

La fonction de distance directionnelle méta-technologie et le ratio Gap de la technologie directionnelle : cas des entreprises exportatrices tunisiennes

The meta-technology directional distance function and the Gap ratio of directional technology: the case of Tunisian exporting companies

Darine GRATI CHOURA

Docteure en économie

Faculté des Sciences Economiques et de Gestion de Sfax,

Unité de Recherche en Economie Appliqué (URECA)

Université de Sfax, Tunisie,

Younes BOUJELBENE

Professeur en économie

Faculté des Sciences Economiques et de Gestion de Sfax,

Unité de Recherche en Economie Appliqué (URECA)

Université de Sfax, Tunisie,

Date de soumission : 22/04/2024

Date d'acceptation : 01/06/2024

Pour citer cet article :

GRATI CHOURA.D & BOUJELBENE.Y . (2024) « La fonction de distance directionnelle méta-technologie et le ratio Gap de la technologie directionnelle : cas des entreprises exportatrices tunisiennes », Revue Française d'Économie et de Gestion « Volume 5 : Numéro 6 » pp : 262 – 284 .

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 International License



Résumé

Le but de cet article est d'étudier l'influence des variables de production de l'innovation sur la frontière technologique et de développer un indice pour mesurer la productivité du système de production de l'innovation. Nous avons d'abord intégré les variables de production de l'innovation dans la fonction de distance directionnelle technologique proposée par Chambers et al. (1996, 1998). Puis nous décomposons l'indicateur de la productivité de Luenberger et nous dégagons un indicateur pour mesurer la productivité du système de production de l'innovation. Finalement nous cherchons à valider l'impact des variables sectorielles sur la nature de la relation entre la production de l'innovation et la frontière efficiente des entreprises exportatrices tunisiennes.

Mots clés :

Efficiences ; Innovation ; Fonction de Distance ; Entreprises Exportatrices ; Tunisie

Abstract

The aim of this paper is to investigate the effect of innovation production variables on the technological frontier and to develop an index to measure the productivity of the innovation production system. We first integrated the innovation production variables into the technological directional distance function proposed by Chambers et al. (1996, 1998). Then we decompose Luenberger's productivity indicator, and we identify an indicator to measure the productivity of the innovation production system. Finally, we seek to validate the impact of sectoral variables on the nature of the relationship between the production of innovation and the efficient frontier of Tunisian exporting companies.

Keywords :

Efficiency; innovation; distance function; exporting companies; Tunisia

Introduction

Au cours de la dernière décennie, il y a eu une augmentation des études empiriques au niveau agrégé qui expliquent l'efficacité d'une entreprise ou d'un pays se référant à une frontière unique, établie pour un certain nombre d'entreprises appartenant à des secteurs différents. Toutefois, le jugement sur l'efficacité dans ce cas sera biaisé. L'efficacité d'une entreprise peut être nécessairement liée aux mouvements spécifiques de son secteur d'activité, telles que la taille du secteur. La dépense publique en recherche et développement du secteur. Ces mouvements spécifiques au secteur influencent le complément de l'entreprise. La réponse et la sensibilité à ces changements diffèrent d'une entreprise à une autre.

Par conséquent, l'ensemble des conditions sectorielles devraient affecter l'efficacité des entreprises. Berger et DeYoung (1996) interprètent plusieurs raisons qui causent l'inefficacité des entreprises. Une raison possible citée par ces auteurs c'est le ralentissement économique du secteur. Berger, et al (2000) ont également indiqué que la performance des entreprises est sensible à des chocs économiques des secteurs. Ils ont également expliqué que la rentabilité des entreprises s'améliore pendant les périodes de croissance du secteur.

C'est une pratique courante le fait d'utiliser les frontières afin d'évaluer le niveau d'efficacité d'une entreprise, d'un secteur ou d'un pays comme un guide pour analyser sa situation et de prendre part en conséquence de sa performance. Ces frontières sont identifiées en utilisant des méthodes non-paramétriques ou paramétriques qui reposent sur diverses hypothèses non-stochastiques et stochastiques.

Par conséquent, une fois, une frontière est établie, l'efficacité de chaque entreprise est calculée par rapport à la frontière en utilisant des mesures d'efficacité qui ont été proposées par Farrell (1957). En conséquence, les frontières sont estimées en utilisant des données transversales sur les niveaux des entrées utilisées et les résultats obtenus par les entreprises. Bien que l'efficacité technique des entreprises qui est mesurée par rapport à une frontière globale, ne soit pas normalement la même pour les entreprises qui opèrent avec différentes technologies en raison des divergences entre les secteurs d'activité. Ces problèmes se posent lorsque la comparaison entre des entreprises de différents secteurs est impliquée. Différentes techniques sont utilisées pour calculer l'écart d'une entreprise particulière à la frontière globale, établie pour les différents secteurs. La divergence intra-secteur finit par tromper le processus de prise de décision et donc de la surestimation ou la

sous-réaction. Battese et Rao (2002) et Battese, Rao et O'Donnell (2004) fournissent des cadres théoriques pour la résolution de ce problème. Bien que ces études éclairent une solution viable pour fournir des comparaisons sectorielles, elles n'ont pas examiné le cadre analytique nécessaire pour procéder à de telles comparaisons. Pour cela, notre problématique sera la suivante : Quel est l'impact de l'activité économique sur les performances et la productivité des entreprises tunisiennes exportatrices ?

En effet, pour répondre à cette problématique, l'objectif principal de ce papier est d'établir un cadre pour les méta-frontières sur la base des axiomes associés à différentes sous-frontières. Le concept de méta-frontière utilisée dans cette section est basé sur le concept de différentes sous-frontières qui peuvent être considérées comme les enveloppes des entreprises exportatrices couramment conçues appartenant à chaque secteur. La méta-frontière représente l'enveloppe des frontières sous enveloppe. Pour rendre un verdict de l'efficacité d'une entreprise, nous utilisons la fonction de distance directionnelle méta-technologie (Battese et Rao (2002) et Battese, Rao et O'Donnell (2004)).

L'application de cette technique vise à englober les neuf secteurs étudiés dans la première étudiés à travers cet article. Nous utilisons une approche paramétrique pour comparer l'efficacité des entreprises exportatrices dans les différents secteurs qui opèrent sous différentes technologies.

Pour répondre à cet objectif nous allons subdiviser ce papier en trois sections. La première sera consacrée à une revue de littérature et le développement des hypothèses. La deuxième section portera sur la méthodologie de recherche. Enfin, la troisième section sera consacrée aux résultats et aux interprétations.

2. Revue de la littérature et les hypothèses de la recherche

Pour comprendre les facteurs qui influencent, positivement ou négativement, sur l'innovation d'une entreprise, plusieurs variables ont été prises en compte qui sont liées généralement à : des sources d'information et à des facteurs qui conduisent à introduire une innovation et à des obstacles rencontrés dans la mise en place ou le développement d'une innovation.

Le marché mondial présente une concurrence de plus en plus complexe et difficile. Dans tous les domaines, la concurrence est devenue très forte. Les causes de cette forte concurrence sont différentes: le dynamisme de la libéralisation macro-économique du marché européen, la pression des pays émergents (Chine et Inde), les politiques de baisse des prix dans les grandes entreprises.

A partir d'un monde concurrentiel, les petites et moyennes entreprises doivent passer à un modèle de collaboration. Le fossé culturel et économique qui sépare les petites et moyennes entreprises par rapport aux grandes entreprises, qui ne peuvent être surmontées que par la création d'un réseau de relations de collaboration, le soutien mutuel, visant à améliorer le cycle de production. D'autre part, mêmes les grandes entreprises sont passées d'une politique de fusion et d'acquisition à une politique d'alliances stratégiques. La collaboration signifie une meilleure communication et des relations plus intimes entre fournisseurs et clients, un partage de certains processus, et un partenariat ciblé pour la recherche de l'innovation ou du développement de certaines parties de la production.

Les raisons qui poussent les entreprises à entreprendre des relations de collaboration peuvent être différentes, également, en fonction du type de partenaire. Tout d'abord, l'absence des ressources internes est nécessaire pour le développement d'une innovation. Les avantages sont nombreux et peuvent être tracés dans presque tous les domaines de la production et le positionnement sur le marché. La collaboration avec leurs clients, par exemple, permet d'obtenir des informations sur le marché difficile, de faire des économies d'échelle et de réduire les coûts.

Dans la plupart des études sur l'innovation, un lien positif entre l'innovation et la collaboration est reconnu. On peut alors formuler l'hypothèse de recherche suivante:

H1: Les formes de collaboration sont positivement corrélées avec la production de l'innovation au sein d'une entreprise.

Une étude menée par Gandolfi (2000) sur les sociétés exportatrices, en particulier sur les sources d'information utilisées, l'auteur a constaté que les innovations ont été atteintes en grande partie par la contribution de l'environnement interne. En général, les entreprises peuvent extraire les informations nécessaires à l'innovation, à partir de l'environnement interne ou externe, pour développer le processus d'innovation. Cette constatation nous mène à l'appui sur l'hypothèse de recherche suivante:

H2: Les sources d'informations pour l'innovation sont positivement corrélées avec le niveau d'innovation des entreprises.

Les entreprises peuvent se comporter différemment, face à la mise en place d'une stratégie d'innovation, à savoir la décision d'innover. Elles peuvent, à titre d'exemple, décider d'innover pour la première fois, à entrer sur le marché qu'après l'introduction de la conception dominante

par une autre société innovante pour éviter les risques, ou elles peuvent décider d'adopter pour une nouvelle technologie qui est déjà largement répandue par les autres. La stratégie novatrice suivie par l'entreprise dépend de la raison qui a conduit à introduire une innovation: par exemple, suite à un besoin d'augmentation de la différenciation de produit ou de l'efficacité de la production, ou la nécessité de pénétrer dans des nouveaux marchés. En outre, l'aspect réglementaire, à savoir la nécessité de se conformer aux règles relatives à la sécurité, l'environnement et la qualité. La capacité de mobiliser des fonds publics peut être une raison, pour initier un processus d'innovation. En général, nous pouvons attendre de meilleurs résultats en termes de profit et d'efficacité pour les entreprises innovatrices. Les considérations ci-dessus confirment l'hypothèse suivante:

H3: L'efficacité et la productivité des entreprises sont positivement corrélées avec la production d'innovations.

Un processus d'innovation, une fois commencé, n'est pas nécessairement toujours réalisé. En effet, il peut être non achevé et mené par un échec ou achevé, mais qui a rencontré dans ses différentes étapes des obstacles qui peuvent être d'ordre financier (à savoir le manque des ressources financières internes et / ou externes), ou d'organisation, qui est déterminée par une structure inflexible ou le manque des ressources humaines qualifiées et de savoir-faire. Ceci nous mène à formuler notre quatrième hypothèse à savoir :

H4: Les obstacles à l'innovation et les résultats de l'innovation sont négativement corrélés.

Après avoir étudié les relations entre les facteurs mentionnés ci-dessus et la production d'innovations, il est intéressant d'étudier l'impact de cette dernière sur la performance des entreprises. La littérature économique a largement reconnue l'importance du niveau de l'innovation dans la détermination de la performance d'une entreprise, ce qui signifie que la productivité de l'entreprise est le résultat de ses innovations introduites. Même les études sur l'innovation organisationnelle ont démontré l'existence d'une relation directe et positive entre l'innovation et la performance de l'entreprise. Desphande et Webster (1993), dans le cadre d'une recherche sur les entreprises japonaises, ont montré qu'il existe une relation positive entre le niveau d'innovation des entreprises interrogées et leur performance.

Ceci nous mène à formuler l'hypothèse de recherche supplémentaire suivante :

H5: L'innovation d'une entreprise est positivement liée à sa performance et à sa productivité.

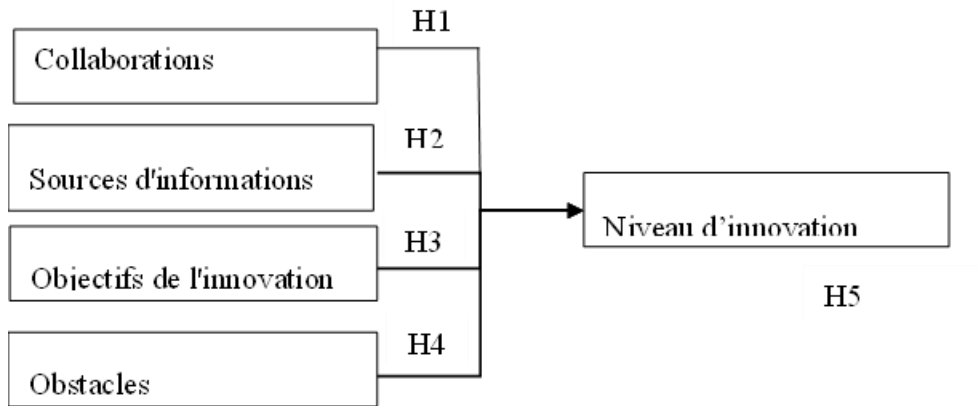


Figure 1 : le modèle conceptuel

Tableau 1 : les variables de mesure de la stratégie.

Stratégie		
Variable	Description	Référence
S1	Tous les employés savent parfaitement et avec détails leur mission et la vision de l'entreprise	Covey, 1993
S2	Vision, objectifs et politique de l'entreprise axée sur l'avenir plutôt que sur la situation courante	Covey, 1993
S3	Mission et vision de l'entreprise fortement orientées vers le marché	CIMA, 1996; McGill et Al, 1993
S4	Le processus d'élaboration de nouveaux produits et de procédés est considéré comme partie importante dans l'entreprise	Lock et Kirkpatrick, 1995
S5	La direction vise à résoudre les problèmes et les besoins des clients	Judge et Al, 1997

S6	L'écart entre les résultats réels et les résultats attendus sont constamment analysés et discutés	Judge et Al, 1997
S7	La direction fixe des objectifs stratégiques de l'entreprise, mais ne préjuge pas les modalités de la réalisation	Covey, 1993
S8	Les objectifs personnels des employés sont compatibles avec les principaux objectifs de l'entreprise	Hall, 1997
S9	L'efficacité est un objectif important dans l'organisation	Hall, 1997
S10	Les objectifs sont considérés comme très importants à tous les niveaux de l'organisation	Arad et Al, 1997

2. Méthodologie économétrique

Hayami et Ruttan (1971) définissent la fonction méta-production comme l'enveloppe des fonctions de production couramment conçues. Se référant à cette définition, (Battese et Rao (2002) et Battese. Rao et O'Donnell (2004)) définissent le concept de méta-technologie T comme une technologie trop englobante, qui enveloppe la technologie de chaque secteur. Les T technologies peuvent être complètement caractérisés par la fonction de distance directionnelle technologie à l'origine introduite par Chambers et al (1996). Cette fonction permet aux entreprises exportatrices à la composition l'entrée et la sortie en recherchant simultanément la maximisation de l'output ou la minimisation des entrées. Elle est généralement exprimée comme suit:

$$D_k(x, y; g_x, g_y, D) = \max \{ \beta^k : (x - \beta^k g_x, y + \beta^k g_y) \in D \} \quad (1)$$

Où β^k donne la distance entre l'observation (x, y) et un point sur la frontière technologique défini pour le secteur k , $g = (g_x, g_y)$ est un vecteur directionnel, avec $g_x \in SR$ et $g_y \in \mathcal{R}^+$ établit la direction dans laquelle l'efficacité technique est mesurée. Il est généralement admis que le cas

où $\bar{D}(x, y; g_x, g_y) = 0$ alors l'entreprise exportatrice est considéré techniquement efficace. Tandis que si $\bar{D}(x, y; g_x, g_y) > 0$, l'entreprise est supposée être techniquement inefficace.

En effet, comme nous avons défini ci-dessus la méta-technologie T*. Nous conceptualisons la fonction de distance directionnelle méta-technologie D, $(x, y; g_x, g_y)$ supposée être une fonction enveloppe des fonctions directionnelles à distance de technologie des différents secteurs et peut s'exprimer comme suit.

$$\bar{D}_j(x, y; g_x, g_y) \geq \bar{D}_{j^*}(x, y; g_x, g_y) \quad (2)$$

Färe et al. (2005) optent pour une forme quadratique pour paramétrer la fonction de distance directionnelle de technologie. Cette forme doit satisfaire aux contraintes imposées par la propriété de traduction et de la contrainte de symétrie. Cette fonction est souvent exprimée comme suite :

$$\begin{aligned} \bar{D}(x, y; g_x, g_y, t, \theta) = & \alpha_0 + \sum_{n=1}^N \alpha_n x_n + \sum_{m=1}^M \beta_m y_m + 1/2 \sum_{n=1}^N \sum_{n'=1}^N \alpha_{nn'} x_n x_{n'} + 1/2 \sum_{m=1}^M \sum_{m'=1}^M \beta_{mm'} y_m y_{m'} \\ & + \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \gamma_{nm} y_m x_n + \delta_1 t + 1/2 \delta_2 t^2 + \sum_{n=1}^N \psi_n t x_n + \sum_{m=1}^M \eta_m t y_m \end{aligned} \quad (3)$$

Pour étudier l'influence du système de production de l'innovation sur la frontière technologique, nous incorporons dans l'expression (4) des variables de production de l'innovation en interaction avec les entrées, les sorties et la tendance temporelle. Soit $I = (I_1, I_2, \dots, I_K)$ le vecteur des variables de production de l'innovation pour chaque entreprise. Ainsi, la nouvelle fonction de distance directionnelle technologique est paramétrée comme suit:

$$\begin{aligned} \bar{D}(x, y, I; g_x, g_y, t, \theta) = & \alpha_0 + \sum_{n=1}^N \alpha_n x_n + \sum_{m=1}^M \beta_m y_m + 1/2 \sum_{n=1}^N \sum_{n'=1}^N \alpha_{nn'} x_n x_{n'} + 1/2 \sum_{m=1}^M \sum_{m'=1}^M \beta_{mm'} y_m y_{m'} \\ & + \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M \gamma_{nm} y_m x_n + \sum_{k=1}^K \lambda_k I_k + \sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K \chi_{nk} x_n I_k + \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K \varphi_{mk} y_m I_k + 1/2 \sum_{k=1}^K \sum_{k'=1}^K \tau_{kk'} I_k I_{k'} \\ & + \delta_1 t + 1/2 \delta_2 t^2 + \sum_{n=1}^N \psi_n t x_n + \sum_{m=1}^M \eta_m t y_m + \sum_{k=1}^K \phi_k t I_k \end{aligned} \quad (4)$$

✓ Les contraintes de symétrie sont formulées comme suit:

$$\sum_{m=1}^M \beta_m g_y - \sum_{n=1}^N \alpha_n g_x = -1$$

$$\sum_{m=1}^M \gamma_{mm} g_y - \sum_{n=1}^N \alpha_{nn} g_x = 0$$

$$\sum_{m'=1}^M \beta_{mm'} g_{y'} - \sum_{n=1}^N \gamma_{nm} g_x = 0$$

$$\sum_{m=1}^M \varphi_{km} g_{y'} - \sum_{n=1}^N \chi_{kn} g_x = 0$$

$$\sum_{m=1}^M \eta_m - \sum_{n=1}^N \psi_n = 0$$

(5)

Où $O = (a, y, n, X, (P, T, \hat{O}, il, l/f))$ est le vecteur des paramètres à estimer

$\bar{D}(x, y, I; g_x, g_y, t, \theta) + \varepsilon^k = 0$ Pour estimer les paramètres de l'équation (5), nous

utilisons la méthode stochastique utilisée par Kumbhakar et Lovell (2000) et Färe et al. (2005).

Cette spécification stochastique prend la forme suivante:

Dans la première étape, nous devons estimer les paramètres de la frontière $O^k = (a^k, /3^k, 7^k, l/f^k)$ de chaque secteur k en utilisant une procédure de programmation linéaire proposé par Aigner et Chu (1968).

Dans une deuxième étape, nous estimons les paramètres de la méta-frontière $\theta^* = (\alpha^*, \beta^*, \gamma^*, \delta^*, \eta^*, 1//)$ pour les différents secteurs.

Dans la troisième et dernière étape, on peut estimer le taux d'écart de la technologie directionnelle pour chaque secteur.

2.1. Le modèle méta-frontière

Dans la figure 1 et dans un plan de deux dimensions (une entrée et une sortie), T présenté à la frontière méta-technologie, $IT^1, T^2 \dots T^k$ était T^k la frontière technologique du secteur k , et $(-g_x,) = (-1, 1)$ est le vecteur directionnel.

Prenons le cas de la frontière T^1 dans la Figure 4.1, la distance vecteurs AB et AC' indiquent respectivement $\bar{D}_{T^1}(x, y, I; g_x, g_y, t, \theta)$ et $\bar{D}_{T^*}(x, y, I; g_x, g_y, t, \theta)$. Considérant la différence, entre les deux vecteurs AC— AB et donnant la distance vectorielle BC. Ce vecteur indique la distance entre la frontière technologique T^1 , du secteur 1, et la frontière méta- technologie T^* . Nous pouvons expliquer cela, par exemple, comme suit : pour fonctionner efficacement l'entreprise exportatrice située au point doit réduire sa contribution par le montant p^i et d'augmenter sa production par le même montant P^1 . Il sera alors situé au point B ($x, y + p^i$). Ainsi, cette entreprise est devenue la plus efficace dans le secteur, mais pas au niveau de l'échantillon global. En effet, pour être efficace au niveau global cette entreprise A (x, y) doit réduire sa contribution par le montant P^i et augmenter sa production par le même montant.

2.2. Les implications théoriques et empiriques

Battese, Rao et O'Donnel (2004) ont introduit la notion de ratio de technologie dans le cadre de la fonction de distance de la production et de la fonction de distance d'entrée. Dans cette section, nous allons développer ce concept dans le cas d'une fonction de distance directionnelle et qui sera nommé ratio de l'écart de technologie directionnelle.

L'efficacité directionnelle technique de chaque secteur d'une combinaison entrée sortie est définie par l'expression suivante.

$$IDTE^k(x, y) = D(x, y, I; g_x, g_y, t, \theta) \quad (6)$$

Le ratio de l'écart de technologie directionnelle peut être défini en utilisant la fonction de la technologie directionnelle à distance à partir des technologies T^k et T^*

$$\frac{\bar{D}_{T^k}(x, y, I; g_x, g_y, t, \theta)}{\bar{D}_{T^*}(x, y, I; g_x, g_y, t, \theta)} DTGR^k(x, y) = \quad (7)$$

En utilisant la définition de l'efficacité technique directionnelle le ratio de l'écart de technologie directionnelle peut être défini comme suit.

$$DTGR^k(x, y) = \frac{DTE^A(x, y)}{DTE^*(x, y)} \quad (8)$$

Une nouvelle décomposition de l'efficacité directionnelle technique pour une paire d'observations (x, y) peut être évaluée à la méta- technologie.

$$DTE^k(x, y) = DTE^*(x, y) * DTGR^k(x, y) \quad (9)$$

Cette équation montre que l'efficacité directionnelle technique mesurée en se référant à la méta-technologie peut être décomposée en : le produit de l'efficacité technologie directionnelle évalué par rapport à la technologie du secteur k et le rapport d'écart de technologie directionnelle entre la technologie du secteur k et la méta -la technologie.

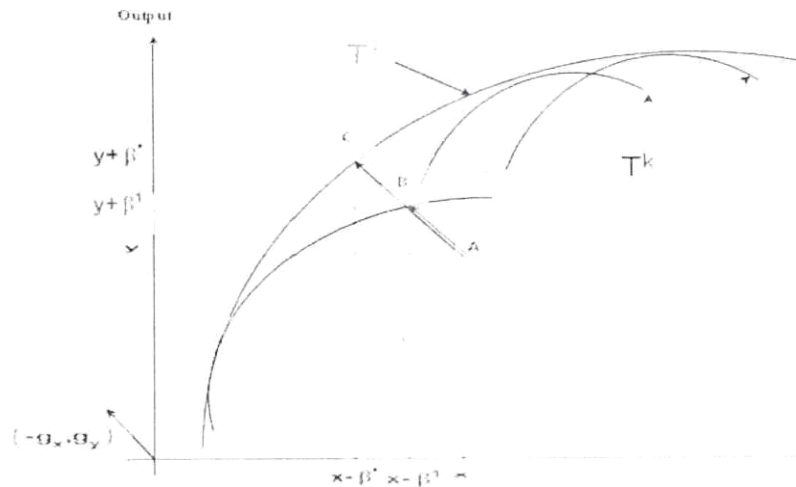
Ce ratio de l'écart de technologie directionnelle, développée ci-dessus, est un indicateur de la distance entre la frontière technologique directionnelle du secteur-k et la frontière directionnelle méta-technologie. En effet, nous suggérons que si la moyenne du ratio de l'écart de technologie directionnelle calculée pour un secteur est le plus petit, alors ce secteur est classé comme étant techniquement le plus développé que les autres secteurs, car sa technologie est supposée être plus proche de la frontière méta-technologie.

Pour améliorer l'effet des divergences sectorielles entre les secteurs sur le développement des entreprises exportatrices, nous avons modélisé le rapport technologie directionnelle écart comme une fonction linéaire d'un ensemble de facteurs exogènes présentés par les variables sectorielles.

$$DTGR^k(x, y) = \zeta_0 + \zeta_1 Z_{it} + \omega_{it} \quad (10)$$

Où Z est un vecteur de facteurs exogènes observés qui sont supposés à influencer le ratio de technologie directionnelle.

Figure 2 : La fonction de distance directionnelle méta-technologie



Source: travail de l'auteur

2.2. Les implications empiriques

Les variables sectorielles utilisées sont : le rationnement de crédit, la taille du secteur et les dépenses publiques en recherche et développement. Dans les différentes variables sectorielles présentées ci-dessus, on observe une grande divergence entre la plupart des secteurs. En effet, nous nous attendons à ce que ces divergences peuvent influencer la technologie, en vertu de laquelle, les entreprises de chaque secteur fonctionnent. En particulier, nous nous attendons à ce que ces variables ont un effet considérable dans le ratio de l'écart de technologie directionnelle ceci est comme l'étude de World Economic Forum (2013).

3. Résultats et interprétations

L'objectif de cette section est de mettre en évidence l'impact de la divergence des données sectorielles sur la relation entre la production de l'innovation et la productivité des entreprises exportatrices appartenant aux divers secteurs. Tout d'abord, nous avons calculé le niveau de l'efficacité des entreprises exportatrices en se basant sur une frontière commune en mettant en commun l'ensemble des données de toutes les entreprises exportatrices appartenant aux divers secteurs, ainsi nous avons calculé ce niveau sur les différentes méta-frontières spécifiques de chaque secteur. En conséquence, nous obtenons deux estimations d'efficacité pour chaque entreprise exportatrice, une estimation se rapportant à la méta-frontière et une autre à la frontière commune des entreprises exportatrices. Les spécifications des variables des sorties, des entrées et des variables sectorielles

se sont avérées être statistiquement significatives pour les deux modèles (le méta-modèle et le modèle frontière commune).

Comme déjà mentionné avant, dans la littérature économique, les frontières communes sont généralement estimées pour contrôler les différentes technologies inhérentes aux différents secteurs. Cependant, cette approche ne nous permet pas de comparer de façon adéquate les niveaux d'efficacité entre les secteurs. D'autre part, l'approche frontière commune ne tient pas compte des conditions environnementales et sectorielles spécifiques de chaque secteur. Cette approche permet de bien comparer les niveaux d'efficacité techniques dans un scénario national et pour déterminer les différences potentielles d'efficacité dans toute l'économie. Dans une seconde étape de notre analyse, nous abordons la question de la comparaison de l'efficacité des entreprises exportatrices dans les différents secteurs. En utilisant la méthode de programmation linéaire, nous estimons une méta-frontière pour chaque secteur qui comprend les composantes déterministes de la frontière individuelle pour les entreprises exportatrices qui opèrent dans des environnements et des données sectorielles différentes et qui ont l'accès à des technologies différentes. Cette étude confirme World Economic Forum. (2013). En moyenne, les scores d'inefficacité sont largement modifiés entre les niveaux de la fonction commune et spécifique à chaque secteur

Tableau 1. Estimation des paramètres des frontières communes et des méta-frontières technologiques

ar.	Par	SI			S4				SS			Précédent. Modèle	
C		-0,6715	-0,6957	0,0764	-0,5959	0,0755	0,5381	-0,1529	-0,5855	0,4-125	0,6954 (0,0710)	0,061 i (0,0445)	
		-0,1442	4 42E+19	-0,1851	-0,1895	-0,093 1	-0,0854	-0,0452	-0,1 770	0, 0000	-0, 1238 (0 0093)		
		-0,1596	7 SIE- IS	-0,3010	-0,1985	-0,4006	-0,3467	-0,3566	-0,0620	-0,4501	-0,3463 (0,0088)	-0,0784 (0,0046)	
			-0,4525			-0,0226	-0,1237	-0,0720	-0,2393	-0,0935	-0,0930	0,5255 (0,0031)	
			0,1384	-0,270)		-0,0619	-0,0243	-0,0762	-0,0022	-0 2162	0,0270	0,0891 (0,0063)	-0,0821 (0,003')
			-0,2060	0,1 135	0, 1 S03	-0, 1424	0,0309	0, 1066	0,0128	1 76	-0,0306	-0,0590 (0 0061)	-0,3494

			0,6736	0,2476	0,7127	0,4771	0,4139	0,4555	0,6203	0,4598	0,4065	-0,1005 (00092)
	ai l	0,0032	0,0075	-0,0032		-0,01 15		0,0350	0,0137	0,0010	0,0155 (0,0015)	-0,0021 (0,0006)
2		-0,0040	0,0061	-0,0049	0,0055	-0,0303	-0,0045	0,0272	(0,0197	-0,0177	0,0062 (00013)	-0,0013 (0,0005)
		-0,0012	-0,0335	-0,0055	-0,0091	-0,0002	0,0016	0,0170	-0,0379	0,0033	-0,0138 (0,0004)	
		-0,0137		-0,0212	0,0249	-0,0167		0,0075	-0,0210	-0,0016	0,0079 (0,0007)	0,0100 (0,0003)
		-0,023 1	-0,0099	-0,0169	-0,31 10	-0,01 14	-0,0107	-0,0354	-0,03 17	-0,01 26	-0,0351 (00006)	(0 0003)
	/333	0,03 78	0,0292	0,0565	0,044 5	0,0751	0,0347	-0,0549	0,0429		-0,001 1 (0,0054)	-0,001 5 (0,0009)
		-0,0036	0,1 150	0,0312		0,0423		-0,0350	0,0216	0,0123	0,0014 (0,0012)	0,0055 (0,0005)
XIX3		0,0042	-0,0616	-0,0169	0,0149	-0,0031	0,0046				(0,0007)	0,0046 (0,0003)
		-0,0050	0,0142		-0,0103					-0,0090	-0,0050 (0008)	(0 0004)
	712	-0,0197	-0,0948	-0,0713		-0,0701		-0,0954			-0,0525 (0,0009)	(0,0004)
XIY3	713	0,0352	-0, 1220	0,0383	0,0455	0,0492	0,0668		0,0008	0,0806	0,0671 (00012)	-0,0059 (0,0006)
IX2X3		0,0046	-0,0332	-0,0006	-0,0001	0,0027	-0,0002	-0,0065	-0,0045	-0,0038	0,0003	0,0858 (0 0003)
X,VI	Y21	-0,0130	0,03	0,0024	0,0138	-0,0007	-0,0019	0,0173	-0,0504	0,0003	-0,0064	-0,0297 (0,0004)
		-0,04 IS	0,0328	-0,0048	-0,0264	-0,0086	-0,0197	-0,0338	0,0316	-0,0020	-0,0141 (0,0005)	-0,0543 (0,0004)
X2Y3	723	0,0435	0, 1343	0,0242	0,0095	0,0075	0,0185		0,0844	0,0035	0,0445 (00016)	-0,0089 (0,0008)
XO'I		0,0041	00090	0,0060	0,0000	-0,0053	-0,0095	-0,0064	0,0174	-0,0002	0,0013 (00005)	-0,0036 (00003)
X3Y2		0,0153	-0,0077		-0,0022	0,0019	0,0033	0,0215	-0,0395	-0,0008	0,0019 (0 0005)	0,0769 (0,0003)
X3Y3	733	0,0022	0,0075	0,0077	0,0249	0,0506	0,0344	-0,0795	0,1 163	0,0096	-0,0021 (0,0034)	0,0289 (0,0022)

	/312	0,0105	0,0279	0,0371	-0,0045	-	-0,0182	-	0,0214	-0,0004	0,0202 (0,0006)	0,0159 (0,0003)
Y1Y3	/313	0,0682	0,0293	0,0195	0,0895	0,0817	0,1113	0,1571	0,0102	0,0966	0,0675	-0,0039 (00005)
Y2Y3		-0, 1002	-0,0476	-0,0736	-0,1078	-	-0,1210	-	-0, 1263	-0,1039	-0,0870 (0,0012)	-0,0058 (0 0005)
				0,0160	-0,0051	0,0243	0,0129	-	0,0095	0,0276	0,0727 (00420)	0,0013 (0 0203)
		-	0 0027	-0,0008	0,0010	-	0,0004	0,0048	-0,0005	-0,0013	(.)0006 (0,0849)	-0,0006 (0 (0338)
tX1	1/11	0,0009	0,0049	-0,0009	0,0025	0,0007	0,0012	0,0010	-0,0016	-0,0015	0,0031 (0,0052)	(0,0021)
		-	0,0057	-0,0010	0,0010	-0,0010		-0,0043	0,0011	-0,0016	-0,0009 (011051)	0,0022 10,0021)
	1/13	0,0010	-0,0096	0,0015	-(1,0031	0,0001	-	0,0034	0,0006	0,0026	-0,0038 0030)	0,0009 (00014)
		-	0,0043	0,0010		0,0018	-0,0016	0,0002	-	-0,0016	0,0016 (0,0036)	0,0014
		-	(.)0044	-0,0014	0,0031	0,0023	0,0006	0,0007	0,0084	0,001 1	0,0033 (0,0034)	0,00005 (0,0016)
		0,0028	-0,0078	0,0000	-0,0014	-0,0044	0,0005	-0,0008	-0,0027	0,0000	-0,0065 (08'067)	-0,0015 (00019)

Source: travail de l'auteur

Le tableau présente les résultats de l'estimation des paramètres de la frontière technologique de chaque secteur. Les deux dernières colonnes de ce tableau montrent l'estimation de la méta-frontière et de la frontière commune à l'aide d'une programmation linéaire paramétrique. Les écarts types attachés aux séries de la méta-frontière et de la frontière commune sont obtenus par la méthode de Bootstrap. Nous tirons aléatoirement avec remplacement 50 nouveaux échantillons de la même taille que l'échantillon Original. Pour chaque échantillon des données générées, les nouveaux paramètres des méta-frontières sont estimés par la programmation linéaire. Par conséquent, il ya 50 estimations des paramètres pour chaque coefficient. L'écart-type estimé d'un paramètre de la méta-frontière est calculé par l'écart type des estimations des 50 nouveaux paramètres. Cependant, il existe des différences substantielles entre les coefficients des méta-frontières et les coefficients correspondants de la frontière commune. En outre- nous observons que la majorité des écartstypes de bootstrap des paramètres des méta-frontières sont relativement faibles par rapport aux coefficients correspondants de la frontière commune.

En comparant les scores d'inefficacité, en utilisant la fonction de distance directionnelle, on trouve une variation importante entre les scores d'efficacité de la frontière commune et des méta-frontières (voir le tableau 1). Par exemple, le score d'inefficacité des entreprises exportatrices appartenant au secteur I a diminué de 27,51 % dans le modèle de la frontière commune à 10,61% dans la méta- frontière. Dans l'ensemble, les scores obtenus à partir du modèle commun semblent sous-estimer le niveau d'efficacité des entreprises exportatrices de l'échantillon. Ces résultats montrent que l'étude de l'efficacité de la production de l'innovation et son impact sur la productivité des entreprises exportatrices peuvent mener à des résultats erronés, s'ils sont basés sur une frontière commune pour toutes les entreprises.

Tableau 2. Estimation de l'efficacité par secteur

2005									
Modèle 1	0.2597	0.1734	0.0661	0.2706	0.1635	0.3236	0.2421	0.1385	0.2550
Modèle 2	0.0020	0.0006	0.0095	0.0217	0.0027	0.0281	0.0249	0.0029	0.0020
\hat{I}	0.1099	0.0797	0.0755	0.1254	0.0000	0.1012	0.1065	0.080	
2006									
Modèle 1	0.3507	0.1697	0.2692	0.3011	0.1629	0.287		0.1428	
Modèle 2	0.0004	0.0063	0.0215		0.0215	0.0214	0.0023	0.0027	0.0004
\hat{I}	0.1283	0.0887	0.0687	0.1255	0.0690	0.1016	0.0967	0.1018	0.0733
2007									
Modèle 1	0.13449	0.1357	0.2645	0.2813	0.1592	0.2295		0.2526	0.2907
Modèle 2									
	0.0025	0.0011	0.0064	0.0220	0.0016	0.0286	0.0195		0.0014
	0.1268	0.10753	0.0725	0.1200	0.0756	0.1118	0.0974	0.1150	0.0795
2008									
Modèle 1	0.2539	0.1510	0.2703	0.4095	0.3239	0.3094	0.3808	0.2847	0.2613

Modèle 2									
	0,001 1	0,0005	0,0112	0,023	0,0033	0,0274	0,0268		
\hat{I}	0,1272	0,0857	0,0890	0,1489	0,0717	(LI 194	o, 1004	0,0918	0,0706
2009									
Modèle 1	0,2242	o, 1094	0,2814	0,3326	0,1702	().2674	OA327	O. 1 749	0,3926
Modèle 2									
	0,0024	0,001 1	0,0100	0,0183	0,0032	0,0252	0,0232	0,0077	0,0016
\hat{I}	O, 1294	0,0909	0,0867	0,1 105	0,075'	0,1314	0,0960	0,0892	0,0701
2010									
Modèle 1	0,3073	O, 1468	0,2468	02723	0,1734	0,2337	0,3918	0,1758	0,3832
Modèle 2	0,0009	0,0003	0,0108	0,0210	0,0021	0,0220	0,0258	0,0043	0,0014
13	0,1341	0,0936	0,0896	0,101 1	0,0809	o, 1284	0,1001	0,0859	
Modèle 1	0,2901	O, 1477	0,2830	(è)112	0,1922	0,2751		O. 1949	0,2952
Modèle 2	0,0017	0,0007	0,0090	0,021 1	0,0027	0,0255	0,0236	0,0047	0,0026
	0,1260	0,0856		0,1322	0,0755	0,1061	oso	0,0986	0,0723

Source : travail de l'auteur

Dans le modèle de la frontière commune, le secteur des industries chimiques est le secteur le plus efficace par rapport aux autres secteurs de l'échantillon. D'autre part, dans le cas d'un modèle de méta-frontière, le secteur des industries agro-alimentaires est le secteur le plus efficace à l'égard des autres secteurs.

D'après le tableau 2, nous constatons une divergence considérable entre les valeurs moyennes des taux d'erreurs de la technologie directionnelle entre les pays. De ce tableau, on observe au cours de notre période d'enquête, que la plus faible valeur de ce rapport 0,0082 attribuée au secteur des industries mécaniques et métallurgiques. La plus grande valeur de l'indice d'écart de la technologie directionnelle est de 0,2403 attribué secteur des industries agro-alimentaires.

Ces résultats permettent de conclure que la frontière technologique spécifique- du secteur des industries mécaniques et métallurgiques est la plus éloignée de la méta-frontière et comme une conséquence de la technologie en vertu de laquelle opèrent les entreprises exportatrices de ce

secteur. Ceci implique l'étude de RBA. (2014a). Cette technologie est moins développée se référant à la technologie de méta-frontière à l'égard des autres secteurs. En revanche, la frontière technologique spécifique- du secteur des industries agroalimentaires est plus proche de la technologie méta-frontière. En effet, la technologie en vertu de laquelle opèrent les entreprises exportatrices de ce secteur est plus développée ceci confirme l'étude de James Manyika et al., (2010).

Tableau 3. Le ratio d'écart de la technologie directionnelle par secteur

					S5				
DTEk 2005	0,0020	0,0006	0,0095	0,0217	0,0027	0,0281	0,0249	0,0029	0,0020
DTE'	0,1099	0,0797	0,0755	0,1254	0,0880	0,1012	0,1065	0,1080	0,0560
DTG1é 2006	0,0182	0,0075	0,1258	0,1731	0,0307	0,2777	0,2338	0,0269	0,0357
DTEk	0,0013		0,0063	0,0215	0,0035	0,0215	0,0214	0,0023	0,0027
DTE*	0,1283	0,0887	0,0687	0,1255	0,0690	0,1016	0,0967	0,1018	0,0733
DTGft 2007	0,0101		0,0917	0,1713	0,0507	0,2116	0,2213	0,0226	0,0368
DTEk	0,0025	0,0011	0,0064	0,0220	0,0016	0,0286	0,0195	0,0068	0,0014
DTE*	0,1268	0,0753	0,0728	0,1200	0,0756	0,1118	0,0974	0,1150	0,0795
DTGft 2008	0,0197	0,0146	0,0879	0,1834	0,0212	0,2558	0,2002	0,0591	0,0176
DTEk	0,0011	0,0005	0,0112	0,0223	0,0033	0,0274	0,0268	0,0042	0,0067
DTE'	0,1272	0,0857	0,0890	0,1489	0,0717	0,1194	0,1004	0,0918	0,0706
DTGft 2009	0,0086	0,0058	0,1258	0,1498	0,0460	0,2295	0,2670	0,0458	
DTEk	0,0024	0,0011	0,0100	0,0183	0,0032	0,0252	0,0232	0,0077	0,0016
DIE*	0,1294	0,0909	0,0867	0,1105	0,0757	0,1314	0,0960	0,0892	0,0701
DTGk 2010	0,0185	0,0121	0,1153	0,1656	0,0423	0,1915	0,2417	0,0863	
DTEA	0,0009	0,0003	0,0105	0,0210	0,0021	0,0220	0,0258	0,0043	14

DTE*	0.1341	0,0936	0,0896	0,101 1		0, 1284	0,1001	0.0859	0.0841
DTGk	0.0067	0.0032	0,1205	0.2077	0.0260	0.1714	0,2577	0,0501	0,0166
DTEk	0.0017	0,0007	().0090	0,021 1	0,0027	0,0255	0,0236	0.0047	0,0026
DTE*	0. 1260	0,0856	0.0804	0,1322	0.0755	0,1061	0. 1050	0.0986	0,0723
DTG k	0.0135	(10082	0,1 1 19	0. 1596	0,0358	0.2403	0.2185	0.0477	0.0360

Source : travail de l'auteur

Nous démontrons de façon empirique aussi l'influence de certains indicateurs sectoriels dans la valeur de ce rapport. Ceci est comme l'étude de RBA. (2014b)

Comme présenté ci-dessus dans la section précédente, nous modélisons le ratio d'écart technologique directionnel comme une fonction linéaire des variables sectorielles afin de démontrer l'effet significatif des divergences sectorielles entre les secteurs de la valeur de l'indice d'écart de la technologie directionnelle.

Tableau 4. Effet sectoriel sur le ratio de l'écart de technologie directionnelle

les variables	Coefficients	t-rapport	Probabilités
C	123330.5	2,0853	0,0435
	-3,0341	-2,3505	
	2.8420	1,3857	0, 1735
	4.6149	3,4468	0,0013
	0,7864		
Prob.	0.000000		

Source: travail de l'auteur

Suite aux résultats présentés dans le tableau 4, nous montrons l'existence d'un effet significatif du rationnement de crédit associé à un signe négatif. La taille du secteur et la dépense publique en recherche et développement présentent un signe positif, respectivement au niveau de 1% et 5%. En outre, le R-carré a pour valeur 0.7864 qui indiquent que les variables sectorielles que nous utilisons dans notre régression peuvent expliquer 78,64% de l'indice d'écart de la technologie directionnelle. En effet, la frontière technologique, en vertu de laquelle opèrent les entreprises

exportatrices de chaque secteur est influencée par les politiques monétaires, budgétaires et les caractéristiques environnementales de chaque secteur.

Conclusion

Malgré la conformité de nos résultats et la validation de notre cinquième hypothèse de recherche, nous remarquons que les divergences dans le développement entre les secteurs d'activités, sont une réalité que nous ne pouvons pas cacher. Ainsi, nous considérons que chaque secteur a ses spécificités économiques. Ces facteurs influent sur le développement de l'industrie et la production de l'innovation de chaque secteur. En fait, la technologie en vertu de laquelle opèrent les entreprises exportatrices de chaque secteur n'est pas la même. Pour cette raison, nous avons cherché à mettre en évidence la variation de l'efficacité de la production de l'innovation en tenant compte des spécifications environnementales et des variables sectorielles dans lesquelles les entreprises exportatrices tunisiennes exercent leurs activités.

Pour ce faire, il est nécessaire de prendre en considération la frontière technologique spécifique à chaque secteur. A partir des différentes frontières technologiques, nous construisons une frontière technologique qui enveloppe tous les méta-frontières.

Ensuite, nous avons évalué le ratio de l'écart de technologie directionnelle et estimé les principaux facteurs sectoriels qui peuvent influencer ce ratio. En conséquence, en premier lieu, nous constatons une divergence significative entre les résultats de l'utilisation de la technologie de méta-frontière et de la technologie de la frontière commune pour estimer l'efficacité des entreprises exportatrices de chaque secteur. Deuxièmement, le ratio de l'écart de technologie directionnelle nous permet de déterminer le secteur le plus développé dans la production de l'innovation. Ce secteur est celui qui présente une frontière technologique plus proche de la méta-frontière. Enfin, la régression de l'indice d'écart de technologie directionnelle sur les indicateurs sectoriels montre que ces derniers ont une influence significative sur la production de l'innovation et par la suite sur l'efficacité des entreprises exportatrices tunisiennes.

Bibliographies

Arad, S., Hanson, M. A., & Schneider, R. J. (1997). A framework for the study of relationships between organizational characteristics and organizational innovation. *The journal of creative behavior*, 31(1), 42-58.

- Battese. G. E & Rao. D. S. P. (2002). L'écart technologique, l'efficacité et d'une fonction Metafrontier stochastique. *International Journal of Business and Economics*, 1 (2), 17.
- Berger, A., Humphrey. D., (1997). L'efficacité des institutions financières: enquête internationale et la direction de la recherche future. *European Journal of Operational Research*, 98, 175-212.
- Berger, A.N. & DeYoung. R., (1996), Les prêts à problèmes et rapport coût-efficacité dans les banques commerciales, Document de travail, Washington, DC: Conseil des gouverneurs du Système fédéral de réserve.
- Chambers, R.G., Chung, Y.H. & Fare, R. (1998). Les fonctions distance directionnelle et de l'efficacité Nerlovian. *Journal de la théorie de l'optimisation et Applications*, 98, pp.351-364.
- Chambers, R.G., Chung, Y.H. & Fare, R. (1996). Les fonctions à distance. *Journal of Economic Theory*, 70, pp.407-419.
- Deshpandé, R., Farley, J. U., & Webster Jr, F. E. (1993). Corporate culture, customer orientation, and innovativeness in Japanese firms: a quadrad analysis. *Journal of marketing*, 57(1), 23-37.
- Fare. R, Grosskopf S, Noli. D, Weber. W. (2005). Caractéristiques d'une technologie polluante. *Journal of Econometrics*, 126, 469-492.
- Farrell, M.J, (1957). La mesure de l'efficacité productive. *Journal de la Royal Statistical Society*, 120, 58-81.
- Gandolfi, F. (2000). Sperm-mediated transgenesis. *Theriogenology*, 53(1), 127-137.
- Hall, P. A., Taylor, R. C., & Baillon, J. F. (1997). La science politique et les trois néo-institutionnalismes. *Revue française de science politique*, 469-496.
- Hayami. Y & Ruttan. V. W. (1971), Développement agricole: une perspective internationale. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- James Manyika & al., (2010), How to Compete and Grow: A Sector Guide to Policy. (McKinsey & Company, March).
- Judge, T. A., Martocchio, J. J., & Thoresen, C. J. (1997). Five-factor model of personality and employee absence. *Journal of applied psychology*, 82(5), 745.
- Kumbhakar, SC, Lovell, CAK, (2000), Analyse de frontière stochastique. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lock, E. A., & Kirkpatrick, S. A. (1995). Promoting creativity in organizations. *Creative action in organizations: Ivory tower visions & real world voices*, 115-120.

McGill, M. E., & Slocum Jr, J. W. (1993). Unlearning the organization. *Organizational dynamics*, 22(2), 67-79.

Reserve Bank of Australia (2014a), *Index of Commodity Prices*, Sydney.

World Economic Forum (2013), *the Global Competitiveness Report: 2013-14*. Geneva: World Economic Forum.

World Economic Forum. (2014), *The Global Competitiveness Index 2014-15:Country/Economy Highlights*. Geneva: World Economic Forum.