

PRINCIPALES TECHNIQUES D'ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE

BOUGUETTATA Yasmine

Doctorante à ENSSEA

MOFFOK Nardjes

Doctorante à HEC Alger

DJEMA Hassiba

Professeur à HEC Alger

RESUME :

Au regard des dépenses, toujours croissantes, dans différents secteurs de l'économie, dans le monde ; la question de la maîtrise des dépenses est traitée dans tous les forums et instances internationaux. Indubitablement, une allocation inefficace des ressources se répercute directement sur la croissance économique, voire même, sur le développement national. Par conséquent, l'évaluation de la performance devient une priorité pour les décideurs. Ainsi, il devient indispensable de recourir aux mécanismes modernes de gestion. A ce titre, la mise en place, le plus rapidement possible, des outils scientifiques de gestion et d'évaluation sont devenue une exigence de notre temps. Nous proposons dans cet article de présenter les principales techniques d'évaluation de la performance. Dans un premier temps, nous présentons les des ratios de productivité. Ensuite, succinctement les approches paramétriques avec les deux directions d'analyse à savoir : les méthodes déterministes et les méthodes stochastiques qui se distinguent par l'interprétation du terme d'erreur. Enfin les méthodes non paramétriques.

Mots clés : évaluation de la performance, ratios de productivité, approches paramétriques, méthodes déterministes, méthodes stochastiques.

1. Quelques éléments classiques d'évaluation

Les méthodes classiques d'évaluation sont axées sur les ratios de productivité, très utilisés, dans les mécanismes de contrôle ; néanmoins, leur analyse demeure toujours limitée. Nous nous proposons d'en fournir quelques présentations.

1.1. Les ratios de productivité

Il existe des ratios de productivités partielles ou globales des facteurs [ARDOIN et al (1986)]. Ce type d'indicateurs permet d'analyser le rendement des facteurs de production.

D'abord, le concept de productivité partielle analyse le rendement de chaque produit par rapport à chaque facteur :

$$\text{Productivité partielle} = \frac{\text{output}_i}{\text{input}_k}$$

Celui-ci, est fondamentalement, un concept physique qui compare les unités produites à un facteur de production particulier mis en œuvre [DETCHESSAHAR (2001)]. Cependant, il convient de remarquer qu'ils omettent l'effet de la variation des autres inputs. En outre, ce calcul a un sens uniquement dans le cas où la production est mono produit.

Pour pallier à l'incomplétude des indicateurs de productivité partielle, un système de pondération par, les prix ou les parts, des facteurs dans le coût total, permet d'agréger l'ensemble des inputs ou des outputs, en vue d'obtenir un indicateur synthétique qui prenne en compte toutes les variations des facteurs et des produits simultanément [DE LA VILLARMOIS (2001)] et [DIMARIA et CICCONE (2006)]. En effet, il existe deux types d'indices globaux :

l'indice de productivité par rapport aux facteurs et l'indice de productivité par rapport aux produits, notés respectivement $Indf$ et $Indp$.

$$Indf = \frac{\text{Output}}{w_1 \text{input}_1 + w_2 \text{input}_2 + \dots + w_k \text{input}_k}$$

$$Indp = \frac{p_1 \text{Output}_1 + p_2 \text{output}_2 + \dots + p_r \text{output}_r}{\text{Input}}$$

Donc, ces indices conservent la référence à la notion de productivité mais fournissent néanmoins une mesure globale sur l'ensemble du processus de production. Toutefois, le problème demeure au niveau des prix.

Nous tenons à préciser que les indicateurs de productivités partielles ne fournissent qu'une vision restreinte de l'efficacité, alors que les indicateurs globaux sont très sensibles à la fluctuation des prix des facteurs d'une année à l'autre et d'une unité à l'autre. Malgré cela, les indicateurs de productivités partielles sont utilisés car ils permettent de remédier aux limites des indicateurs financiers. L'utilisation des indicateurs globaux est plus rare à cause de l'influence du système de pondération.

La faiblesse essentielle de l'indicateur de productivité globale est donc liée au choix du système de pondération et à sa justification. Quant aux indicateurs partiels, c'est leurs multitudes qui compliquent leurs utilisations. En effet, la

multiplication du nombre de facteurs de production par le nombre de produits donne le nombre de ratios partiels à calculer.

Pour avoir une approche multidimensionnelle de la performance, il faut analyser les plans de production par rapport à la frontière de production. PARSONS (1994) justifia cette démarche par l'affirmation suivante : « *Plutôt que d'analyser simplement des ratios de productivité, n'est-il pas préférable d'étudier la relation technique qui existe entre, les outputs et les différents inputs et, la fonction de production* » [DE LAVILLARMOIS (1999)].

2. Les frontières paramétriques

Les approches paramétriques spécifient la frontière de l'ensemble de production dans une perspective probabiliste. Cela suppose, la connaissance, au préalable, de la spécification de la fonction de production, coût, ou profit. En outre, il faut que l'ensemble des axiomes dans lequel est soumise la technologie de production, soit vérifié [HOLLINGSWORTH (2003)]. Le classement selon la nature des écarts entre l'unité de production observée et l'unité de production optimale distingue les frontières stochastiques des frontières déterministes.

2.1. Les méthodes déterministes

Les approches paramétriques déterministes furent le premier courant d'estimation empirique d'une fonction de production. Elles tirent leur origine des travaux, des pionniers dans le domaine. [FARRELL (1957)], [AIGNER et CHU (1968)], [AFRIAT (1972)] et [RICHMOND (1974)]. En effet, ces approches permettent de quantifier l'efficacité ; cependant, elles imposent une forme fonctionnelle qui présuppose la forme de la frontière. Dès lors, on est confronté à la difficulté, de spécification de la forme théorique de la fonction de production et, de son estimation [CHIRIKOS et SEAR (2000)].

2.1.1. Les principales formes fonctionnelles

Le choix d'une forme fonctionnelle est nécessaire car il nous permet, de faire une représentation analytique après le processus de transformation de l'ensemble d'inputs en un ou plusieurs outputs [BJUREK et al (1990)] et aussi, de respecter les hypothèses émises sur l'ensemble de production afin qu'il puisse renvoyer une image, la plus fidèle possible, de la réalité. Donc, la modélisation d'une technologie de production nécessite, pour la construction des ensembles de production, la formulation d'un certain nombre d'hypothèses : libre disposition des inputs et des outputs, types de rendement à l'échelle et la convexité des sous-ensembles des produits et des facteurs. Il est recommandé, en spécifiant la forme fonctionnelle de la fonction de production, de veiller à ce que les hypothèses émises soient scrupuleusement respectées. Une littérature étoffée concernant les différentes formes fonctionnelles de la fonction de production est disponible. De celle-là, nous proposons les formes les plus fréquemment utilisées.

La forme fonctionnelle de Cobb-Douglas

En effet, les fonctions de production de Cobb-Douglas, citées précédemment, furent les premières apparitions utilisées pour la modélisation d'un processus de production. FARRELL (1957), afin d'analyser la performance, proposa l'approximation de la fonction de production selon la forme fonctionnelle de Cobb-Douglas, l'illustra de données de firmes agricoles de 48 Etats Américains et lui en imposa des rendements d'échelles constants [LESUEUR et PLANE (1997)].

AIGNER et CHU (1968) utilisèrent, la forme fonctionnelle de Cobb-Douglas pour l'estimation d'une fonction de production frontière à partir d'un échantillon de firmes manufacturières Américaines ; néanmoins, en relâchant l'hypothèse des rendements d'échelle constants. Par la suite, plusieurs formes fonctionnelles furent proposées et utilisées dans plusieurs études comme référence à l'analyse paramétrique de l'efficacité. Nous vous proposons de présenter la plus courante.

La forme fonctionnelle « Translogarithmique »

Quand la production consomme plusieurs facteurs pour produire plusieurs produits, il devient nécessaire de recourir aux fonctions de coûts ou de profit [AKHAYEIN et al. (1994)] et [BILODEAU et al. (2000)]. A ce titre, la fonction translogarithmique est très utilisée pour représenter la fonction de coût ; elle permet de tenir compte d'une courbe en « U » (Fonctions de coûts) qui n'est pas uniforme pour toutes les tailles d'entreprises. En fait, cette forme de fonction convient tout particulièrement aux activités multi produits [GUARADA et ROUABEH (1999)].

L'utilisation de la fonction translogarithmique permet de résoudre les problèmes posés par les fonctions de production quand celles-ci sont multi - produits. En outre, elle n'impose aucune restriction, a priori, à la forme de la courbe des coûts moyens et permet de tenir compte des multiples liens de complémentarité entre les facteurs explicatifs.

Toutefois, cette nouvelle spécification de la technologie est sujette à de nombreuses critiques parce qu'elle n'est pas définie au point zéro. Néanmoins, par sa flexibilité, elle représente le modèle privilégié des économistes dans leurs analyses des caractéristiques de la technologie

2.1.2. Les méthodes d'estimation

Ces méthodes consistent à déterminer les paramètres des formes fonctionnelles. Parmi les formes proposées précédemment, nous avons choisi de développer la fonction de production représentée par l'output (y) qui dépend du vecteur (x) des inputs et d'un vecteur de paramètres tel que : $y = f(x, B)$

Ainsi, la phase suivante consiste à estimer le vecteur des paramètres :

Considérons, pour notre présentation, une fonction de production modélisée par :

$$\gamma = \hat{\gamma} + E = f(x, B) + E$$

Le terme d'erreur représente les effets d'un bruit blanc, indépendamment et identiquement distribué selon une loi normale de moyenne nulle et d'écart type σ dont la valeur vaut 1 [GREEN (1980)]. Donc, le terme d'erreur suit une variable normale notée par l'expression : $E. \rightarrow N(0,1)$

Nous rappelons que le degré d'efficacité de chaque firme se calcule, selon FARRELL, en faisant le rapport entre le niveau, d'output observé et, d'output optimal [BERGER (1993)].

$$DF(x_i, \gamma_i) = \frac{\gamma_i}{\gamma_i^*} \quad \text{Avec} \quad DF(x_i, \gamma_i) \leq 1$$

Cette mesure d'efficacité technique est bornée entre (0 et 1). Donc, l'inefficacité est égale à la valeur suivante :

$$(1 - DF(x_i, y_i)) \text{ [KALIRAJAN(1990)].}$$

En outre, l'estimation de l'efficacité technique moyenne est définie par l'espérance mathématique:

$$E [DF(x_i, y_i)].$$

En définitive, il est nécessaire de présenter les principales méthodes qui nous permettraient d'estimer les paramètres du modèle choisi.

La méthode des moindres Carrées Ordinaires (MCO)

Nous savons que la méthode des moindres Carrées Ordinaires (MCO) est utilisée, particulièrement, pour l'estimation des modèles linéaires [GREENE (2006)]. Ainsi, il faut nécessairement linéariser la forme fonctionnelle que nous devons utiliser.

Après les transformations linéaires dans les logarithmes de l'output et de l'ensemble des variables indépendantes, nous obtenons alors la forme fonctionnelle suivante :

$$\gamma_i = L_n J_i = \alpha + B' L_n \chi_i + \varepsilon_i$$

Cependant, ce modèle, bien que linéaire, ne respecte pas les conditions classiques pour l'obtention des meilleurs estimateurs des paramètres. En premier lieu, l'espérance mathématique du terme aléatoire doit être nulle. Or, en présence d'inefficacité, la distribution du terme d'erreur n'a pas une moyenne nulle. Donc, les estimateurs de paramètres que nous obtenons de ce modèle, seraient biaisés. En second lieu, l'hypothèse de la normalité des résidus est non vérifiée.

La méthode des Moindres Carrés Ordinaires Corrigés (MCOC)

Supposons que le terme d'erreur \mathcal{E} suit une variable aléatoire dont l'espérance mathématique est $E(\mathcal{E})$; qui est non nulle, peut être remplacée, par la variable centrée : $\mathcal{E}^* = \mathcal{E} - E(\mathcal{E})$ pour avoir des estimateurs sans biais [GREENE (2006)].

Le modèle est réécrit de la manière suivante :

$$y = \alpha + B' + \mathcal{E}^*$$

Etant donné que celui-ci possède toutes les caractéristiques d'un modèle de régression classique, alors, il est possible d'obtenir, à l'aide de la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO), des estimateurs de (α) et (B').

En rétablissant le lien avec le modèle initial, nous remarquons que (B') est le meilleur estimateur, du vecteur des paramètres. Cette technique fournit, comme nous venons de le voir, des estimateurs sans biais, de l'ensemble des paramètres ; mais, elle ne garantit pas la moyenne nulle de tous les résidus. Cette situation se traduit par un problème de sur-efficacité.

Donc, on ne peut accorder une confiance à la valeur numérique attribuée, par cette méthode, à l'efficacité de chaque unité, car cette correction effectuée pour préserver les conditions d'application des techniques d'estimation, influence le résultat recherché.

La méthode des Moindres Carrés Ordinaires Décalés (MCOD)

RICHMOND (1974), et GREENE (1980), pour l'estimation de la frontière déterministe, proposèrent la méthode des moindres carrés ordinaires décalés (MCOC). Cette technique repose sur une idée simple qui impose l'uniformité du signe des résidus. Après une première estimation du modèle, par les (MCO), on fait une translation sur la fonction de production estimée de telle sorte que tous les résidus soient de même signe. Cette translation résulte de la correction du terme constant du modèle.

En revanche, l'inconvénient de cette méthode réside au niveau de la distribution de la constante corrigée qui est inconnue. Donc, la distribution de l'efficacité est inconnue.

La méthode du Maximum de Vraisemblance

Les méthodes précédentes ne s'adaptent pas bien aux modèles dont les observations ne sont pas d'un même côté de la frontière. D'où le recours à la technique du maximum de vraisemblance qui est le produit du rapprochement des méthodes paramétriques et non paramétriques [AIGNER et al. (1976)] et [GREENE (1980)]. En effet, AIGNER et CHU (1968) proposèrent d'estimer la frontière de production par la résolution d'un programme, composé d'une fonction objective et d'une contrainte :

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n [y_i - f(x_i, B')]^2$$

Sous contrainte :

$$y_i \leq f(x_i, B')$$

Plus tard, AIGNER (1976) prouva que cette approche linéaire équivaut à estimer les paramètres par la méthode du Maximum de Vraisemblance, sous réserves, que les termes d'erreurs soient distribués selon la loi normale tronquée, c'est-à-dire avec la partie positive seulement de la loi normale ou de la loi exponentielle. Cependant, il remarqua qu'une des conditions nécessaires à la démonstration des propriétés asymptotiques des estimateurs du Maximum de Vraisemblance était enfreinte. Par la suite, DEPRINS (1989) prouva que les conditions suffisantes à la démonstration des propriétés sus citées, de même, n'étaient pas respectées [SIMAR et WILSON (2007)].

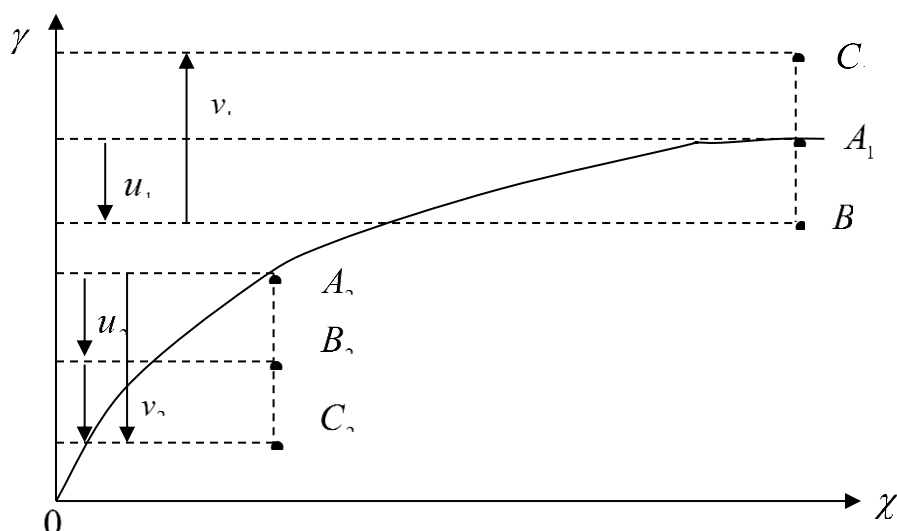
En sus des propriétés d'estimateurs fournies par ces méthodes, l'évaluation de la performance se fait par comparaison avec la moyenne des unités opérationnelles proposées par le modèle. Ce qui n'est pas expliqué par le modèle, est considéré comme de l'inefficacité ou de la sur efficacité. Cette démarche n'est pas totalement fiable du moment qu'elle néglige l'éventualité que l'efficacité d'une firme puisse être affectée par plusieurs facteurs hors de son contrôle ; tels les aléas climatiques, le mauvais rendement des machines, ou encore, les pénuries des inputs dont l'effet est aussi important que les autres facteurs que la firme est capable de contrôler. Donc, il est nécessaire de poser des hypothèses sur le terme d'erreur afin de dissocier l'inefficacité.

Pour remédier à ce problème, plusieurs méthodologies apparurent dans la littérature. Il s'agit soit, d'intégrer le terme d'erreur aléatoire qui est le principe des méthodes d'analyse paramétriques stochastiques ou, de se libérer de la forme fonctionnelle prédéfinie par la modélisation qui est le principe des approches non paramétriques.

2.2. Les méthodes stochastiques

Certes, les firmes ne peuvent pas contrôler totalement les facteurs susceptibles d'influencer leur production. En effet, ce constat a conduit les chercheurs à développer l'approche stochastique pour la mesure d'efficacité [AIGNER et al (1977)]. [JONDROW et al (1982)] [HIDENOBU et al (2002)]. Il s'agit des modèles dont une partie des résidus est interprétée comme de l'inefficacité et l'autre partie comme étant un terme aléatoire classique. A ce titre, on les appelle également « Modèles à erreurs composées ». Les principales caractéristiques de ce modèle à erreurs composées, sont illustrées par la figure suivante :

Figure : Illustration du modèle de frontière de production stochastique.



Source : JACOBS (2001)

A travers ce graphe, nous constatons que l'observation $C1$ représente une entreprise dont l'inefficacité ($u1$) est compensée par les effets d'un choc exogène favorable ($v1$). L'observation du point $C1$ au-delà de la frontière efficace s'explique par l'importance de la distance $B1C1$ (choc exogène favorable) par rapport à $A1B1$ (inefficacité). En revanche, l'observation $C2$ représente une entreprise dont l'inefficacité ($u2$) est aggravée par un choc exogène défavorable ($v2$).

Dans ce qui suit, on se propose de développer le principe de ces approches.

Soit la fonction de production : $y = f(x, \beta) + (v - \mu)$

Nous remarquons que le terme d'erreur est composé de deux éléments : un aléa classique (v) qui représente les effets d'un bruit blanc, indépendamment et identiquement distribué selon une loi normale de moyenne nulle et de variance σ^2 ; et un élément (μ), qui caractérise l'inefficacité technique distribuée indépendamment de (v). La première phase consiste à choisir la loi de distribution de (μ) parmi celles qui existent dans la littérature :

Il convient de noter que le choix des distributions les plus fréquemment retenues est la loi semi normale, la loi exponentielle, et la loi normale tronquée.

Dans la seconde phase, il est nécessaire de déterminer la loi de densité jointe des deux résidus $f(v, \mu)$. Cette tâche est très complexe. Il n'existe pas de modèle théorique qui puisse permettre de choisir, a priori, une distribution jointe, particulière [COELLI et RAHMAN (2003)]. Nous concluons que la méthode des frontières stochastiques permet d'estimer une fonction frontière qui tient compte simultanément de l'erreur aléatoire et de la composante d'inefficacité qui sont spécifiques à chaque unité de production. Cependant, son utilisation est très complexe.

Cependant, elles demeurent critiquables, par les chercheurs, et ce, malgré leur notoriété et leur vaste utilisation. Car elles supposent, au préalable, la connaissance de la spécification de la fonction de production de, coût ou profit qui conduit, dans la plupart des cas, à des résultats biaisés.

3. Les méthodes non paramétriques

Elle se base sur la modélisation mathématique qui permet de mesurer la performance pour des unités de production en utilisant de nombreux inputs et en produisant plusieurs outputs. Il convient de préciser qu'elle ne tient compte ni des prix des facteurs de production ni des prix des produits. Elle consiste à utiliser une analyse synthétique fiable et originale pour l'évaluation de la performance. Cependant, cette méthode est très sensible aux données puisqu'elle n'attribue pas une signification statistique aux scores obtenus dus à l'absence d'un terme d'erreur aléatoire. Par conséquent, lorsqu'on traite des données statistiques, on doit toujours garder en mémoire les risques d'illusion statistiques. A ce titre, il est nécessaire, de vérifier les sources des données et, de justifier les résultats obtenus avant toute conclusion.

CONCLUSION

Ainsi, plusieurs approches et méthodes d'évaluation et de mesure de la performance furent développées et appliquées dans différents secteurs économiques. Après que Léonard PARSONS (1994) ait montré les limites des ratios de productivité, le premier courant de substitution fut les approches

paramétriques fondées sur le principe de la spécification de la technologie de production. Un autre courant s'est développé, issue de la recherche opérationnelle, se basant sur la modélisation mathématique. Ce pendant, le choix de la méthode à utiliser dépend de la nature des données disponibles.

BIBLIOGRAPHIE :

1. AIGNER (J.), AMEMIYA (T.), et POIRIER (J.), « *On the Estimation of Production Frontiers: Maximum Likelihood Estimation of the Parameters of a Discontinuous Density Function* », *International Economic Review*, (17), 1976, pp. 377-396.
2. AIGNER (J.), et CHU (F.), « *On Estimating the Industry Production Function* », *American Economic Review*, (58), 1968, p. 826-839.
AFRIAT (N.), « *Efficiency Estimates of Production Functions* », *International Economic Review*, 13, 1972, p. 568-598.
3. AIGNER (J.), LOVELL (K.), et SCHMIDT (P.), « *Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models* », *Journal of Econometrics*, (6), 1977, pp. 21-37.
4. AKHAYEIN(J.), SWAMY (P). ET TAUBMAN (S)., « *A General Method of Deriving the Efficiencies of Banks from a Profit Function* »; Financial Institutions Center, The Wharton School, University of Pennsylvania; September 1994.
5. ARDOIN (J.), MICHEL (D)., et SCHMIDT (J)., « *Le contrôle de gestion* » Paris publi-Union, 1985.
6. BERGER (A)., « *Distribution-Free Estimates of Efficiency in the U.S. Banking Industry and Tests of the Standard Distributional Assumptions* », *The Journal of Productivity Analysis*, (4), 1993; pp. 261-292.
7. BILODEAU (D).,CREMIEUX (P)., ET OUELLETTE (P)., « *Hospital cost function in a non-market health care system* » *Review of Economics and Statistics* 82(3), 2000, pp.489-498.
8. BJUREK (H).,HJALAMARSSON (L)., et FORSOUND (R)., « *Deterministic Parametric and Nonparametric Estimation of Efficiency in Service Production* », *Journal of Econometrics*, 46, 1990, pp. 213-227.
9. CHIRIKOS (N)., ET SEAR (A)., « *Measuring Hospital Efficiency: A Comparison of Two Approaches*». *Health Services Research* 34(6), 2000, pp. 1389-1408.
10. COELLI (T)., ET RAHMAN (S)., « *Thirtle Colin A, Stochastic frontier approach to total factor productivity measurement in Bangladesh crop agriculture 1961-1992* » ; *Journal of International Development* n° 15 , 2003 , pp. 321-333.
11. DE LA VILLARMOIS (O)., « *Le contrôle du réseau Bancaire : exploration de la faisabilité et de la pertinence d'une démarche de comparaison des unités opérationnelles* » ; Thèse de Doctorat de l'Université en Sciences de Gestion ,Lille , 1999.

12. DETCHESSAHAR (M)., « *Quand discuter c'est produire* », Revue française de gestion, (1), 2001, pp. 32-43.
13. DIMARIA (C)., ET CICCONE (J)., « *cahier économique de la productivité totale des facteurs au Luxembourg* » N 102, 2006, pp . 8 – 81
14. FARELL (J)., « *The Measurement of Productive Efficiency* », Journal of Royal Statistical Society, A (120), 1957, pp. 253-281.
15. FARELL (J)., « *The Measurement of Productive Efficiency* », Journal of Royal Statistical Society, A (120), 1957, pp. 253-281.
16. GARIBIAN (G) : « *Productivité à court terme ou performance à long terme* » Revue Banque, n° 528, 1992, pp .579-595.
17. GREENE (H)., « *Maximum Likelihood Estimation of Econometric Frontier Functions* », Journal of Econometrics, (13), 1980, pp. 25-56.
18. GUARADA (P)., ETROUABAH (A)., « *Efficacité et performance des banques en Europe : Une analyse "Stochasticfrontier" sur des données en panel* » ; Cellule de Recherche en Economie Appliquée, Nov 1999.
19. HIDENOBU (O)., HIDETOSHI (H)., ET MICHIKI (M)., « *Production Technology of Malaysian Commercial Banks: The Estimation of Stochastic Cost Functions Adjusted to The Non-Performing Loans* »; Finance Conference Tokyo, Japan, 2002.
20. HOLLINGSWORTH (B)., « *Non-Parametric and Parametric Applications Measuring Efficiency in Health Care*». Health Care Management Science6 (4), 2003, pp. 203-218.
21. JONDROW (J)., LOVELL (K)., MATEROV (I)., ET SCHMIDT (P)., « *On the Estimation of Technical Efficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model* »; Journal of Econometrics, N° 19, 1982, pp. 233-238.
22. KALIRAJAN (P)., « *Measuring Economic Efficiency* », Journal of Applied Econometrics, (5), 1990, pp. 75-85.
GREENE (W)., « *Econometrie-corrigé* » Edition Pearson Education, 2006
23. LESUEUR (J)., ET PLANE (P)., « *L'efficience technique : quelques repères méthodologiques*», Revue d'économie du développement (3), 1997, pp. 9-32.
24. RICHMOND (J).,« *Estimating the Efficiency of Production* », *International Economic Review*, (15), 1974, pp. 515-521.
25. SIMAR (L)., ET WILSON (P)., « *Estimation and Inference in Two-Stage, Semi-Parametric Models of Production Processes*», Journal of Econometrics, 136 (1), 2007, pp. 31-64.