



## Actes de la conférence internationale

*ENJEUX et PERSPECTIVES ÉCONOMIQUES en AFRIQUE  
FRANCOPHONE*

**Dakar, 4-5-6 février 2019**

---

### **Les déterminants de l'efficacité technique des entreprises industrielles sénégalaises : Une analyse par la méthode « Data Envelopment Analysis » (DEA)**

Anta NGOM

PhD en économie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD),  
Sénégal - Faculté des Sciences Economiques et de Gestion (FASEG)

antangom2007@gmail.com - anta.ngom@ucad.edu.sn

---

**RÉSUMÉ** *Cet article vise à étudier ou quantifier le niveau d'efficacité technique des entreprises industrielles sénégalaises tout en identifiant les facteurs qui influencent le degré de leur efficacité. Les données utilisées proviennent de l'enquête de la banque mondiale (2014). Suite à la méthodologie basée sur l'analyse des données (DEA), nous parvenons aux résultats suivants : les industries sénégalaises les plus efficaces techniquement sur l'ensemble du secteur industriel sont celles des métaux de base, produits chimiques, plastiques et caoutchouc. La régression Tobit identifie la taille de l'entreprise, la branche d'activité, la production des travailleurs qualifiés, la disponibilité des infrastructures d'électricité comme principaux déterminants de l'efficacité technique des entreprises.*

**MOTS CLÉS** *Efficacité technique, Méthode DEA, modèle Tobit*

**CLASSIFICATION** D24, C67, C30

*Les idées et opinions exprimées dans les textes sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de l'OFE ou celles de ses partenaires. Aussi, les erreurs et lacunes subsistantes de même que les omissions relèvent de la seule responsabilité des auteurs.*

Pour citer ce document :

Ngom, A. 2019. « Les déterminants de l'efficacité technique des entreprises industrielles sénégalaises : Une analyse par la méthode "Data Envelopment Analysis" (DEA) », dans *Enjeux et perspectives économiques en Afrique francophone* (Dakar, 4 – 6 février 2019). Montréal : Observatoire de la Francophonie économique de l'Université de Montréal, 438-461 pages.

## 1. Introduction

Au cours des trente dernières années, l'industrie des pays en développement, poussée par une croissance explosive des échanges de produits manufacturés, a connu une croissance rapide (ONUUDI, 2009). Cependant, plusieurs pays en développement peinent encore à construire une économie dynamique et compétitive basée sur le secteur industriel. Les pays à forte croissance sont caractérisés par un secteur industriel dynamique. Ceci justifie bien l'importance du secteur industriel, moteur de la croissance économique, à travers le déplacement des ressources des secteurs à faible (secteur agricole) productivité vers des secteurs à forte productivité (secteur industriel) autrement une transformation structurelle (ONUUDI, 2009).

L'ONUUDI s'engage pour un développement industriel inclusif et durable en Afrique en attirant une attention mondiale sur les efforts d'industrialisation des pays en développement. Le développement industriel peut jouer un rôle important dans la création de valeurs ajoutées et d'emploi. On reconnaît de plus en plus que le développement industriel favorise l'accroissement de la productivité, transforme les économies et constitue ainsi l'un des principaux moteurs du développement. Pour atteindre les objectifs du développement durable, et promouvoir un développement industriel au profit de tous d'ici 2030, il est nécessaire d'augmenter la contribution de l'industrie à l'emploi et au PIB.

Au Sénégal, le secteur industriel est un élément fondamental à la croissance économique et à la création d'emploi. La politique du gouvernement sénégalais demeure axée sur le développement du tissu industriel et le renforcement de la productivité et de la compétitivité des entreprises (Dpee, 2016). Dans le cadre de la mise en œuvre des projets phares du Plan Sénégal Emergent (PSE), les actions principales sont notamment (i) la réalisation et le développement de plateformes Industrielles Intégrées (PII) et ; (ii) la réussite des paris industriels. S'agissant des plateformes Industrielles Intégrées, elles concernent entre autre des bâtiments industriels prêts à l'emploi et des espaces pour

recevoir des industries. Un des objectifs du gouvernement est de faire du secteur industriel un levier de croissance économique à très forte potentialité de développement technologique et de création d'emploi.

Le programme de développement économique et sociale du Sénégal entré en 2017 dans sa quatrième année de mise en œuvre est marqué par la consolidation des investissements structurants des secteurs prioritaires du PSE et le renforcement de la mise en œuvre des réformes phares (Dpee, 2017). Une place importante est accordée au secteur privé pour les acquis d'une croissance économique supérieur à 6% depuis 2015. Le taux de croissance en 2017 est de 7,2% soit une hausse d'un (1) point par rapport en 2016. Cette croissance est globalement portée par le secteur primaire à hauteur de 12,9%. Les secteurs secondaire et tertiaire contribuent respectivement à hauteur de 4,5% et 6,6%.

Les activités du secteur secondaire sénégalais se résument essentiellement aux sous-secteurs des extractives, des produits agro-alimentaires, des produits chimiques, des matériaux de construction, etc. Ces activités demeurent vigoureuses même si leur contribution à la croissance est faible en 2017 (4,5%) par rapport à l'année 2016 (4,9%) (DPEE, 2017). Ceci peut s'expliquer par l'existence d'une bonne tenue des sous-secteurs des extractives, de l'industrie agro-alimentaire et chimique de l'électricité et de la construction. La fabrication des produits chimiques de base continue son dynamisme depuis 2015 (32,5% en 2017 contre 17,8% en 2016). Cette performance est liée principalement à la bonne tenue des produits d'engrais solide doublé entre 2016 et 2017 passant de 106 460 tonnes en 2016 à 200 040 tonnes en 2017, soit une hausse de 87,9%, qui s'explique par une forte demande publique en matière d'intrants agricoles. Par contre, il est noté un repli de la production de phosphate (acide phosphorique -0,6%). La production d'autres produits chimiques a été bénéfique grâce au renforcement de la production de savon, parfum, et produits d'entretien qui ont affiché des hausses respectives de 21,1% et 2,9% contre, respectivement, 24,4% et 9,2% en 2016.

En revanche, il est noté en 2017 une contreperformance des sous-secteurs des matériaux de constructions, du raffinage, et de la production d'eau et assainissement. Par ailleurs, le

secteur industriel est marqué par une décélération de l'activité d'égrenage de coton et de la fabrication de textile (+1,7%) dans le contexte de baisse de production de coton (-20,4%). Selon la DPEE, cette baisse de production de coton s'explique par une répartition inégale de la pluviométrie et de l'abandon de ladite culture au profit de celle d'arachide jugé plus rentable pour les paysans mais également une activité timide de ce sous-secteur (filature).

Par ailleurs, le secteur industriel a subi des contreperformances des sous-secteurs du travail de cuir, de fabrication d'articles de voyage, de chaussure (-1,8%), de papier et de carton (-0,7%) et de produits métallurgiques (-13%). La contreperformance du sous-secteur de la fabrication de cuir et d'articles en cuir s'explique par un manque de dynamisme dans l'investissement sur le statut des entreprises franches d'exportation de la zone industrielle de Mbao causé par des accords qui sont expirés depuis 2016.

La théorie économique fournit selon Chapelle et Plane (2005) peu de littérature empirique dans les Pays en Voie de Développement (PVD) où les petites entreprises ou micro-entreprises représentent une part importante de l'emploi globale et de la production industrielle. Ainsi les entreprises de différentes industries assistent à des opportunités de production différentes (Battes et al., 2008). Elles font des choix parmi différents ensembles des combinaisons d'entrées et de sorties réalisables. Par ailleurs, l'activité du système économique peut être perçue comme une transformation par  $n$  unités de production et  $m$  unités de consommation de bien (Debreu, 1951). Ainsi la dynamique de l'entreprise dépend de sa performance. La performance permet de voir l'évolution de l'entreprise de façon positive. La tendance actuelle à l'amélioration de l'efficacité du secteur industriel nécessite des outils avancés d'aide à la décision pour quantifier le niveau d'efficacité du secteur industriel (Chapelle et Plane 2005 ; Battes et al., 2008 ; Fernandez et al., 2018).

Le contexte justificatif de cette étude repose sur l'idée selon laquelle l'Etat s'est fixé la mise en place de politiques publiques permettant l'émergence en 2035. Ainsi il est important de créer une économie sur une trajectoire de croissance forte, inclusive, durable, créatrice d'emploi et préservant les ressources. Le développement du secteur

industriel notamment la compétitivité industrielle constitue une préoccupation majeure de l'Etat sénégalais et il est un levier important sur lequel le Sénégal devrait se baser pour réaliser ses objectifs en termes de développement humain, économique et social.

Cependant, l'industrie sénégalaise a des difficultés liées à une absence de politique claire pouvant aider les entreprises industrielles à être plus compétitives face à la libéralisation commerciale qui peut affecter négativement le secteur industriel. De plus, le classement du Sénégal dans le rapport mondial sur la compétitivité 2016-2017 faite par le forum économique mondial (2017) est de 112° sur 140 pays alors qu'en 2016 il était classé à la 110° en perdant deux places. Toutefois il a été noté une nette évolution depuis 2017 en gagnant plus de 5 places, il est classé 106° sur 137 pays avec un indice de compétitivité de performance industrielle de 0,0374 (score 3,74), ceci pourrait s'expliquer par le fait que l'Etat sénégalais devra se fixer des objectifs de faire du secteur industriel, un secteur porteur de croissance durable et de création d'emplois.

A cet effet, l'objectif de cette étude est d'analyser les déterminants de l'efficacité technique du secteur industriel sénégalais. De façon spécifique, il s'agit d'analyser l'efficacité technique par branches d'activité du secteur industriel et d'identifier les facteurs affectants cette efficacité dans les sous-secteurs industriel au Sénégal.

La section 2 s'intéresse à la revue de littérature. La section 3 expose la méthodologie. Les résultats sont présentés dans la section 4 et la section 5 conclut.

## 2. Revue de la littérature

### 2.1. Analyse théorique

Pour mesurer la performance, il existe plusieurs méthodes. En effet le concept de performance s'exprime par une mesure de distance entre une observation et une cible. La distance qui sépare cette entreprise (observation) comparée aux autres d'un même secteur sert comme une mesure de performance (Broussau, 2004). Toutefois l'analyse de l'efficacité a été initialement introduite par Koopmans (1951), Debreu (1951). Dans un cadre frontalier déterministe, les méthodes non paramétriques connaissent un succès croissant depuis le travail pionnier de Farrel (1957) basant sur les définitions de l'efficacité technique et allocative de la production.

L'approche non paramétrique est connue sous le vocal anglais DEA ou méthode du pont externe. Elle détermine la frontière au sommet des observations plutôt qu'un plan de régression en leur centre. Il faudra deux variantes de cette méthode : la première est faite d'hypothèse que la technologie est à rendement constant (modèle Charnes, Cooper et Rhodes, CCR) (Charnes et al., 1978) et la deuxième avec un rendement variable ((Banker et al., 1984). Depuis le travail fondateur de Charnes, Cooper et Rhodes (1978), l'analyse des enveloppes de données (DEA) a été largement reconnue comme une technique efficace pour mesurer l'efficacité relative d'un ensemble d'unités de décision (« Décision Making Unit » DMU) qui appliquent plusieurs intrants pour produire plusieurs sorties.

La méthode DEA reste la méthode la plus utilisée des approches non paramétriques à cause de prise en compte des erreurs qui pourront affecter les données et que cette méthode donne tout écart par rapport à la frontière de l'inefficacité de l'exploitation. L'efficacité technique est une mesure globale de performance d'une entreprise. De plus elle fait référence à la capacité des entreprises à convertir les entrants disponibles à la production maximale admissible (Chapelle et Plane, 2005)

Cette méthode a été utilisée dans de nombreux contextes différents de la production des entreprises mais aussi elle a été largement appliquée pour examiner l'efficacité technique et allocative dans une variété d'industries (Simar et Wilson, 2007). C'est un outil non paramétrique qui évalue objectivement l'efficacité relative d'un ensemble d'unités en terme de critère multiple en utilisant des méthodes de programmation linéaire. Elle est aussi une approche très répandue pour l'analyse de l'efficacité des unités de décision avec de multiple entrée et de sortie dans une période spécifique (Chiu et al., 2017).

La plupart des méthodes non paramétriques pour estimer les frontières de productions sont basées sur les techniques d'enveloppement (Cazals et al., 2001). Ces méthodes non paramétriques n'exigent pas d'hypothèse sur la forme fonctionnelle des entrées et des sorties ainsi que la répartition des termes d'erreurs (Chapelle et Plane, 2005). Dans le contexte de gestion, la programmation mathématique est généralement utilisée pour évaluer un ensemble d'options possible en vue de sélectionner celui qui est le meilleur (Banker et al., 1984).

## **2.2. Quelques études empiriques sur l'efficacité technique et ses déterminants**

Dans leur étude portant sur l'analyse de l'efficacité technique du secteur manufacturier ivoirien, Chapelle et Plane (2005) ont analysé la performance productive de ce secteur. Ils ont trouvé que la taille de l'entreprise est un facteur déterminant de la performance productive du secteur manufacturier ivoirien. Au cœur de l'économie est le concept de l'efficacité et la théorie microéconomique concerne l'efficacité allocative (Leibenstein, 1966).

La notion d'efficacité technique intéresse beaucoup de chercheurs, Battes et al. (2008) ont utilisé le concept méta-frontière pour comparer les efficacités techniques des entreprises qui peuvent être classées en différents groupes. Les entreprises de différentes industries sont confrontées à des opportunités différentes, ainsi elles font des choix parmi différents ensembles de combinaisons d'entrées et de sorties réalisables. Dans cet ordre d'idée, il est nécessaire d'utiliser des outils d'aide de décision avancés pour quantifier

l'efficacité de l'installation industrielle (Fernandez et al., 2018). Dans l'analyse d'efficacité technique du secteur d'énergie, les auteurs ont utilisé la méthode non paramétrique (DEA) pour évaluer les efficacités d'un ensemble d'unités, ainsi il existe d'un besoin évident de développer des outils d'aide à la décision pour cette efficacité technique.

Les auteurs asiatiques, Qiao et al., (2017) ont analysé l'efficacité technique de l'industrie sidérurgique chinoise basée sur la méthode DEA mettant l'accent sur la productivité et l'efficacité de l'industrie sidérurgique à la recherche de la performance microéconomique. Ils ont utilisé comme indicateurs le travail et le capital comme les principaux indicateurs de la production. De plus ils ont analysé les facteurs influençant de cette efficacité par le modèle Tobit. Le PIB/habitant et la proportion du PIB provincial au PIB du pays affectent positivement l'efficacité technique, indiquant que le développement économique provincial est bénéfique pour la promotion de l'efficacité technique de l'industrie sidérurgique.

Par ailleurs, Chiu et al., (2017) ont abordé dans le même sens que ces autres asiatiques en utilisant la méthode DEA méta-frontière (une approche dynamique) pour évaluer l'efficacité de l'industrie de haute technologie en Chine. Plusieurs résultats peuvent être tirés de l'estimation du modèle tronqué. Quatre variables, y compris les Pib par habitant, les exportations et les importations totales, le kilométrage routier par habitant et le ratio de l'industrie tertiaire aux Pib, ont des effets significatifs sur l'efficacité technique des industries régionales de haute technologie en Chine.

Guillén-Gosálbez et al. (2018), ont fait une analyse de l'évaluation de l'efficacité économique des industries manufacturières de l'Union Européenne (UE) avec une combinaison des tableaux entrée-sortie et la méthode DEA selon des méthodes comparables sur la production et la consommation. Ils ont constaté qu'il existe une inadéquation significative au niveau sectoriel entre les deux systèmes comptables, chacun fournissant des informations complémentaires pour l'élaboration des politiques. Dans le cas de la production, les cibles permettent d'identifier les secteurs et les polluants



nécessitant des réglementations plus strictes et / ou des investissements plus importants dans les technologies plus propres. Par ailleurs, ils ont calculé des cibles d'amélioration en utilisant le modèle dual.

Dans cette ordre d'idée, Albino, Fraccascia et Garavelli (2017), ont développé le concept d'efficacité d'échange technique des réseaux de symbiose industrielle (Industrial symbiosis networks (ISNs) et développé une mesure d'une telle efficacité. Cette mesure est calculée en utilisant une approche d'entrées-sorties au niveau de l'entreprise. En effet, ils ont donné une définition de l'efficacité technique de production industrielle, comme étant à la fois pour un processus de production unique et pour un système industriel composé de plusieurs processus de production. Dans les deux cas, l'efficacité de la production technique traite de la manière dont le processus / système transforme les intrants en extrants. Ceci revient à la définition de Koopmans (1951) qui disait que « Un producteur est techniquement efficace si une augmentation de tout produit exige une réduction d'au moins un autre rendement ou une augmentation d'au moins un intrant, et si une réduction dans toute entrée nécessite une augmentation d'au moins une autre entrée ou une réduction d'au moins une sortie ».

Agbodji (2010) a analysé les facteurs d'incitatif sur la performance productive dans le secteur manufacturier du Togo par une frontière stochastique de type translog à partir des données de panel non cylindrées. Les résultats ont montré que les sous-secteurs alimentaires et chimiques ont des scores d'efficacité technique différents selon le régime d'incitatif. Ainsi les facteurs explicatifs de la variation de l'efficacité technique sont : l'appartenance à la zone franche, au degré d'ouverture, à la part du capital étranger, à l'incitant salarial et au contrôle e hiérarchique.

Chang, Chen et Kua (2013) ont analysé le changement dans la performance de durabilité de l'entreprise au fil du temps par la méthode de DEA dans seize industries. Les changements d'efficacité ont été mesurés en utilisant l'indice de Malmquist pendant trois années consécutives. Les résultats ont indiqué que la performance en matière de développement durable varie selon les industries et reflète une tendance à l'amélioration

continue des performances de durabilité des entreprises dans la plupart des industries. Sur les 16 industries, 7 industries (la construction, la fabrication, le commerce de détail, l'informatique, la finance et l'assurance, le service scientifique et technique, industries de service alimentaire) ont amélioré leurs performances en matière de durabilité de manière constante au cours des trois années consécutives.

Aparicio et al. (2017) ont évalué la performance productive des entreprises (fermes) espagnoles avec une approche basée sur le problème de produits mix. En particulier, ils sont intéressés à déterminer les coefficients techniques comme une information complémentaire à celle fournie habituellement par le DEA. Ils ont trouvé que la nouvelle approche suppose une technologie commune, offrant de nouvelles possibilités de recherche analytique des magasins intéressés par ce domaine en introduisant la capacité d'effectuer une évaluation de l'efficacité.

De plus, Fazlollahi et Franke (2018) ont expliqué le DEA comme un outil approprié pour quantifier les effets de l'assurance-emploi sur le rendement des entreprises au niveau organisationnel. La méthode proposée consistait à mesurer et à comparer l'efficacité productive des entreprises qui utilisent l'intégration d'entreprise, en particulier en établissant un lien entre les avantages produits et les ressources consommées dans un processus. Les résultats obtenus sont sensibles aux changements dans l'ensemble des DMU.

### **3. Méthodologie**

L'analyse de l'enveloppement des données (DEA) est l'un des modèles les plus importants et les plus courants pour l'estimation de l'efficacité et le classement des unités de prise de décision. Le modèle DEA est classé comme un modèle non paramétrique et il n'a pas besoin d'estimer le coût ou la fonction de production pour estimer la frontière d'efficacité (Abdollahzadeh et al., 2011). Ainsi le modèle DEA a longtemps été utilisé pour évaluer l'efficacité des unités de décision (DMU) depuis Charnes et al. (1978) qui l'a introduit il y a trois décennies.

Une entreprise est techniquement efficace lorsqu'elle se situe sur sa frontière des possibilités de production, autrement dit qu'avec une quantité déterminée de facteurs, elle obtient le plus haut niveau d'output réalisable (Lesueur et Plane, 1998). La mesure de l'efficacité de base utilisée dans le modèle DEA est le rapport entre la production et l'intrant, mais cette mesure n'est applicable qu'aux cas d'intrant et de production uniques (Guillén-Gosálbez et al., 2018).

Dans cette partie, nous supposons qu'il y ait  $n$  DMU dans un échantillon produisant des sorties (output) au niveau de  $y$ , en utilisant  $m$  entrées (input) au niveau de  $x$ . Le problème d'optimisation peut être énoncé comme suit :

$$(1) \mathbf{ET}_k = \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ik}}$$

Où  $\mathbf{ET}_k$  est l'efficacité technique de l'entreprise  $k$  utilisant  $m$  inputs pour produire des outputs ;  $Y_{rk}$  est la quantité de l'output  $r$  produit par l'entreprise  $k$  ;  $X_{ik}$  est la quantité de l'input  $i$  consommée par l'entreprise  $k$  ;  $U_r$  et  $V_i$  les poids respectifs de de l'output  $r$  et l'input  $i$  ;  $n$  est le nombre d'entreprises à évaluer ;  $s$  et  $m$  les nombres respectifs d'inputs et outputs.

L'efficacité technique de l'entreprise  $k$  sera maximisée sous deux contraintes : premièrement les poids appliqués aux outputs et aux inputs de l'entreprise  $k$  ne peuvent pas générer les scores d'efficacité supérieure à 1 ; deuxièmement, les poids appliqués aux outputs et aux inputs sont strictement supérieur à 1.

La programmation linéaire est la suivante :

$$(2) \text{ Maximiser } \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rk}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ik}}$$

**Sous contraintes**

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \leq 1 \text{ et } U_r, V_i > 0$$

$$j=1, \dots, n, r=1, \dots, s \text{ et } i=1, \dots, m$$

La programmation linéaire peut être résolue sous deux formes de modèle : le premier modèle est celui orienté vers les outputs et le second orienté vers les inputs.

Dans une orientation *input*, le modèle DEA minimise les *inputs* pour un niveau donné d'*outputs* ; autrement dit, il indique de combien une organisation peut réduire ses *inputs* tout en produisant le même niveau d'*outputs*. Dans une orientation *output*, le modèle DEA maximise les *outputs* pour un niveau donné d'*inputs*. Autrement dit, il indique de combien une organisation peut augmenter ses *outputs* avec le même niveau d'*inputs* (Huguenin, 2013).

Le modèle DEA à l'orientation *input* utilisé dans le cadre de cet article est le suivant :

$$(3) \text{ Maximiser } \sum_{r=1}^s U_r Y_{rk}$$

**Sous contraintes**

$$\sum_{i=1}^m V_i X_{ij} - \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} \geq 0 ; \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} = 1 \text{ et } U_r, V_i > 0$$

$$j=1, \dots, n, i=1, \dots, m \text{ et } r=1, \dots, s$$

Les variables d'entrée (input) dans le modèle DEA sont (1) nombre d'employés permanents, (2) le capital capte les machines et équipement. La variable de sortie unique (output) est le chiffre d'affaires (Fazlollahi et Franke, 2018).

### Les déterminants de l'efficacité technique

La méthode prédominante dans la littérature pour trouver les déterminants des écarts d'efficacité parmi les DMU est l'analyse de régression Tobit (Lee, Lee et Kim, 2009, Qiao et al. 2017), car les scores d'efficacité sont censurés à la valeur maximale des scores d'efficacité, mais aussi les scores DEA sont limités en dessous de l'unité ou au-dessus de l'unité. Ainsi, l'utilisation des moindres carrés ordinaires (MCO), qui suppose une distribution normale et homoscédastique de la variable dépendante, n'est pas appropriée.

Le modèle de régression de Tobit prend la forme de l'équation ci-dessous :

$$ET_i = \begin{cases} \beta_j X_i + U_i & \text{si } TE > 1 \\ 0 & \text{Sinon} \end{cases} \quad (4)$$

Où  $ET_i$  est le score d'efficacité de l'entreprise et  $X_i$  le vecteur des déterminants de l'efficacité technique de l'entreprises

### Choix des variables explicatives (déterminants) de l'efficacité technique :

Partant de la littérature sur les déterminants de l'efficacité (Leibenstein, 1966 ; Chapelle et Plane ,2005 ; Agbodji, 2010), nous pouvons choisir les variables qui affectent l'efficacité technique de l'entreprise.

**Incitation salariale** : Chapelle et Plane ,2005 ont montré que l'incitation salariale et la tailles ont un impact positif sur la l'efficacité technique du secteur manufacturier ivoirien

**Taille de l'entreprise**. Une variable binaire, elle prend 1 si l'entreprise est de grande taille et 0 sinon.

**Infrastructure électrique** : la consommation d'électricité industrielle semble jouer un rôle important en matière efficacité (Mitra et al, 1998). Cette variable mesurée les pannes

de courant, à savoir, la fréquence des pannes de courant, la durée ou la gravité.

**La propriété** : une variable binaire, 1 sinon l'entreprise est possédée par un étranger et 0 sinon.

**Le profil du manager** : cette variable est captée le niveau d'éducation du manager, le nombre d'années d'expérience

**Intensité capitalistique** : c'est le capital par travailleur,

**Le capital humain** : cette variable mesure l'emploi qualifié au niveau de l'entreprise.

### 3.1. Données et analyse descriptive

Ce travail exploite les données de la banque Mondiale Enterprise Survey de 2014 au Sénégal. La base de données comporte 601 entreprises et elle est économiquement et techniquement hétérogène. Les entreprises sont réparties en quatre régions : Dakar, Thiès, Kaolack et Saint-Louis et elles sont réparties aussi entre deux grands secteurs : les services (58,86% soit 452 entreprises enquêtées) et le manufacturier (41.14% soit 249 entreprises enquêtées). Toutefois, cette étude s'intéresse seulement au secteur manufacturier, autrement dit aux 249 entreprises manufacturières.

Les données relèvent que les entreprises industrielles présentent 41.14% soit 249 entreprises enquêtées sur les 601 entreprises enquêtées. Les 249 entreprises relèvent de l'industrie manufacturière et elles sont réparties comme suit : 51% dans l'industrie agroalimentaire, 9% dans la fabrication de bois, 9% dans la confection des vêtements, etc. Nous avons des entreprises de taille différente dans les branches d'activités : les très petites, petites et moyennes entreprises représentent 90% (114 entreprises) des entreprises manufacturières et les grandes entreprises représentent 10%. La plupart des TPME évoluent dans l'agroalimentaire (46%), dans la confection des vêtements (9%), dans l'industrie de bois (9%) etc. (voir Tableau 1). Il est constaté par ailleurs que certaines

activités, nous avons seulement les grandes entreprises par exemple l'industrie textile, machines et équipements et l'électronique.

**Tableau 1 : Statistiques descriptives de la distribution des industries manufacturières**

Branches d'activité	TPME	Grandes entreprises	% Grande entreprise	% TPME	Nombre d'entreprises
Agroalimentaire	114	12	5%	46%	126
Textiles	-	2	1%	-	2
vêtements	22	0	-	9%	22
Cuir	6	0	-	2%	6
Bois	23	0	-	9%	23
Papier	2	1	0%	1%	3
Publication, impression et enregistrement	14	1	0%	6%	15
Produits chimiques	7	5	2%	3%	12
Plastiques et caoutchouc	6	2	1%	2%	8
Produits minéraux non métalliques	3	-	-	1%	3
Métaux de base	5	-	-	2%	5
Produits métalliques fabriqués	15	-	-	6%	15
Machines et équipements	-	1	0%	-	1
Électronique	-	1	0%	-	1
Instruments de précision	1	-	-	0%	1
Meubles	5	-	-	2%	5
Recyclage	1	-	-	0%	1
<b>TOTAL</b>	<b>224</b>	<b>25</b>	<b>10%</b>	<b>90%</b>	<b>249</b>

**Source :**

Calcul de l'auteur à partir des données de la Banque Mondiale *Enterprise Survey*, 2014

## 4. Résultats

### 4.1. Efficacité des entreprises industrielles

Le tableau 2 montre les calculs de score de production pour l'efficacité des sous-secteurs industriels. En moyenne, le score est de 0,76 en termes d'efficacité technique de l'ensemble des entreprises industrielles. Nous pouvons dire que le secteur industriel sénégalais est très efficace en termes de production. S'agissant la taille des entreprises, les très petites, petites et moyennes entreprises sont plus efficaces que celles de grande taille (76% contre 73%). Ceci montre que les entreprises de taille moyennes utilisent plus de capital et de travail que les entreprises de grande taille. Si nous regardons par branche d'activité les TPME qui évoluent dans l'agroalimentaire, sont plus efficaces que celles des grandes entreprises, contrairement aux industries de papier, les grandes entreprises sont techniquement plus efficaces que les TPME (voir tableau 2). Il est constaté des écarts en termes l'efficacité entre les TPME suivant leurs activités, par exemple l'industrie des papiers (42%) contre l'industrie des Plastiques et caoutchouc (85%), de même que les entreprises de l'industrie agroalimentaire (74%) contre l'industrie chimique (88%).



**Tableau 2 : Efficacité technique des branches d'activité suivant la taille des entreprises**

Branches d'activité	TPME			GRANDE		
	moyenne	min	max	moyenne	min	max
Agroalimentaire	0,77	0	1	0,74	0	0,89
Textiles				0	0	0
vêtements	0,78	0	0,97			
Cuir	0,67	0	0,91			
Bois	0,65	0	0,87			
Papier	0,42	0	0,83	0,8	0,8	0,8
Publication, impression et enregistrement	0,82	0,77	0,92			
Produits chimiques	0,83	0,8	0,86	0,88	0,87	0,9
Plastiques et caoutchouc	0,85	0,79	0,93	0,78	0,78	0,78
Produits minéraux non métalliques	0,83	0,82	0,84			
Métaux de base	0,85	0,77	1			
Produits métalliques fabriqués	0,75	0	0,75			
Machines et équipements				0,84	0,84	0,84
Meubles	0,81	0,81	0,81			
Recyclage	0,84	0,84	0,84			
<b>Toutes entreprises</b>	0,76	0	1	0,73	0	0,9

**Source** : Calcul de l'auteur à partir des données de la Banque Mondiale *Enterprise Survey*, 2014

## 4.2. Les déterminants de l'efficacité technique

Les résultats de régression Tobit sur l'efficacité technique sont dans le tableau 3 en annexe. La valeur de sigma nous renseigne que la méthode Tobit est bien appropriée puis que la statistique est significative (tableau 3). Au regard de ces résultats par la régression Tobit, nous pouvons dire que ces efficacités sont liées par certains facteurs. Les facteurs sont la taille de l'entreprise, la branche d'activité, la production par les travailleurs qualifiés, disponibilité des infrastructures d'électricité. Une entreprise de grande taille améliore son efficacité technique, une entreprise qui utilise la production par les travailleurs qualifiés améliore son efficacité technique.

De même, la disponibilité des infrastructures d'électricité favorise l'efficacité technique de l'entreprise autrement même s'il existe une coupure d'électricité l'entreprise arrive à améliorer son efficacité technique du fait de l'existence d'autre source d'énergie comme le groupe électrogène. Nous pouvons dire que nos résultats corroborent ceux trouvés dans la littérature où il existe les facteurs explicatifs de l'efficacité technique des entreprises industrielles. Chapelle et Plane (2005) ont montré que la tailles a un impact positif sur la l'efficacité technique du secteur manufacturier ivoirien. La consommation d'électricité industrielle joue un rôle important en matière efficacité (Mitra et al, 1998).

**Tableau 3 : Résultats de l'estimation des déterminants de l'efficacité technique**

Variables	Modèle
LSalaire	0.0116 (1.63)
Lintens	-0.00548 (-0.83)
Propriété	-0.0282 (-1.05)
Taille de l'entreprise	0.113* (2.65)
Branche d'activité	0.00551* (-2.51)
Expérience du manager	-0.001000 (-1.51)
Production des travailleurs qualifié	0.00118* (3.00)
Nombre d'année d'éducation des travailleurs	-0.000768 (-0.64)
%Exportations indirectes	0.000398 (0.45)
Nombre de pannes d'électricité	0.00279 (1.36)
Duré en moyenne (h) de pannes d'électricité	0.000555 (0.34)
Duré en moyenne (mn) de panne d'électricité	0.00178** (3.17)
_cons	0.0842*** (9.44)
Sigma	0.0298*** (6.29)

Significativité des paramètres \* p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\* p<0.001, t statistique entre parenthèses

## 5. Conclusion

Cette étude vise à étudier ou quantifier le niveau d'efficacité technique des entreprises industrielles sénégalaises tout en identifiant les facteurs qui influencent le degré de leur efficacité. Nous parvenons aux résultats suivants : les industries sénégalaises les plus efficaces techniquement sur l'ensemble du secteur industriel sont celles des métaux de base, Produits chimiques, Plastiques et caoutchouc. La taille de l'entreprise, la branche d'activité, la production par les travailleurs qualifiés, la disponibilité des infrastructures d'électricité sont des principaux déterminants de l'efficacité technique des entreprises. Nos résultats sont riches en termes de politiques économiques.

Ainsi, il est nécessaire que les petites et moyennes entreprises évoluent en grande entreprise pour qu'elles deviennent efficacement productives mais aussi elles doivent investir davantage dans la technologie parce qu'elles sont techniquement efficaces autrement elles doivent utiliser plus de capital que de travail car le secteur industriel est intensif en capital. Par ailleurs, il est intéressant que les entreprises mettent l'accent sur la production à la main d'œuvre qualifiée pour qu'elles améliorent leurs efficacités techniques.

## **Bibliographie**

Abdollahzadeh, S., M. Alinaghian, H. Mohammadi., H. Omrani., S. J. Sadjadi. 2011. « A robust super-efficiency data envelopment analysis model for ranking of provincial gas companies in Iran », *Expert Systems with Applications*, 38 (2011): 10875–10881.

Agbodji A. 2010. « Incitations et Performance Productive: une Analyse Empirique dans le Secteur Manufacturier du Togo », *European Journal of Development Research*, 22(2010): 252–272.

Albino, V., L. Fraccascia., C. A. Garavelli. 2017. « Technical efficiency measures of industrial symbiosis networks using enterprise input-output analysis », *Int. J. Production Economics*, 183(2017): 273–286.

Aparicio, J., J. T. Pastor, F. Vidal, J. L. Zofío. 2017. « Evaluating productive performance: A new approach based on the product mix problem consistent with Data Envelopment Analysis », *Omega*, 67(2017): 134–144.

Banker, R. D., W. Charnes, W. Cooper. 1984. « Some model for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis », *Management science*, 30(1984): 1078-1092.

Banque Mondiale. 2014. Rapport : The Senegal 2014 Enterprise Surveys Data Set

Battese, E. G., C. J. O'Donnell, D. S. Prasada-Rao. 2008. « Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios », *Empirical Economics*, 34(8): 231–255

Broussau, F. 2004. « Evaluation de la performance des collèges d'enseignement général

et professionnel au Québec par la méthode DEA».

Cazals, C., J. Florens, I. Simar. 2001. « Nonparametric frontier estimation : a robust approach. », *Journal of Econometrics*, 106(2001) : 1–25.

Chang, D-S., Y. Chen, L. R. Kua. 2013. « Industrial changes in corporate sustainability performance an empirical overview using data envelopment analysis », *Journal of Cleaner Production*, 56(2013): 147-155.

Chapelle, K. et P. Plane. 2005. « Technical Efficiency Measurement within the Manufacturing Sector in Côte d'Ivoire A Stochastic Frontier Approach », *The Journal of Development Studies*, 41(2005) : 1303-1324.

Charnes, A., W. W. Cooper, E. Rhodes. 1978. « Measuring the efficiency of decision making unite », *European journal of operational research*, 2: 429-444.

Chiu, Y-H., L. Li., B. Liu., W. Liu. 2017. « Efficiency evaluation of the regional high-tech industry in China: A new framework based on meta-frontier dynamic DEA analysis », *Socio-Economic Planning Sciences*, 60 (2017): 24-33.

Debreu, G. 1951. «The Coefficient of Resource Utilization », *Econometrica*, Vol. 19, No. 3 (Jul., 1951): 273-292.

Dpee. 2016. « Situation Economique et Financière en 2016 et Perspectives en 2017 ».

Dpee. 2017. « Situation Economique et Financière en 2017 Et Perspectives En 2018 ».

Farrel, M.J. 1957. «The measurement of production efficiency», *Journal of the royal statistical, serie A general*, vol 120, N°3: 253-290.

Fazlollahi, A. et U. Franke, 2018. «Measuring the impact of enterprise integration on firm performance using data envelopment analysis », *International Journal of Production*

Economics: 1-17.

Fernández, D., R. Folgado, G. Guillén-Gosálbez, L. Jiménez, C. Pozo. 2018. « Productivity and energy efficiency assessment of existing industrial gases facilities via data envelopment analysis and the Malmquist index », *Applied Energy*, (2018): 1563–1577.

Guillen-Gosalbez G., L. Jimenez, J. M. Mateo-Sanz, C. Pozo, P. Zurano-Cervello. 2018. « Eco-efficiency assessment of EU manufacturing sectors combining input-output tables and data envelopment analysis following production and consumption-based accounting approaches », *Journal of Cleaner Production*, 174 (2018): 1161-1189.

Huguenin, J-M. 2013. « Data Envelopment Analysis (DEA) », Un guide pédagogique à l'intention des décideurs dans le secteur public. IDHEAP – Cahier 278/2013 : 7-81.

Koopmans, T.C. 1951. « An analysis of production as an efficient combination of activities », in T.C Koopmans, (Ed) *Activity analysis of production and allocation*, Cowles Commission for Research in Economics, Monograph n°13, Wiley, New York: 33-97.

Lee, C., J. Lee, et T. Kim. 2009. « Innovation policy for defense acquisition and dynamics of productive efficiency: A DEA application to the Korean defense industry », *Asian Journal of Technology Innovation*, 17: 151–171.

Leibenstein, H. 1966. « Allocative Efficiency vs. "X-Efficiency" », *The American Economic Review*, Vol. 56, No. 3 (Jun., 1966): 392-415.

Lesueur, J. et P. Plane. 1998. « Efficience technique et incitations managériales dans l'industrie ivoirienne. Estimation de frontières de production sur données de panel », *Revue économique*, volume 49, n°2, 1998 : 469-485.

Mitra A., A. Varoudakis, M-A. Véganzonès. 1998. « Croissance de la productivité et

efficacité technique dans l'industrie manufacturière des Etats de l'Inde », Le rôle des infrastructures. In: Revue économique, volume 49, n°3, 1998 : 845-855.

ONUDI. 2009. « Access aux marchés et y progresser: Nouveaux défis industriels pour les pays du Milliard inférieur et les pays à revenu intermédiaire », Rapport sur le développement industriel 2009.

Qiao, H., Y. Shao, J. SHI, W. Yang, S. Wang. 2017. « Regional technical efficiency of Chinese Iron and steel industry based on bootstrap network data envelopment analysis », Socio-Economic Planning Sciences, 57 (2017): 14-24.

Simar, L et P. W. Wilson. 2007. « Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes », Journal of Econometrics, 136 (2007) : 31–64.

World Economic Forum. (2017). «The Global Competitiveness Report 2016–2017».