l'output et les  $a_i$  de référence. Sur la base de ces résultats, il est possible d'estimer le modèle de base spécifié sous l'une ou l'autre de ses variantes.

### 2.2.2 Hétérogénéité technologique

Sous l'hypothèse de maximisation des profits, les choix technologiques constituent des éléments de l'équilibre des producteurs. Autrement dit, en fonction des prix relatifs, chaque producteur décide ce qu'il produit et comment. Cette hypothèse d'égalité des rémunérations assurées par diverses technologies suppose une parfaite mobilité des facteurs entre ces différents usages. Si cette hypothèse de mobilité peut être retenue au sein d'une zone agricole, elle n'est pas réaliste lorsqu'il s'agit de régions bien distinctes dans l'espace. En effet, il est difficile de supposer que la main-d'œuvre, la terre et l'eau soient mobiles entre le nord et le centre de la Tunisie. Dans ces conditions, le modèle de base peut être estimé dans les deux zones considérées pour capter l'hétérogénéité technologique observée, une spécification d'une fonction de production par région d'étude.

## 3 Travail empirique

### 3.1 Choix des zones d'étude et collecte des données

Pour comparer les gains de productivité de l'agriculture pluviale et de l'agriculture irriguée, deux situations contrastées ont été sélectionnées :

- une zone appartenant à l'étage bioclimatique humide (Bousalem-Jendouba) où l'intensification de l'agriculture pluviale est économiquement envisageable, l'irrigation des cultures d'hiver est souvent peu justifiée ;
- une zone au climat semi-aride (Sidi Ali Ben Salem-Kairouan) où l'irrigation constitue un moyen privilégié d'intensification et de diversification des systèmes de production agricole.

Chaque zone couvre une superficie faible, afin de garantir l'homogénéité des conditions naturelles de production et limiter (voire annuler) les variations spatiales des prix dans la même zone. En pratique, chaque zone correspond à un secteur administratif, la plus petite unité administrative. Un échantillon d'une quarantaine d'exploitations menées en sec et en irrigué a été choisi dans chaque zone (tableau 1).

**Tableau 1. Caractéristiques des exploitations enquêtées<sup>1</sup>.**

| Région    | Vocation | Nombre d'observations | Superficie moyenne de l'exploitation (ha) |
|-----------|----------|-----------------------|---|
| Boussalem | Sec      | 20                    | 10,6                                      |
|           | Irrigué  | 19                    | 8,4                                       |
| Kairouan  | Sec      | 20                    | 6,1                                       |
|           | Irrigué  | 37                    | 14,4                                      |

Des enquêtes ont été menées auprès de ces exploitations et ont permis de collecter les données sur les diverses productions observées, sur les consommations des facteurs de production (consommation intermédiaires, capital, travail, terre et eau), sur le financement des investissements consentis et des avances aux cultures. De plus, il a été procédé à l'établissement des prix au producteur des productions et des inputs utilisés pour estimer les valeurs ajoutées par exploitation. Un seul système de prix est adopté pour chaque zone d'étude.

### 3.2 Estimation des rémunérations des facteurs

Au niveau de chacune de ces deux zones retenues, l'estimation de l'équation (5) par MCO a permis de déterminer les rémunérations des facteurs de production, c'est-à-dire les  $\alpha_i$ .

**Tableau 2. Estimation des paramètres<sup>2</sup> de l'équation (5).**

| Variables explicatives | Boussalem        | Kairouan<br>(Sidi Ali Ben Salem) |
|------------------------|------------------|----------------------------------|
| Y2                     | 0,406<br>(2,495) | -                                |
| Y4                     | 0,049<br>(1,999) | -                                |
| Y5                     | 0,191<br>(2,899) | 0,483<br>(7,068)                 |
| Y6                     | -                | 0,147<br>(1,657)                 |
|                        |                  |                                  |
| Y7                     | -                | 0,309<br>(2,731)                 |
| Y8                     | 1,237<br>(13,96) | 0,840<br>(7,119)                 |
| R2 ajusté              | 0,546            | 0,901                            |

\* les chiffres entre parenthèses indiquent les t de Student

Il ressort de ce tableau que les estimateurs des  $\alpha_i$  sont positifs et sont significativement différents de zéro, les t de Student sont globalement supérieurs à deux. Sur la base des coefficients ainsi estimés et en application de

<sup>1</sup> Les détails de ces caractéristiques sont données en annexe 1

<sup>2</sup> Ces estimateurs ne vérifient pas la restriction qui veut que leur somme soit égale à l'unité. L'imposition de cette restriction conduit à des paramètres négatifs ce qui est inacceptable. Des lissages des données sont donc nécessaires. Cet exercice n'est pas entrepris dans le cadre du présent travail.

l'équation no 5, il est possible de calculer, pour chaque zone, la valeur de la production d'une exploitation utilisant les quantités moyennes des facteurs de production. Il s'agit d'une exploitation fictive ne générant aucun résidu, c'est-à-dire que sa production suffit juste pour rémunérer les facteurs de production utilisés; soit  $Y_0$  la valeur de cette production.

### 3.3 Calcul et analyse des résidus de la croissance

#### 3.3.1 Calcul des résidus de la croissance

Un résidu de croissance a été calculé pour chaque exploitation, il est égal à la différence entre la production réalisée par l'exploitation concernée et  $Y_0$ , la production de l'exploitation fictive précédemment définie, soit

$$R_i = Y_i - Y_0$$

Les niveaux de résidu sont élevés dans les exploitations menées en sec et en irrigué. On observe une grande variabilité à l'intérieur d'une zone et entre les zones.

#### 3.3.2 Analyse des résidus calculés

##### 3.3.2.1 Des résidus de croissance importants

Pour les exploitations en irrigué, les résidus atteignent des maxima de l'ordre de 124 000 dinars et des minima de moins de 2 000 dinars dans les deux régions. Pour l'agriculture pluviale et pour la zone nord, le maximum est de 40 480 dinars contre un minimum de 4 400. Pour la zone du centre, le maximum est de 13 500 dinars et le minimum n'est que de 1 245 dinars (tableau 3). La moitié des exploitations en irrigué ont des résidus supérieurs à 15 200 dinars dans les deux zones. Pour l'agriculture pluviale, cette valeur est 3 700 dinars. La moitié des exploitations en système pluvial a des résidus supérieurs à 3 700 dinars.

Ces performances représentent des parts importantes des valeurs ajoutées enregistrées (R/VA). Les taux maxima observés aussi bien pour l'agriculture pluviale qu'irriguée et pour les deux régions dépassent les 90 %. Les taux moyens sont, toutes agricultures confondues, de l'ordre de 50 %. Ces taux moyens semblent exprimer une plus grande performance pour l'agriculture pluviale notamment dans la région du nord.

##### 3.3.2.2 Une grande variabilité des résidus de croissance

Les résidus offrent, dans leur ensemble, une grande variabilité. Ils varient d'une zone à l'autre, d'une agriculture à l'autre au sein de la même zone mais aussi au niveau de la même agriculture d'une même zone. Les amplitudes de variation approchées par le coefficient de variation (écart type/ moyenne) sont plus accentuées dans la région du centre aussi bien pour l'agriculture irriguée que pluviale. Dans la région du nord, le secteur irrigué connaît une variabilité supérieure à l'agriculture pluviale ; Une telle variabilité est explicable par les profondes transformations et adaptations que connaît l'agriculture irriguée de la région de Jendouba<sup>3</sup>. Les résultats obtenus par les agricultures de la zone du centre offrent plus de variabilité que l'agriculture pluviale de ceux du secteur pluvial du nord.

**Tableau 3. Résidu de croissance et ses variations intra et inter zones (Unité : dinar tunisien).**

|                           | Bou Salem |        | Sidi Ali Ben Salem (Kairouan) |        |
|---------------------------|-----------|--------|-------------------------------|--------|
|                           | Irrigué   | En sec | Irrigué                       | En Sec |
| 1-Résidu par exploitation |           |        |                               |        |
| le maximum                | 124 125   | 40 480 | 129 228                       | 13 498 |
| la moyenne                | 33642     | 11943  | 19302                         | 4334   |
| le minimum                | 5701      | 4460   | 1864                          | 1245   |
| la médiane                | 22544     | 10416  | 15234                         | 3705   |
| l'écart- type             | 32690     | 7540   | 21439                         | 3905   |
| Coefficient de variation  | 0,971     | 0,631  | 1,110                         | 0,901  |

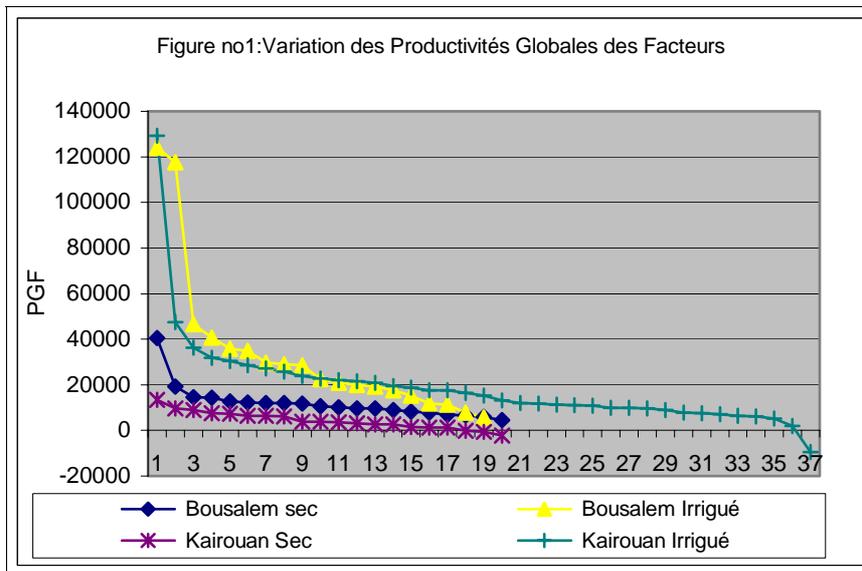
<sup>3</sup> Les assolements dans la région de Jendouba connaissent depuis la suppression de l'assolement quadriennal de base structuré autour de la betterave à sucre en 1995 un long processus d'adaptation, réorientation vers les céréales irriguées, vers certaines cultures maraîchères, notamment la pomme de terre,...

### 3.3.2.3 Comparaison des résidus

D'une manière générale, les exploitations en irrigué présentent des performances plus élevées que celles menées en sec. Cette différence est plus nette dans la région de Kairouan. Toutefois, certaines exploitations en sec, notamment dans la région de BouSalem, offrent des productivités globales des facteurs (PGF) supérieures à celles de certaines exploitations menées en irrigué.

La variation du résidu montre l'absence d'une domination absolue de l'agriculture en irrigué dans les deux régions (figure 1). Toutefois, des performances relativement plus élevées obtenues par l'agriculture irriguée de la région de Kairouan comparées à celles enregistrées par les exploitations pluviales de la même région sont à relever. De plus, les productivités globales des facteurs (PGF) obtenues par l'agriculture en sec de la région de Kairouan sont en général les plus faibles.

Les amplitudes de variation au sein de la même agriculture et de la même région peuvent être interprétées comme des marges de gains de productivité à mettre à profit par des programmes de modernisation de ces agricultures.



Cette comparaison des performances globales peut être nuancée en fonction d'une part, des montants des valeurs ajoutées réalisées, c'est-à-dire le résidu de croissance par unité de valeur ajoutée et d'autre part des tailles des exploitations. Cette relativisation est à interpréter, du point de vue économique, comme des taux de croissance par rapport à l'exploitation fictive ; Pour chaque exploitation indiquée  $i$ , ce ratio est égal à  $R_i/Y_0 = Y_i - Y_0/Y_0$ . D'autre part, ce résidu est relativisé par rapport aux facteurs essentiels travail et terre. Une telle relativisation exprime les augmentations éventuelles de rémunération de chaque facteur considéré pouvant être supportée par le résidu de la croissance.

### 3.3.2.4 Pondération des résidus par la valeur ajoutée et la surface (PGF/ VA, PGF/ Ha)

Sur la base des données consignées dans les tableaux de l'annexe II relatives à l'analyse de la croissance générée par les différentes exploitations enquêtées, il est aisé de calculer les taux de croissance par unité de valeur ajoutée. Ils montrent des performances moyennes relativement élevées, notamment dans la région du nord. En effet, dans cette région les taux moyens varient de près de 0,8 pour l'irrigué à 0,9 pour le pluvial, c'est-à-dire que chaque unité de valeur ajoutée dégage un résidu de croissance variant entre 0,8 à 0,9. Les performances moyennes de la zone du Kairouan sont plus modestes et oscillent autour de 0,5.

D'autre part, l'examen des ratios de PGF/ ha et de PGF/ jour de travail montre que les exploitations enquêtées sont en mesure de supporter des augmentations substantielles des rémunérations des facteurs terre et travail (cf les tableaux de l'annexe 2).

**Tableau 4. Résidu de croissance ramené à l'unité de valeur ajoutée et ses variabilités ( taux de croissance)**

| 2- Résidu par unité de valeur ajoutée | Bou Salem |         | Kairouan |         |
|---------------------------------------|-----------|---------|----------|---------|
|                                       | Irrigué   | pluvial | Irrigué  | pluvial |
| le maximum                            | 0,960     | 0,977   | 0,949    | 0,921   |
| la moyenne                            | 0,797     | 0,902   | 0,554    | 0,475   |
| le minimum                            | 0,470     | 0,683   | 0,224    | 0,124   |
| la médiane                            | 0,849     | 0,929   | 0,558    | 0,619   |
| l'écart- type                         | 0,152     | 0,067   | 0,268    | 0,447   |
| - Coefficient de variation            | 0,190     | 0,07    | 0,48     | 0,94    |

La variabilité inter et intra agricultures dans la même et inter zones des résidus de croissance calculés permet de s'interroger sur la répartition de la P.G.F entre les différentes exploitations enquêtées.

### 3.3.2.5 Répartition des résidus de la croissance entre les exploitations

Le coefficient de GINI<sup>4</sup> calculé à partir de la courbe de Lorenz établie à partir des données individuelles des exploitations enquêtées est utilisé ici pour évaluer l'équité de la répartition des résidus de la croissance. Le tableau 5 consignant les résultats de ce calcul montre que la répartition actuelle est dans l'ensemble relativement équitable. Les agricultures pluviale à Bousalem et pluviale à Kairouan présentent les distributions de PGF les plus équitables.

**Tableau 5. Coefficient de GINI associé aux répartitions des résidus de croissance obtenus**

|                      | Jendouba (Bou Salem) | Kairouan |
|----------------------|----------------------|----------|
| Agriculture irriguée | 0,408                | 0,391    |
| Agriculture pluviale | 0,242                | 0,436    |
| Ensemble             | 0,446                | 0,465    |

## 4 Conclusion

Les résidus de la croissance générés par l'agriculture irriguée représentent en moyenne près de 70% de la PGF globale. Selon les régions étudiées, cette proportion varie de 80% pour le Kairouanais à seulement 65% pour Bou Salem.

Ramenés à l'unité de valeur ajoutée dégagée, ces proportions sont totalement inversées. La contribution de l'irrigué est inférieure à 50% du taux moyen de résidu par valeur ajoutée. Ce déclassement de l'agriculture irriguée est plus net dans la région de Bou Salem.

Par ailleurs, si le différentiel de l'emploi de la main d'œuvre par l'agriculture irriguée (433 jours /ha contre 144 jours /ha pour le sec) peut dans la région du centre justifier l'irrigation, une telle différence n'existe pas dans la région du nord (813 jours/ ha pour l'irrigué contre 804 jours/ ha pour le sec).

---

<sup>4</sup> Pour une définition de ce coefficient voir entre De Janvry et Sadoulet, 2002. Plus ce coefficient est faible (tend vers zéro) plus la répartition est équitable.

Au vu de ces résultats, la modernisation des périmètres irrigués devra se traduire par une amélioration des efficacités de cette agriculture ou/et par du progrès incorporé aux nouveaux investissements à consentir.

Il convient de préciser à la fin de ces éléments conclusifs que les résultats obtenus ne sont pas représentatifs des agricultures pluviale et irriguée en Tunisie. Elles concernent uniquement les zones étudiées à partir d'observations relatives à une seule année. Autrement dit, ces premiers résultats n'intègrent pas les effets des aléas climatiques sur les performances de l'agriculture pluviale.

### **Bibliographie**

Arnold Hargerger, 2002, "A new vision of economic growth" - the American economic review, May 2002

Mounier Alain, 1992, « Les théories économiques de la croissance agricole » -INRA-economica.

Christian Morisson et Talbi Béchir, 1996, « La croissance de l'économie tunisienne en longue période »- OCDE éditions

Elisabet Sadoulet et Alain De Janvry , 1995, "Quantitative development policy analysis "- Johns Hopkins university press

Robert Solow, 1956, "A contribution to the theory of economic growth" - The quarterly journal economics, February 1956.

Robert Solow, 1957, "Technical change and the aggregate production function"- The review of economics and statistics , August 1957.

**Annexe I : Caractéristiques des exploitations enquêtées**

**Tableau 1. Caractéristiques des exploitations en sec enquêtées dans la région de Kairouan (El Ouamria).**

| Nombre d'observation | Superficie (ha) | Capital (DT) | Capital/ha DT/ha | Nombre total de jours de travail | Nombre de jours de travail/ha |
|----------------------|-----------------|--------------|------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 1                    | 15              | 17151        | 1143.400         | 200                              | 13                            |
| 2                    | 4               | 1265         | 316.250          | 200                              | 50                            |
| 3                    | 23              | 3834         | 166.696          | 210                              | 9                             |
| 4                    | 8               | 1691         | 211.375          | 180                              | 23                            |
| 5                    | 2               | 3850         | 1925.000         | 90                               | 45                            |
| 6                    | 4               | 2760         | 690.000          | 180                              | 45                            |
| 7                    | 5               | 4824         | 964.800          | 150                              | 30                            |
| 8                    | 9               | 15010        | 1667.778         | 120                              | 13                            |
| 9                    | 6               | 2788         | 464.667          | 195                              | 33                            |
| 10                   | 4               | 4592         | 1148.000         | 120                              | 30                            |
| 11                   | 2               | 700          | 350.000          | 120                              | 60                            |
| 12                   | 7               | 2997         | 428.143          | 195                              | 28                            |
| 13                   | 9               | 4999         | 555.444          | 140                              | 16                            |
| 14                   | 5               | 9906         | 1981.200         | 120                              | 24                            |
| 15                   | 1               | 5466         | 5466.000         | 70                               | 70                            |
| 16                   | 6               | 3072         | 512.000          | 165                              | 28                            |
| 17                   | 6               | 17848        | 2974.667         | 180                              | 30                            |
| 18                   | 1               | 2394         | 2394.000         | 120                              | 120                           |
| 19                   | 3               | 5194         | 1731.333         | 60                               | 20                            |
| 20                   | 1               | 10525        | 10525.000        | 60                               | 60                            |
| Total 20             | 121             | 120866       | 35615.752        | 2875                             | 746                           |
| Moyenne              | 6.05            | 6043.3       | 1780.788         | 143.75                           | 37                            |

**Tableau 2. Caractéristiques des exploitations en Irrigué enquêtées dans la région de Kairouan (Sidi Ali Ben Salem).**

| Nombre d'observations | Superficie (ha) | Capital DT | Capital/ha DT/ha | Nombre total de jours de travail | Nombre de jours de travail/ha |
|-----------------------|-----------------|------------|------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 1                     | 70              | 56000      | 800.000          | 480                              | 7                             |
| 2                     | 8               | 68500      | 8562.500         | 420                              | 53                            |
| 3                     | 31              | 3000       | 96.774           | 545                              | 18                            |
| 4                     | 12              | 26000      | 2166.667         | 630                              | 53                            |
| 5                     | 13              | 30690      | 2360.769         | 480                              | 37                            |
| 6                     | 22              | 25756      | 1170.727         | 510                              | 23                            |
| 7                     | 15              | 27139      | 1809.267         | 380                              | 25                            |
| 8                     | 8               | 18760      | 2345.000         | 260                              | 33                            |
| 9                     | 14              | 35177      | 2512.643         | 270                              | 19                            |
| 10                    | 30              | 50000      | 1666.667         | 540                              | 18                            |
| 11                    | 11              | 13683      | 1243.909         | 290                              | 26                            |
| 12                    | 18              | 18725      | 1040.278         | 240                              | 13                            |
| 13                    | 5               | 12564      | 2512.800         | 480                              | 96                            |
| 14                    | 20              | 30904      | 1545.200         | 390                              | 20                            |
| 15                    | 34              | 34731      | 1021.500         | 510                              | 15                            |
| 16                    | 9               | 18000      | 2000.000         | 330                              | 37                            |
| 17                    | 18              | 26121      | 1451.167         | 380                              | 21                            |
| 18                    | 10              | 14803      | 1480.300         | 450                              | 45                            |
| 19                    | 10              | 12500      | 1250.000         | 480                              | 48                            |
| 20                    | 9               | 20245      | 2249.444         | 420                              | 47                            |
| 21                    | 7               | 10000      | 1428.571         | 340                              | 49                            |
| 22                    | 4               | 11306      | 2826.500         | 270                              | 68                            |
| 23                    | 10              | 19323      | 1932.300         | 470                              | 47                            |
| 24                    | 9               | 24300      | 2700.000         | 485                              | 54                            |
| 25                    | 6               | 7585       | 1264.167         | 510                              | 85                            |
| 26                    | 8               | 16002      | 2000.250         | 570                              | 71                            |
| 27                    | 11              | 32913      | 2992.091         | 470                              | 43                            |
| 28                    | 20              | 25590      | 1279.500         | 835                              | 42                            |
| 29                    | 7               | 12239      | 1748.429         | 380                              | 54                            |
| 30                    | 3               | 3000       | 1000.000         | 450                              | 150                           |
| 31                    | 15              | 39104      | 2606.933         | 260                              | 17                            |
| 32                    | 18              | 27696      | 1538.667         | 580                              | 32                            |
| 33                    | 4               | 7557       | 1889.250         | 210                              | 53                            |
| 34                    | 5               | 30092      | 6018.400         | 300                              | 60                            |
| 35                    | 30              | 79905      | 2663.500         | 605                              | 20                            |
| 36                    | 3               | 12732      | 4244.000         | 330                              | 110                           |
| 37                    | 5               | 50000      | 10000.000        | 460                              | 92                            |
| Total 37              | 532             | 952642     | 87418.169        | 16010                            | 1698                          |
| Moyenne               | 14.4            | 25747.081  | 2362.653         | 433                              | 46                            |

**Tableau 3. Caractéristiques des exploitations en pluviale enquêtées dans la région de Boussalem.**

| Nombre d'observations | Superficie (ha) | Capital en DT | Capital/ha DT/ha | Nombre total de jours de travail | Nombre de jours de travail/ha |
|-----------------------|-----------------|---------------|------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 1                     | 20              | 14672         | 733.600          | 360                              | 18                            |
| 2                     | 20              | 337           | 16.850           | 300                              | 15                            |
| 3                     | 6               | 2527          | 421.167          | 450                              | 75                            |
| 4                     | 18              | 4908          | 272.667          | 400                              | 22                            |
| 5                     | 20              | 24343         | 1217.150         | 360                              | 18                            |
| 6                     | 17              | 691           | 40.647           | 360                              | 21                            |
| 7                     | 12              | 782           | 65.167           | 180                              | 15                            |
| 8                     | 16              | 28000         | 1750.000         | 120                              | 8                             |
| 9                     | 12              | 5029          | 419.083          | 360                              | 30                            |
| 10                    | 12              | 660           | 55.000           | 300                              | 25                            |
| 11                    | 8               | 1963          | 245.375          | 420                              | 53                            |
| 12                    | 5               | 305           | 61.000           | 330                              | 66                            |
| 13                    | 6               | 1491          | 248.500          | 360                              | 60                            |
| 14                    | 7               | 1249          | 178.429          | 360                              | 51                            |
| 15                    | 6               | 592           | 98.667           | 210                              | 35                            |
| 16                    | 7               | 744           | 106.286          | 390                              | 56                            |
| 17                    | 5               | 345           | 69.000           | 380                              | 76                            |
| 18                    | 6               | 637           | 106.167          | 290                              | 48                            |
| 19                    | 6               | 11500         | 1916.667         | 130                              | 22                            |
| 20                    | 2               | 159           | 79.500           | 180                              | 90                            |
| Total 20              | 211             | 100934        | 8100.920         | 6240                             | 804                           |
| Moyenne               | 10.55           | 5046.7        | 405.046          | 312                              | 40                            |

**Tableau 4. Caractéristiques des exploitations en irrigué enquêtées dans la région de Boussalem.**

| Nombre d'observation | Superficie (ha) | Capital (En DT) | Capital/ha En DT/ha | Nombre total de jours de travail | Nombre de jours de travail/ha |
|----------------------|-----------------|-----------------|---------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 1                    | 19              | 13300           | 700.000             | 480                              | 25                            |
| 2                    | 19              | 45000           | 2368.421            | 730                              | 38                            |
| 3                    | 9               | 12450           | 1383.333            | 340                              | 38                            |
| 4                    | 4               | 6600            | 1650.000            | 180                              | 45                            |
| 5                    | 14              | 16000           | 1142.857            | 330                              | 24                            |
| 6                    | 9               | 11000           | 1222.222            | 370                              | 41                            |
| 7                    | 9               | 13700           | 1522.222            | 400                              | 44                            |
| 8                    | 8               | 28880           | 3610.000            | 425                              | 53                            |
| 9                    | 12              | 36800           | 3066.667            | 340                              | 28                            |
| 10                   | 6               | 12600           | 2100.000            | 300                              | 50                            |
| 11                   | 4               | 33300           | 8325.000            | 330                              | 83                            |
| 12                   | 6               | 31000           | 5166.667            | 330                              | 55                            |
| 13                   | 8               | 12800           | 1600.000            | 360                              | 45                            |
| 14                   | 5               | 5480            | 1096.000            | 300                              | 60                            |
| 15                   | 5               | 9400            | 1880.000            | 430                              | 86                            |
| 16                   | 9               | 40670           | 4518.889            | 360                              | 40                            |
| 17                   | 4               | 36900           | 9225.000            | 210                              | 53                            |
| 18                   | 5               | 32800           | 6560.000            | 300                              | 60                            |
| 19                   | 4               | 30000           | 7500.000            | 180                              | 45                            |
| Total 19             | 159             | 428680          | 64637.278           | 6695                             | 913                           |
| Moyenne              | 8.36            | 22562.10526     | 3401.962            | 352.3684211                      | 48                            |

**Annexe II : Analyse des résidus de croissance dégagés par les exploitations enquêtées.**

**Tableau 1. Productivités Globales des Facteurs dans les exploitations d' El Ouamria (Kairouan - pluviale).**

| Observations | Superficie (ha) | Nbre Total    |           | PGF / Unité V.A | PGF / ha  | PGF/ Jours |
|--------------|-----------------|---------------|-----------|-----------------|-----------|------------|
|              |                 | Jours travail | PGF       |                 |           |            |
| 89           | 15              | 200           | 13498.950 | 0.6144265       | 899.930   | 67.495     |
| 84           | 4               | 200           | 9750.685  | 0.9258151       | 2437.671  | 48.753     |
| 94           | 23              | 210           | 9029.417  | 0.8158128       | 392.583   | 42.997     |
| 100          | 8               | 180           | 7490.133  | 0.8851492       | 936.267   | 41.612     |
| 97           | 2               | 90            | 7305.977  | 0.7902626       | 3652.989  | 81.178     |
| 85           | 4               | 180           | 6418.141  | 0.8118063       | 1604.535  | 35.656     |
| 93           | 5               | 150           | 6410.381  | 0.7225407       | 1282.076  | 42.736     |
| 87           | 9               | 120           | 6141.920  | 0.4546876       | 682.436   | 51.183     |
| 101          | 6               | 195           | 3894.373  | 0.7199803       | 649.062   | 19.971     |
| 82           | 4               | 120           | 3860.145  | 0.6242149       | 965.036   | 32.168     |
| 86           | 2               | 120           | 3549.881  | 0.8896945       | 1774.941  | 29.582     |
| 90           | 7               | 195           | 3130.941  | 0.6595621       | 447.277   | 16.056     |
| 95           | 9               | 140           | 2684.873  | 0.5139497       | 298.319   | 19.178     |
| 91           | 5               | 120           | 2547.692  | 0.3422937       | 509.538   | 21.231     |
| 98           | 1               | 70            | 1380.197  | 0.3379524       | 1380.197  | 19.717     |
| 81           | 6               | 165           | 1328.165  | 0.4494635       | 221.361   | 8.049      |
| 96           | 6               | 180           | 1245.295  | 0.1241075       | 207.549   | 6.918      |
| 92           | 1               | 120           | -55.440   | -4.60E-02       | -55.440   | -0.462     |
| 83           | 3               | 60            | -623.415  | -0.3211822      | -207.805  | -10.390    |
| 99           | 1               | 60            | -2308.165 | -0.8141675      | -2308.165 | -38.469    |
| Moyenne      | 6.1             | 144           | 4334.007  | 0.475016153     | 788.518   | 26.758     |
| Ecart-type   | 5.2             | 49            | 3905.147  | 0.447149989     | 1165.253  | 27.120     |
| Médiane      | 5.0             | 145           | 3705.013  | 0.6193207       | 665.749   | 25.407     |

**Tableau 2. Productivités globales des facteurs dans les exploitations en irrigué de Sidi Ali Ben Salem (Kairouan).**

| Observations | Superficie (ha) | Nbre Total Jours travail | PGF        | PGF/ Unité V.A | PGF / ha  | PGF/ Jours |
|--------------|-----------------|--------------------------|------------|----------------|-----------|------------|
| 74           | 70              | 480                      | 129228.200 | 0.8244908      | 1846.117  | 269.225    |
| 76           | 8               | 420                      | 47529.720  | 0.5865911      | 5941.215  | 113.166    |
| 58           | 31              | 545                      | 36349.060  | 0.9499792      | 1172.550  | 66.696     |
| 77           | 12              | 630                      | 31769.050  | 0.7078666      | 2647.421  | 50.427     |
| 63           | 13              | 480                      | 30394.690  | 0.6658348      | 2338.053  | 63.322     |
| 67           | 22              | 510                      | 28642.450  | 0.6895812      | 1301.930  | 56.162     |
| 73           | 15              | 380                      | 27149.530  | 0.6686748      | 1809.969  | 71.446     |
| 51           | 8               | 260                      | 25805.500  | 0.7351575      | 3225.688  | 99.252     |
| 45           | 14              | 270                      | 23991.960  | 0.5817502      | 1713.711  | 88.859     |
| 78           | 30              | 540                      | 22807.770  | 0.4805885      | 760.259   | 42.237     |
| 70           | 11              | 290                      | 22055.330  | 0.7626059      | 2005.030  | 76.053     |
| 80           | 18              | 240                      | 21507.760  | 0.6989393      | 1194.876  | 89.616     |
| 55           | 5               | 480                      | 20800.020  | 0.7623801      | 4160.004  | 43.333     |
| 44           | 20              | 390                      | 19527.730  | 0.5609642      | 976.387   | 50.071     |
| 66           | 34              | 510                      | 18838.180  | 0.5221805      | 554.064   | 36.938     |
| 69           | 9               | 330                      | 17704.270  | 0.6632799      | 1967.141  | 53.649     |
| 60           | 18              | 380                      | 17640.640  | 0.5764728      | 980.036   | 46.423     |
| 65           | 10              | 450                      | 16397.160  | 0.6849558      | 1639.716  | 36.438     |
| 48           | 10              | 480                      | 15234.240  | 0.7024597      | 1523.424  | 31.738     |
| 62           | 9               | 420                      | 13271.430  | 0.5666466      | 1474.603  | 31.599     |
| 54           | 7               | 340                      | 11961.910  | 0.7000589      | 1708.844  | 35.182     |
| 57           | 4               | 270                      | 11716.260  | 0.6728067      | 2929.065  | 43.394     |
| 79           | 10              | 470                      | 11196.380  | 0.5346377      | 1119.638  | 23.822     |
| 64           | 9               | 485                      | 10995.840  | 0.4747362      | 1221.760  | 22.672     |
| 52           | 6               | 510                      | 10914.720  | 0.7269696      | 1819.120  | 21.401     |
| 68           | 8               | 570                      | 9997.512   | 0.5487109      | 1249.689  | 17.539     |
| 50           | 11              | 470                      | 9811.805   | 0.3754565      | 891.982   | 20.876     |
| 61           | 20              | 835                      | 9758.032   | 0.4271595      | 487.902   | 11.686     |
| 53           | 7               | 380                      | 8919.978   | 0.5883114      | 1274.283  | 23.474     |
| 59           | 3               | 450                      | 7843.990   | 0.8108321      | 2614.663  | 17.431     |
| 47           | 15              | 260                      | 7446.159   | 0.2800677      | 496.411   | 28.639     |
| 46           | 18              | 580                      | 6995.574   | 0.3349408      | 388.643   | 12.061     |
| 71           | 4               | 210                      | 6304.589   | 0.621877       | 1576.147  | 30.022     |
| 75           | 5               | 300                      | 6147.425   | 0.2932932      | 1229.485  | 20.491     |
| 49           | 30              | 605                      | 5189.828   | 0.1169829      | 172.994   | 8.578      |
| 72           | 3               | 330                      | 1864.037   | 0.2245287      | 621.346   | 5.649      |
| 56           | 5               | 460                      | -9512.341  | -0.6313361     | -1902.468 | -20.679    |
| Moyenne      | 14.4            | 433                      | 19302.605  | 0.5538225      | 1544.100  | 46.997     |
| Ecart-type   | 12.5            | 130                      | 21439.467  | 0.2680090      | 1250.528  | 46.994     |
| Médiane      | 10.0            | 450                      | 15234.240  | 0.5883114      | 1301.930  | 36.438     |

**Tableau 3. Productivités globales des facteurs dans les exploitations en pluvial de Soumrane (Boussalem).**

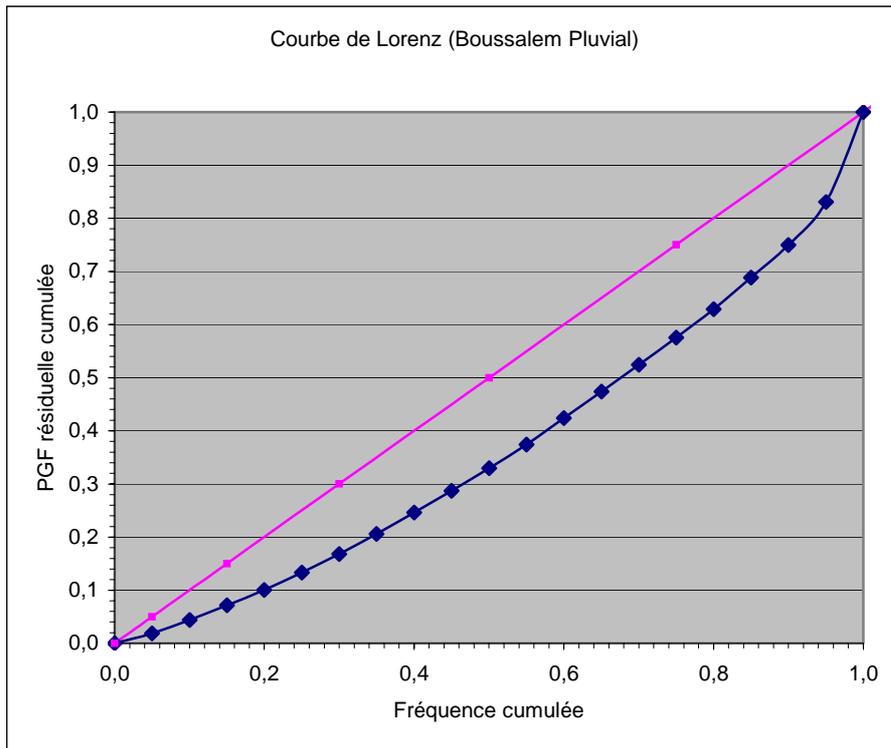
| Observations | Superficie (ha) | Nbre Jours de trava | Total<br>PGF | PGF/ Unité V.A | PGF / ha | PGF/ Jours |
|--------------|-----------------|---------------------|--------------|----------------|----------|------------|
| 34           | 20              | 360                 | 40480.700    | 0.9253577      | 2024.035 | 112.446    |
| 35           | 20              | 300                 | 19328.110    | 0.9775497      | 966.406  | 64.427     |
| 25           | 6               | 450                 | 14604.530    | 0.9333161      | 2434.088 | 32.455     |
| 33           | 18              | 400                 | 14266.210    | 0.9081553      | 792.567  | 35.666     |
| 21           | 20              | 360                 | 12784.330    | 0.7140890      | 639.217  | 35.512     |
| 28           | 17              | 360                 | 12158.260    | 0.9541128      | 715.192  | 33.773     |
| 40           | 12              | 180                 | 11983.550    | 0.9694648      | 998.629  | 66.575     |
| 41           | 16              | 120                 | 11934.060    | 0.6837046      | 745.879  | 99.451     |
| 32           | 12              | 360                 | 11881.950    | 0.8936486      | 990.163  | 33.005     |
| 37           | 12              | 300                 | 10661.470    | 0.9549863      | 888.456  | 35.538     |
| 23           | 8               | 420                 | 10170.920    | 0.9187822      | 1271.365 | 24.216     |
| 30           | 5               | 330                 | 9737.231     | 0.9540693      | 1947.446 | 29.507     |
| 27           | 6               | 360                 | 9674.421     | 0.9295177      | 1612.404 | 26.873     |
| 22           | 7               | 360                 | 9054.391     | 0.9294181      | 1293.484 | 25.151     |
| 38           | 6               | 210                 | 8348.290     | 0.9569338      | 1391.382 | 39.754     |
| 24           | 7               | 390                 | 7828.053     | 0.9257395      | 1118.293 | 20.072     |
| 36           | 5               | 380                 | 6862.704     | 0.9272671      | 1372.541 | 18.060     |
| 31           | 6               | 290                 | 6607.688     | 0.9318415      | 1101.281 | 22.785     |
| 43           | 6               | 130                 | 6040.843     | 0.7184637      | 1006.807 | 46.468     |
| 26           | 2               | 180                 | 4460.015     | 0.9461211      | 2230.008 | 24.778     |
| Moyenne      | 10.6            | 312                 | 11943.386    | 0.9026269      | 1276.982 | 41.326     |
| Ecart-type   | 5.9             | 97                  | 7540.346     | 0.0875444      | 521.389  | 25.603     |
| Médiane      | 7.5             | 360                 | 10416.195    | 0.9294679      | 1109.787 | 33.389     |

**Tableau 4. Productivités globales des facteurs dans les exploitations en Irrigué de Soumrane (Boussalem).**

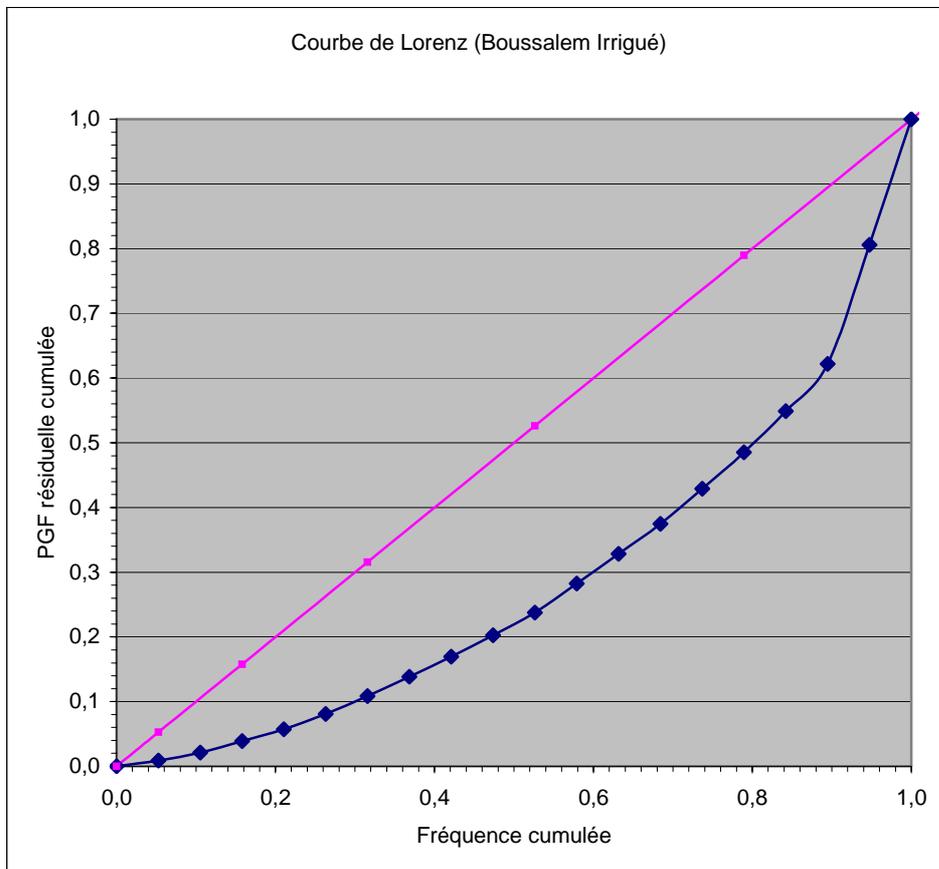
| Observations | Superficie (ha) | Nombre Total de jours de travail | PGF        | PGF/ Unité V.A | PGF / ha  | PGF/ Jours |
|--------------|-----------------|----------------------------------|------------|----------------|-----------|------------|
| 18           | 19              | 480                              | 124125.300 | 0.9633994      | 6532.911  | 258.594    |
| 17           | 19              | 730                              | 117685.400 | 0.9076814      | 6193.968  | 161.213    |
| 11           | 9               | 340                              | 46482.100  | 0.9358185      | 5164.678  | 136.712    |
| 9            | 4               | 180                              | 40708.940  | 0.9534826      | 10177.235 | 226.161    |
| 13           | 14              | 330                              | 35850.160  | 0.8865901      | 2560.726  | 108.637    |
| 15           | 9               | 370                              | 34886.390  | 0.9162063      | 3876.266  | 94.288     |
| 12           | 9               | 400                              | 29696.990  | 0.8873515      | 3299.666  | 74.242     |
| 1            | 8               | 425                              | 29111.230  | 0.8131400      | 3638.904  | 68.497     |
| 20           | 12              | 340                              | 28687.920  | 0.7867463      | 2390.660  | 84.376     |
| 10           | 6               | 300                              | 22544.210  | 0.8706346      | 3757.368  | 75.147     |
| 6            | 4               | 330                              | 20883.860  | 0.7357099      | 5220.965  | 63.284     |
| 14           | 6               | 330                              | 20024.890  | 0.7390075      | 3337.482  | 60.681     |
| 5            | 8               | 360                              | 19146.430  | 0.8492541      | 2393.304  | 53.185     |
| 8            | 5               | 300                              | 17536.670  | 0.9015357      | 3507.334  | 58.456     |
| 3            | 5               | 430                              | 15238.010  | 0.8479222      | 3047.602  | 35.437     |
| 16           | 9               | 360                              | 11733.740  | 0.5787295      | 1303.749  | 32.594     |
| 4            | 4               | 210                              | 11272.230  | 0.5844775      | 2818.058  | 53.677     |
| 7            | 5               | 300                              | 7883.501   | 0.5273245      | 1576.700  | 26.278     |
| 2            | 4               | 180                              | 5701.126   | 0.4708950      | 1425.282  | 31.673     |
| Moyenne      | 8.4             | 352                              | 33642.058  | 0.7976793      | 3801.203  | 89.639     |
| Ecart-type   | 4.7             | 121                              | 32690.915  | 0.1518631      | 2136.700  | 64.343     |
| Médiane      | 8.0             | 340                              | 22544.210  | 0.8492541      | 3337.482  | 68.497     |

### Annexe III : analyse de la répartition des résidus de la croissance.

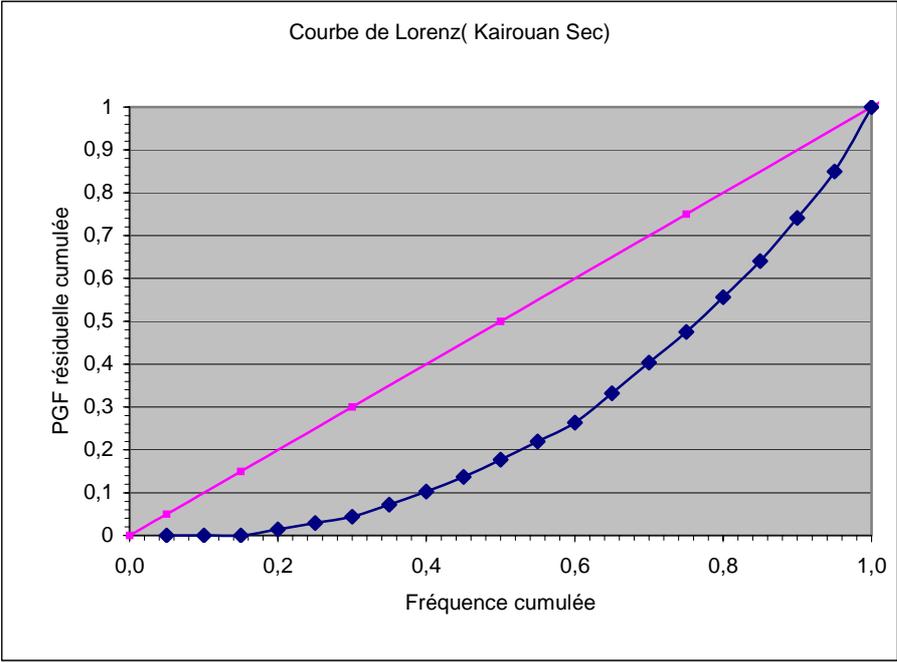
Graphique no1



Graphique no2



Graphique no 3



Graphique no 4

