

Analyse des déterminants de la dynamique de la productivité des banques commerciales marocaines : une approche fondée sur l'indice de Malmquist basé sur la méthode DEA

Investigating the determinants of productivity dynamics in moroccan commercial banks: a DEA based Malmquist Index approach.

Auteur 1 : EL ATTAR HICHAM.

Auteur 2 : EL BOUSAIRI ABDESSADEK.

EL ATTAR HICHAM, (ORCID iD : 0009-0008-2808-4556, PhD)
Université Hassan II / ENCG de Casablanca-Maroc

EL BOUSAIRI ABDESSADEK (PhD)
Université Mohammed V/FSEJS Agdal, Rabat-Maroc

Déclaration de divulgation : L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

Conflit d'intérêts : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

Pour citer cet article : EL ATTAR .H & EL BOUSAIRI .A (2026) « Analyse des déterminants de la dynamique de la productivité des banques commerciales marocaines : une approche fondée sur l'indice de Malmquist basé sur la méthode DEA », African Scientific Journal « Volume 03, Num 37 » pp: 0143– 0165.



DOI : 10.5281/zenodo.21393098
Copyright © 2026 – ASJ



Résumé

Le secteur bancaire joue un rôle essentiel dans le financement de l'économie et le soutien à la croissance économique. Dans un contexte marqué par les réformes réglementaires, la transformation numérique et les mutations de l'environnement financier, l'évaluation de la productivité bancaire constitue un enjeu majeur pour apprécier la performance des établissements de crédit. Cette étude analyse l'évolution de la productivité globale des facteurs (PGF) des huit principales banques commerciales marocaines sur la période 2006-2025 à l'aide de l'indice de productivité de Malmquist calculé selon l'approche DEA orientée outputs sous l'hypothèse de rendements d'échelle variables. Les banques sont modélisées comme des intermédiaires financiers utilisant trois inputs (dépôts de la clientèle, immobilisations nettes et charges de personnel) pour produire deux outputs (crédits à la clientèle et autres actifs générateurs de revenus). Les résultats montrent une amélioration moyenne de la productivité de 1,7 % sur l'ensemble de la période (indice de Malmquist = 1,017). Cette progression est essentiellement attribuable au progrès technologique, tandis que les gains d'efficacité technique demeurent limités. L'analyse met également en évidence des évolutions différenciées selon les années et les établissements bancaires, reflétant l'impact des investissements technologiques, de la digitalisation et des transformations organisationnelles. Cette recherche enrichit la littérature sur la productivité bancaire au Maroc en proposant une analyse dynamique couvrant deux décennies et fournit des enseignements utiles aux dirigeants bancaires, aux autorités de régulation et aux décideurs publics pour renforcer la compétitivité et la résilience du système bancaire marocain.

Mots clés : productivité globale des facteurs ; indice de Malmquist ; DEA ; efficacité bancaire ; progrès technologique ; banques commerciales marocaines.

Abstract

The banking sector plays a fundamental role in financing economic activity and promoting sustainable economic growth. In a context characterized by regulatory reforms, digital transformation, and profound changes in the financial environment, assessing bank productivity has become essential for evaluating the performance of financial institutions. This study investigates the evolution of total factor productivity (TFP) of the eight largest Moroccan commercial banks over the period 2006–2025 using the Malmquist Productivity Index estimated through an output-oriented Data Envelopment Analysis (DEA) under variable returns to scale. Banks are modeled as financial intermediaries employing three inputs (customer deposits, net fixed assets, and personnel expenses) to produce two outputs (customer loans and other earning assets). The findings reveal an average TFP growth of 1.7% over the study period (Malmquist index = 1.017). This improvement is primarily driven by technological progress, whereas changes in technical efficiency remain relatively limited. The analysis also highlights significant differences across years and banks, reflecting the effects of technological investment, digitalization, and organizational transformation. By providing a dynamic assessment spanning two decades, this study contributes to the empirical literature on banking productivity in Morocco and offers valuable insights for bank managers, regulators, and public policymakers seeking to strengthen the competitiveness, efficiency, and resilience of the Moroccan banking sector.

Keywords : Total factor productivity ; Malmquist productivity index ; Data Envelopment Analysis (DEA) ; banking efficiency ; technological change ; Moroccan commercial banks.

Introduction

Le secteur bancaire constitue l'un des principaux piliers du développement économique en assurant l'intermédiation financière entre les agents à capacité de financement et ceux ayant des besoins de financement. En mobilisant l'épargne, en finançant les investissements productifs et en facilitant la circulation des capitaux, les banques contribuent directement à la croissance économique, à la stabilité financière et à l'amélioration de l'allocation des ressources.

Au Maroc, le système bancaire a connu, au cours des deux dernières décennies, des transformations profondes, marquées par d'importantes réformes réglementaires, la modernisation des infrastructures financières, l'accélération de la digitalisation des services bancaires ainsi qu'une ouverture croissante aux marchés internationaux. Cette dynamique a contribué au renforcement du secteur financier et à l'expansion de son poids dans l'économie nationale. Comme le souligne l'OCDE (2024), « *le système financier marocain s'est développé rapidement, si bien que ses actifs représentaient 220 % du PIB en 2022, mais les banques semblent bien capitalisées. Les banques conventionnelles se livrent essentiellement à des activités traditionnelles d'intermédiation financière et représentent près de 60 % des actifs du système financier* ». Ces évolutions témoignent de la solidité du secteur bancaire marocain et de son rôle central dans le financement de l'économie.

Exposées aux exigences croissantes de la mondialisation, de la libéralisation financière et des réformes réglementaires, et évoluant dans un environnement à la fois dynamique et incertain, les banques font face non seulement à des impératifs de performance, de résilience et de solvabilité, mais également à des enjeux majeurs d'efficience (Rizk, 2022).

Les différentes évolutions économiques ayant marqué les vingt dernières années, notamment la crise financière internationale de 2008, les réformes prudentielles inspirées des accords de Bâle, les conséquences économiques de la pandémie de Covid-19 et les transformations numériques du secteur bancaire, sont susceptibles d'avoir influencé la trajectoire de la productivité des banques marocaines. Dans ce contexte, l'analyse de l'évolution de la productivité globale des facteurs revêt une importance particulière pour apprécier la capacité du secteur bancaire à s'adapter à ces changements.

L'évaluation de la productivité bancaire présente un intérêt majeur tant pour les autorités de régulation que pour les dirigeants des établissements de crédit, les investisseurs et les déposants. Au-delà de la mesure statique de l'efficience, l'analyse dynamique de la productivité permet d'identifier les sources de l'amélioration ou de la dégradation des performances dans le temps. Elle offre ainsi des informations précieuses sur la contribution respective des gains d'efficience,

résultant d'une meilleure utilisation des ressources, et des progrès technologiques, traduisant les effets des innovations organisationnelles et technologiques. Une telle analyse constitue un outil d'aide à la décision pour orienter les stratégies d'investissement, améliorer les pratiques managériales et renforcer la compétitivité du secteur bancaire.

Parmi les différentes approches disponibles, l'indice de productivité de Malmquist, fondé sur la méthode non paramétrique de l'analyse par enveloppement des données (Data Envelopment Analysis – DEA), s'est progressivement imposé comme l'un des instruments les plus utilisés pour mesurer l'évolution de la productivité totale des facteurs. Initialement proposé par Malmquist (1953), puis développé par Caves, Christensen et Diewert (1982), cet indice a été rendu opérationnel grâce aux travaux de Fare et ses coauteurs (1989, 1992, 1994), qui ont montré qu'il pouvait être estimé à partir des fonctions de distance obtenues par la DEA. L'un des principaux avantages de cette approche réside dans sa capacité à décomposer l'évolution de la productivité globale des facteurs en deux composantes complémentaires : le changement d'efficacité technique, qui mesure le rapprochement d'une banque par rapport à la frontière d'efficacité, et le changement technologique, qui traduit le déplacement de cette frontière sous l'effet du progrès technique. Cette décomposition permet de mieux comprendre les mécanismes à l'origine des évolutions observées et d'identifier les principaux leviers d'amélioration des performances bancaires.

La littérature empirique consacrée à l'application de l'indice de Malmquist dans le secteur bancaire s'est considérablement développée au cours des dernières années. De nombreuses recherches réalisées dans des économies développées et émergentes mettent en évidence des résultats contrastés quant à l'évolution de la productivité bancaire, certains travaux concluant à une progression principalement expliquée par les innovations technologiques, tandis que d'autres soulignent le rôle prépondérant des gains d'efficacité ou, au contraire, mettent en évidence des périodes de régression de la productivité liées aux crises économiques ou aux changements structurels du secteur financier. Malgré cette abondante littérature internationale, les études portant spécifiquement sur la dynamique de la productivité des banques commerciales marocaines demeurent relativement limitées, notamment celles couvrant une période récente suffisamment longue pour intégrer les principales transformations institutionnelles, réglementaires et technologiques qu'a connues le secteur.

La présente recherche vise ainsi à combler cette lacune en analysant l'évolution de la productivité globale des facteurs des huit principales banques commerciales marocaines sur la période 2006-2025. L'étude mobilise l'indice de productivité de Malmquist calculé à partir de

la méthode DEA selon une orientation output et sous l'hypothèse de rendements d'échelle variables. Les banques sont considérées comme des intermédiaires financiers utilisant trois inputs — les dépôts de la clientèle, les immobilisations nettes et les charges de personnel — afin de produire deux outputs, à savoir les crédits à la clientèle et les autres actifs générateurs de revenus. Cette approche permet non seulement de mesurer l'évolution de la productivité globale des facteurs, mais également d'identifier la contribution respective des variations d'efficacité technique et du progrès technologique aux performances observées.

En fournissant une analyse dynamique couvrant vingt années d'activité bancaire, cette étude apporte une contribution empirique à la littérature sur la performance bancaire au Maroc. Les résultats attendus sont susceptibles d'éclairer les autorités de supervision, les dirigeants bancaires et les décideurs publics sur les déterminants des gains de productivité et sur les stratégies susceptibles de renforcer l'efficacité et la compétitivité du système bancaire marocain dans un environnement économique et technologique en constante évolution.

La présente étude s'articule autour de quatre sections principales (en dehors de l'introduction). La première section est consacrée à la synthèse des principaux enseignements de la littérature empirique portant sur l'évaluation de la productivité bancaire à l'aide de l'indice de Malmquist. La deuxième section détaille la méthodologie retenue et les données utilisées pour mesurer le changement de la productivité globale des facteurs. La troisième section présente les résultats empiriques obtenus. Enfin, la quatrième section propose une conclusion générale de notre travail.

1. Revue de littérature

L'analyse de la productivité et de l'efficacité des banques constitue un axe majeur de la littérature financière contemporaine, notamment dans un contexte marqué par l'intensification de la concurrence, les mutations technologiques, les crises financières et les exigences réglementaires croissantes. Les méthodes non paramétriques, en particulier le Data Envelopment Analysis (DEA) et l'indice de productivité de Malmquist (MPI), sont devenues des outils privilégiés pour évaluer les performances bancaires. Ces approches permettent d'estimer les variations de la productivité totale des facteurs (TFP) et de décomposer cette évolution entre changement d'efficacité technique et progrès technologique.

Les travaux empiriques menés dans différents contextes montrent des résultats hétérogènes selon les systèmes bancaires étudiés, les variables retenues et les périodes d'analyse. Cette revue de littérature synthétise les principales contributions portant sur la productivité et l'efficacité des banques à travers plusieurs pays, en mettant l'accent sur les déterminants de la

productivité, les différences entre banques islamiques et conventionnelles, ainsi que le rôle de l'innovation technologique.

La littérature bancaire met en évidence l'importance des approches non paramétriques dans l'évaluation de la performance bancaire. Berg, Førsund et Suominen (1993) figurent parmi les premiers auteurs à avoir appliqué le DEA au secteur bancaire nordique afin d'évaluer les écarts d'efficacité entre banques finlandaises, norvégiennes et suédoises. Leur étude démontre que les banques suédoises étaient les plus efficaces et les mieux préparées à la concurrence bancaire européenne. Les auteurs soulignent également l'importance de la distinction entre les hypothèses de rendements constants (CRS) et variables (VRS), lesquelles influencent fortement les scores d'efficacité observés.

Plusieurs études ont combiné le DEA avec l'indice de Malmquist afin de mesurer les variations intertemporelles de la productivité. Kaur et Aggarwal (2017) montrent que le MPI constitue un outil puissant pour mesurer les changements de productivité des banques publiques indiennes. Leur analyse révèle que 80 % des banques étudiées ont enregistré une amélioration de leur productivité totale des facteurs grâce essentiellement au progrès technique.

Dans le même esprit, les travaux de Varesi (2015) sur les pays des Balkans occidentaux utilisent le DEA pour mesurer l'efficacité technique durant la période de crise financière. Les résultats montrent une détérioration des scores d'efficacité pendant la crise de 2008 avant une amélioration progressive durant la phase de reprise. Ces conclusions confirment l'intérêt des approches DEA-Malmquist pour évaluer les effets des chocs macroéconomiques sur les systèmes bancaires.

Otaviya et Rani (2020), dans leur étude sur les banques islamiques indonésiennes, montrent que la croissance de la productivité est principalement expliquée par le changement technologique (TECHCH). Les auteurs insistent sur la nécessité pour les banques islamiques d'investir dans la digitalisation et les technologies financières afin d'améliorer leur compétitivité.

Des conclusions similaires sont obtenues par Laporšek, Trunk et Stubelj (2022) dans leur analyse des banques européennes après la crise financière mondiale. Les auteurs constatent que la croissance de la productivité dans les banques européennes est principalement portée par les améliorations technologiques et l'adoption des solutions FinTech. Toutefois, ils soulignent également une détérioration de l'efficacité technique, traduisant l'absence d'un véritable effet de rattrapage entre banques européennes.

En Albanie, Kalluci (2018) observe une baisse globale de la productivité bancaire entre 2006 et 2017, essentiellement due à l'insuffisance des progrès technologiques malgré une

amélioration des scores d'efficience. De même, Thayaparan et Pratheepan (2014) montrent que la faible progression technologique constitue la principale contrainte à l'amélioration de la productivité des banques sri lankaises.

Les études réalisées sur les banques éthiopiennes confirment également le rôle central de l'innovation technologique. Lema (2016) et Garamu (2016) démontrent que les régressions de productivité observées dans certaines banques sont liées à un déficit de changement technologique ou à des inefficiences techniques. Les auteurs recommandent ainsi des investissements plus importants dans les infrastructures technologiques et dans la formation managériale.

Plusieurs recherches ont cherché à identifier les facteurs expliquant les variations de la productivité bancaire. Otaviya et Rani (2020) montrent que le PIB et le taux directeur influencent significativement la productivité des banques islamiques indonésiennes. Ces résultats soulignent l'importance de l'environnement macroéconomique dans la performance bancaire.

Dans le cas de l'Égypte, Jreisat et Hassan (2016) montrent que le ratio crédits/dépôts, la rentabilité des capitaux propres, la taille et l'ancienneté des banques sont positivement associés à la croissance de la productivité. En revanche, certaines variables comme la marge nette d'intérêt ou la crise financière n'ont pas d'impact significatif sur la productivité bancaire.

Les travaux de Chansarn (2014) sur les banques thaïlandaises mettent en évidence le rôle du risque de crédit, de la qualité du management, de la diversification des revenus et de la capitalisation dans l'évolution de la productivité totale des facteurs. L'auteur conclut que les banques de petite taille affichent une productivité supérieure aux grandes banques.

Par ailleurs, Shah, Wu et Korotkov (2019) montrent que les banques durables sont globalement plus efficaces et plus productives que les banques non durables. Leur étude révèle également que les facteurs externes influencent davantage la productivité des banques durables, tandis que les banques classiques dépendent principalement de facteurs internes liés à la gestion des ressources.

Johnes et al. (2018) montrent que les banques islamiques affichent une performance de coût plus faible que les banques conventionnelles en raison des coûts liés à la conformité à la Charia et à la gouvernance spécifique. Cependant, les auteurs observent des performances similaires en matière de revenus, ce qui traduit une complémentarité entre les deux systèmes bancaires.

Dans une étude couvrant 18 pays, Jubilee et al. (2021) concluent que les banques islamiques présentent une productivité légèrement supérieure aux banques conventionnelles, bien que la

différence ne soit pas statistiquement significative. Cette progression est principalement attribuée à l'amélioration de l'efficacité managériale.

L'étude d'Isik, Kulali et Yilmaz (2016) sur les banques jordaniennes montre néanmoins que les banques commerciales conventionnelles dominent les banques islamiques en termes d'efficacité technique et de productivité. Les auteurs attribuent cette différence à une meilleure maîtrise des économies d'échelle et à une gestion plus efficace des ressources.

Dans l'ensemble, la littérature empirique montre que la productivité bancaire dépend fortement du progrès technologique, de l'efficacité managériale et des conditions macroéconomiques. Les approches DEA et MPI apparaissent comme des outils robustes pour mesurer l'efficacité et décomposer les sources de variation de la productivité bancaire. Toutefois, les résultats dépendent fortement du choix des inputs et outputs, de l'orientation du modèle (input ou output) et des hypothèses relatives aux rendements d'échelle. Plusieurs études recommandent ainsi de combiner les approches non paramétriques avec des méthodes paramétriques telles que la frontière stochastique (SFA) afin d'obtenir des résultats plus robustes.

Par ailleurs, les travaux récents mettent en avant l'importance croissante de la digitalisation, des technologies financières et des pratiques de durabilité dans l'amélioration de la productivité bancaire. Les recherches futures devraient intégrer davantage les dimensions liées à la fintech, à la gouvernance, à la résilience post-crise et aux réglementations prudentielles afin d'expliquer les écarts persistants de performance entre systèmes bancaires.

Les travaux examinés confirment que l'efficacité et la productivité bancaires constituent des éléments déterminants de la compétitivité des institutions financières. Malgré des résultats variables selon les pays et les modèles utilisés, la majorité des recherches s'accorde sur le rôle central du progrès technologique et de l'efficacité technique dans l'amélioration de la productivité totale des facteurs. Les banques qui investissent dans l'innovation, la digitalisation et l'amélioration de leurs pratiques managériales sont généralement mieux positionnées pour faire face à la concurrence et aux mutations du secteur financier mondial.

2. Méthodologie et données

2.1. Méthodologie

Afin d'analyser l'évolution de la productivité globale des facteurs (PGF) des banques commerciales marocaines, cette étude mobilise l'indice de productivité de Malmquist (Malmquist Productivity Index – MPI), proposé par Caves, Christensen et Diewert (1982). Cet indice constitue un outil de référence pour mesurer les variations de la productivité des unités

de décision (Decision-Making Units – DMU) au cours du temps, tout en identifiant les sources de ces évolutions.

Le calcul du MPI est réalisé à partir de la frontière annuelle de la productivité globale des facteurs, permettant de comparer les performances de chaque banque d'une année à l'autre. L'indice mesure les variations de productivité entre deux périodes consécutives en s'appuyant sur les fonctions de distance de chaque observation par rapport à une technologie de référence commune (Casu et al., 2004).

Le recours à l'approche DEA (Data Envelopment Analysis) est justifié par plusieurs avantages méthodologiques. En premier lieu, cette méthode permet de modéliser une technologie de production à inputs et outputs multiples sans nécessiter d'informations sur les prix des facteurs de production ou des produits bancaires. Cette caractéristique est particulièrement pertinente dans le secteur bancaire, où les prix des services financiers sont souvent difficiles à observer ou à mesurer de manière homogène.

En deuxième lieu, l'approche DEA ne repose sur aucune hypothèse comportementale restrictive, telle que la minimisation des coûts ou la maximisation du profit. Elle offre ainsi une plus grande flexibilité pour l'évaluation des performances des établissements bancaires. En troisième lieu, l'indice de Malmquist permet de décomposer l'évolution de la productivité globale des facteurs en plusieurs composantes, facilitant ainsi l'identification des déterminants de la performance bancaire (Howcroft et Ataullah, 2006 ; Akhtar, 2010).

Plus précisément, l'évolution de la productivité globale des facteurs (PGF) est décomposée en deux composantes principales : le changement de l'efficacité technique (CHEFFT), qui mesure la capacité des banques à se rapprocher de la frontière efficiente, et le progrès technique (PT), qui traduit les déplacements de cette frontière résultant notamment de l'innovation, de la digitalisation ou de l'amélioration des technologies de production.

Compte tenu du fait que les rendements d'échelle constants (REC) constituent une hypothèse relativement restrictive dans le secteur bancaire, cette recherche retient l'hypothèse de rendements d'échelle variables (REV), plus conforme aux caractéristiques des banques marocaines. Sous cette hypothèse, le changement de l'efficacité technique est lui-même décomposé en deux composantes : le changement de l'efficacité technique pure (EFFTP), qui reflète l'amélioration des pratiques managériales et de l'utilisation des ressources, et le changement de l'efficacité d'échelle (EFFE), qui mesure les gains ou les pertes de productivité liés à l'évolution de la taille optimale des établissements.

Variation de la PGF

= Progrès technique [PT] × Changement d'efficacité technique [CHEFFT]

CHEFFT = Changement d'EFFTP (CHEFFTP)

× Changement d'EFFE (CHEFFE) (Jahan, 2018)

Suivant la démarche de Coelli et Rao (2005), Neupane (2013), et Lema et Zenebe (2016), l'équation suivante a été utilisée :

$$M^{t+1}(Y^{t+1} + X^{t+1} + Y^t + X^t) = \underbrace{\frac{D^{t+1}(Y^{t+1}, X^{t+1})}{D^t(Y^t, X^t)}}_{\text{Changement d'efficacité technique}} \underbrace{\left[\frac{D^t(Y^{t+1}, X^{t+1})}{D^{t+1}(Y^{t+1}, X^{t+1})} \times \frac{D^t(Y^t, X^t)}{D^{t+1}(Y^t, X^t)} \right]^{\frac{1}{2}}}_{\text{Progrès technique}}$$

Où :

X^t : Le vecteur des inputs ;

Y^t : Le vecteur des outputs ;

$D^{t+1}(Y^t, X^t)$ correspond à la réduction proportionnelle des inputs qu'une DMU (Decision Making Units) doit opérer pour qu'elle soit techniquement efficiente.

Selon Gebremichael et Rani (2012) et Lima et Zenebe (2016), le changement d'efficacité technique pure et le changement d'efficacité d'échelle sont calculés comme suit :

$$CHEFFTP = \left[\frac{D^{t+1}(Y^{t+1}, X^{t+1})}{D^t(Y^t, X^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$CHEFFE = \left[\frac{\frac{D^t(Y^{t+1}, X^{t+1})}{D^{t+1}(Y^{t+1}, X^{t+1})}}{\frac{D^t(Y^t, X^t)}{D^{t+1}(Y^t, X^t)}} \right]^{\frac{1}{2}}$$

2.2. Sources de données et spécification des variables

La présente étude repose sur un panel de données constitué de huit banques commerciales marocaines observées sur une période de vingt années, allant de 2006 à 2025. Cette période d'analyse permet de couvrir plusieurs phases marquantes de l'évolution du système bancaire marocain, notamment les réformes prudentielles, le renforcement de la réglementation bancaire, la mise en œuvre progressive des accords de Bâle II et III, la crise sanitaire liée à la COVID-19 ainsi que la phase de reprise économique qui s'en est suivie. Elle offre ainsi un horizon temporel suffisamment long pour analyser l'évolution de la productivité des banques commerciales dans différents contextes économiques et financiers.

Les données utilisées proviennent exclusivement des comptes sociaux publiés annuellement par les banques. L'ensemble des informations recueillies a permis de construire une base de données homogène destinée au calcul de l'indice de productivité de Malmquist à l'aide de la méthode d'Analyse Enveloppante des Données (DEA). La délimitation de l'échantillon aux seules banques universelles permet ainsi de garantir à la fois la représentativité de la structure du marché et celle des pratiques bancaires nationales. Les banques composant l'échantillon sont présentées dans le tableau N° 1.

Tableau N° 1 : Liste des banques commerciales constituant l'échantillon étudié

N°	Nom complet de la banque	Acronyme
1	Attijariwafa Bank	AWB
2	Banque centrale Populaire	BCP
3	Banque Marocaine du Commerce Extérieur	BMCE
4	Société Générale Maroc	SG
5	Banque Marocaine pour le Commerce et l'Industrie	BMCI
6	Crédit du Maroc	CDM
7	Crédit Immobilier et Hôtelier	CIH
8	Crédit Agricole	CA

Source : Auteurs

La pertinence des scores d'efficience et de l'indice de productivité de Malmquist dépend largement de la qualité des variables retenues. Dans la littérature consacrée à l'évaluation de la performance bancaire, le choix des inputs et des outputs fait l'objet d'un débat méthodologique, principalement entre l'approche de production et l'approche d'intermédiation.

Conformément à l'analyse de Berger et Humphrey (1997), cette étude adopte l'approche d'intermédiation, largement reconnue comme la plus appropriée pour l'analyse de la performance des établissements bancaires. Selon cette approche, les banques jouent le rôle d'intermédiaires financiers en mobilisant les ressources auprès des agents à capacité de financement pour les transformer en crédits et en actifs générateurs de revenus au profit des agents à besoin de financement.

Le recours à cette approche se justifie par plusieurs raisons. D'une part, l'analyse est réalisée au niveau des banques et non des agences, ce qui correspond au champ d'application privilégié de l'approche d'intermédiation. D'autre part, cette approche prend en considération l'ensemble des ressources mobilisées par les établissements bancaires pour produire des actifs rémunérateurs, ce qui permet de mieux refléter leur activité économique et leur processus de création de valeur.

Elle apparaît ainsi particulièrement adaptée à l'évaluation de la productivité des banques commerciales marocaines.

Dans cette perspective, trois variables d'entrée ont été retenues : les dépôts de la clientèle, qui représentent la principale source de financement des banques ; les charges de personnel, qui traduisent les ressources humaines mobilisées dans le processus de production bancaire ; et les immobilisations nettes, qui reflètent les moyens matériels et technologiques nécessaires à l'exercice de l'activité bancaire.

Les variables de sortie sont constituées des crédits à la clientèle, qui représentent la principale activité d'intermédiation financière des banques, ainsi que des autres actifs générateurs de revenus, lesquels englobent notamment les placements, les titres et les autres actifs productifs de revenus.

La description des variables utilisées dans le présent article est présentée dans le tableau 2.

Tableau N° 2 : Spécification des inputs et outputs

Variables	Variables bancaires	Description
Inputs	Dépôts de la clientèle	Ensembles des ressources financières collectées auprès de la clientèle (comptes à vue, comptes d'épargne, dépôts à terme, etc.), constituant la principale source de financement des activités de la banque.
	Immobilisations nette	Valeur comptable nette des immobilisations
	Charges de personnel	Ensemble des dépenses liées aux ressources humaines, incluant les charges sociales patronales, les avantages sociaux, et autres rémunérations versées au personnel (intérèsslements, commissions...)
Outputs	Crédits à la clientèle	Ensemble des concours financiers accordés à la clientèle, comprenant les crédits à court terme, moyen et long terme.
	Autres actifs générateurs de revenus	Ensemble des actifs financiers autres que les crédits, notamment les titres de transaction et de placement, les créances sur les établissements de crédits, et autres actifs générant des revenus financiers.

Source : Auteurs

3. Résultats et discussions

Dans cette section, nous évaluons l'évolution de la productivité globale des facteurs (PGF) ainsi que les variations de ses principales composantes au sein des huit banques commerciales marocaines sur la période 2006–2025. À cette fin, un panel équilibré composé de huit banques a été constitué. L'analyse repose sur deux variables d'output, à savoir les crédits à la clientèle et les autres actifs générateurs de revenus, ainsi que sur trois variables d'input : les dépôts de la clientèle, les immobilisations nettes et les charges de personnel.

Le calcul de l'indice de productivité de Malmquist a été réalisé à l'aide du logiciel DEAP (version 2.1), développé par Coelli et Battese (1996). Conformément aux caractéristiques de l'activité bancaire, l'analyse est fondée sur une approche DEA orientée outputs, sous l'hypothèse de rendements d'échelle variables (REV).

Le tableau N° 3 présente les statistiques descriptives des moyennes annuelles de l'indice de Malmquist ainsi que de ses différentes composantes sur l'ensemble de la période d'étude.

Tableau N° 3: Moyennes annuelles de l'indice de Malmquist

Année	Efficacité Technique	Changement Technologique	Efficacité Pure	Efficacité d'Échelle	Productivité Globale des Facteurs
2007	1.018	1.036	1.016	1.003	1.056
2008	1.001	1.06	0.995	1.006	1.06
2009	1.01	1.012	1.002	1.007	1.022
2010	0.866	1.084	0.975	0.888	0.939
2011	0.987	1.071	0.952	1.037	1.058
2012	1.01	1.019	1.001	1.01	1.029
2013	0.985	1.006	1.008	0.977	0.99
2014	1.048	0.919	1.014	1.034	0.963
2015	1.022	0.941	1.029	0.992	0.961
2016	0.985	0.957	0.979	1.006	0.943
2017	0.992	1.023	0.988	1.004	1.014
2018	1.003	1.021	1	1.003	1.024
2019	1.001	1.043	1.01	0.991	1.044
2020	1.058	0.998	1.034	1.024	1.055
2021	1.01	1.115	1.006	1.004	1.126

2022	0.983	1.06	0.97	1.013	1.042
2023	0.997	1.016	1.02	0.977	1.013
2024	1.047	0.961	1.016	1.031	1.006
2025	1.002	0.998	1.01	0.993	1
Mean	1.001	1.017	1.001	0.999	1.017

Source : Calcul des auteurs à partir du logiciel DEAP Version 2.1

* Les cellules colorées correspondent à des évolutions positives.

Le tableau N° 3 présentant les moyennes annuelles de l'indice de Malmquist met en évidence une évolution globalement favorable de la productivité totale des facteurs (PGF) des banques marocaines sur la période d'étude. En moyenne, l'indice de productivité totale s'établit à 1,017, ce qui traduit une progression annuelle moyenne de 1,7 % de la productivité. Cette amélioration est principalement attribuable au progrès technique, dont l'indice moyen atteint également 1,017, tandis que le changement d'efficacité demeure pratiquement stable (1,001).

L'analyse par année révèle toutefois une évolution contrastée. Une amélioration de la productivité est observée durant la majorité des années de la période étudiée, notamment en 2007 (1,056), 2008 (1,060), 2009 (1,022), 2011 (1,058), 2012 (1,029), 2017 (1,024), 2018 (1,044) et plus particulièrement en 2021, où l'indice de productivité atteint 1,126, correspondant à une hausse de 12,6 %, soit la meilleure performance de la période. Cette progression exceptionnelle résulte essentiellement d'un important progrès technique (1,115), traduisant un déplacement significatif de la frontière technologique vers le haut, tandis que l'efficacité technique reste quasiment stable (1,010).

À l'inverse, quelques années enregistrent une baisse de la productivité totale des facteurs. Les reculs les plus marqués sont observés en 2010 (0,939), 2013 (0,990), 2014 (0,963), 2015 (0,961) et 2016 (0,943). Les causes de ces diminutions diffèrent selon les années. En 2010, la baisse de productivité provient essentiellement d'une dégradation de l'efficacité technique (0,866), malgré un progrès technique important (1,084). Cette situation traduit une incapacité des banques à tirer pleinement profit des innovations technologiques disponibles. En revanche, les baisses observées entre 2014 et 2016 s'expliquent principalement par un recul du progrès technique (indices inférieurs à l'unité), alors même que plusieurs banques ont amélioré leur efficacité relative. Cette configuration illustre un ralentissement du rythme de l'innovation technologique dans le secteur bancaire durant cette période.

L'examen des composantes de l'efficacité montre que l'évolution de celle-ci est davantage liée à l'efficacité technique pure (moyenne de 1,001) qu'à l'efficacité d'échelle, dont la moyenne

est très légèrement inférieure à l'unité (0,999). Ainsi, les pertes d'efficacité observées certaines années semblent davantage résulter de problèmes de dimension optimale des banques que de défaillances importantes dans les pratiques managériales. Globalement, les établissements bancaires marocains apparaissent relativement performants dans la gestion de leurs ressources, mais certaines banques pourraient encore améliorer leur taille d'exploitation afin d'exploiter pleinement les économies d'échelle.

L'analyse des moyennes par banque qui figure dans le tableau N° 4 confirme cette tendance générale. Sur les huit banques étudiées, sept enregistrent une croissance de la productivité totale des facteurs, tandis qu'une seule banque (BCP) affiche une légère baisse de productivité avec un indice de 0,986. Cette diminution est exclusivement imputable à une régression technologique (0,986), alors que son niveau d'efficacité demeure parfaitement stable (1,000). Parmi les établissements les plus performants, la SG se distingue avec une progression de la productivité de 4,0 %, suivie par AWB (3,4 %), CA (2,5 %) et CIH (1,9 %). Pour ces banques, les gains de productivité proviennent principalement du progrès technique, traduisant une capacité plus importante à intégrer les innovations technologiques, les nouveaux outils numériques et les améliorations organisationnelles dans leurs processus de production bancaire. La SG constitue un cas particulièrement intéressant puisque sa progression résulte simultanément d'un progrès technique (1,024) et d'une amélioration de l'efficacité technique (1,016). Cette double performance traduit à la fois un déplacement de la frontière technologique et un effet de rattrapage vers cette frontière, ce qui en fait l'établissement le plus performant de l'échantillon.

Tableau N° 4: Moyenne de l'indice de Malmquist par banque

Bank	Efficacité Technique	Changement Technologique	Efficacité Pure	Efficacité d'Échelle	Productivité Globale des Facteurs
BMCE	0.995	1.015	0.993	1.001	1.009
AWB	1,00	1.034	1,00	1,00	1.034
BCP	1,00	0.986	1,00	1,00	0.986
BMCI	0.995	1.02	1,00	0.995	1.015
CIH	1,00	1.019	1,00	1,00	1.019
CA	1.005	1.02	1.004	1.001	1.025
CM	0.994	1.017	1,00	0.994	1.011

SG	1.016	1.024	1.011	1.004	1.04
Mean	1.001	1.017	1.001	0.999	1.017

Source : Calcul des auteurs à partir du logiciel DEAP Version 2.1

* Les cellules colorées correspondent à des évolutions positives.

Globalement, ces résultats montrent que la progression de la productivité des banques marocaines entre 2006 et 2022 est principalement portée par le progrès technique plutôt que par une amélioration de l'efficacité technique. En d'autres termes, les gains de productivité proviennent essentiellement de l'adoption de nouvelles technologies, de la digitalisation des services bancaires, de la modernisation des systèmes d'information ainsi que des innovations organisationnelles mises en œuvre dans le secteur bancaire marocain. Les améliorations d'efficacité demeurent, quant à elles, relativement modestes, ce qui suggère que les banques disposent encore de marges de progression en matière d'organisation interne, d'allocation des ressources et d'exploitation des économies d'échelle. L'analyse de contribution de l'efficacité technique et du changement technologique à l'évolution de la productivité globale des facteur (graphique 1) confirme cette conclusion.

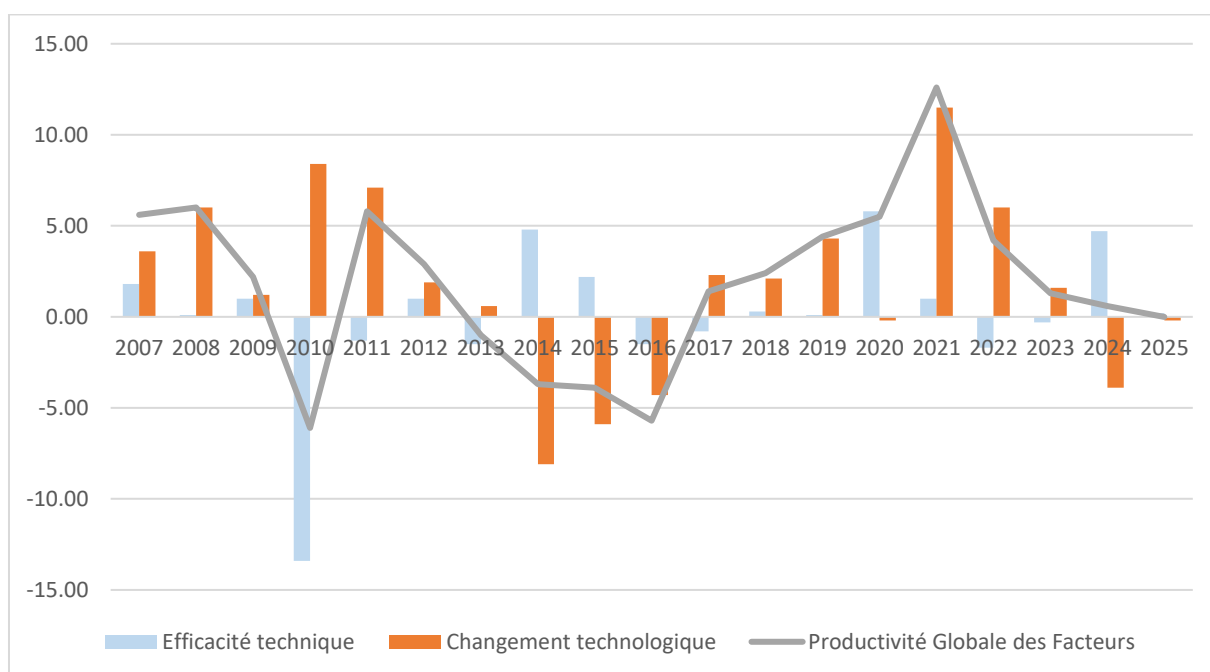
L'analyse du graphique N°1 met clairement en évidence l'importance du changement technologique qui constitue la principale source des fluctuations de la productivité globale des facteurs. Les fortes hausses (2011, 2021, 2022) ainsi que les baisses importantes (2014, 2015, 2016, 2024) correspondent principalement aux variations de cette composante.

Par ailleurs, l'efficacité technique joue un rôle plus modéré mais stabilisateur. Dans plusieurs années (2014, 2015, 2024), son amélioration atténue les effets d'un recul technologique, sans toutefois réussir à inverser la tendance. Les meilleures performances au niveau de la productivité des banques commerciales sont observées lorsque les deux composantes évoluent simultanément dans le même sens, notamment en 2021. À l'inverse, les baisses fortes de la productivité apparaissent lorsque l'efficacité technique et le changement technologique se détériorent simultanément, comme en 2016.

Ces résultats suggèrent que, durant la période 2006-2025, les banques commerciales marocaines ont tiré l'essentiel de leurs gains de productivité des innovations technologiques, notamment la digitalisation des services, l'automatisation des opérations, le développement des services bancaires en ligne, l'amélioration des systèmes d'information et les investissements dans les technologies financières (FinTech). En revanche, les gains liés à l'amélioration de l'efficacité de gestion demeurent relativement limités et plus irréguliers.

Ainsi, l'amélioration durable de la productivité bancaire ne dépend pas uniquement des investissements technologiques. Elle suppose également une meilleure utilisation des ressources disponibles, une optimisation des processus internes, le renforcement des compétences du personnel et une adaptation rapide aux innovations. Cette conclusion rejoint la littérature sur l'indice de Malmquist, selon laquelle la croissance de la productivité résulte à la fois du déplacement de la frontière technologique et du rapprochement des banques de cette frontière d'efficacité.

Graphique N° 1 : Contribution de l'efficacité technique et du changement technologique dans l'évolution de la PGF pour les banques commerciales au Maroc entre 2006 et 2025 (variations annuelles et pourcentage)



Source : Calcul des auteurs à partir du logiciel DEAP Version 2.1

Ces résultats sont cohérents avec les profondes mutations qu'a connues le système bancaire marocain au cours des deux dernières décennies, notamment sous l'impulsion des réformes prudentielles de la Bank Al-Maghrib, de l'accélération de la transformation numérique, du développement des services bancaires électroniques et du renforcement des exigences réglementaires. Ils confirment que les innovations technologiques constituent aujourd'hui le principal moteur de la croissance de la productivité du secteur bancaire marocain, tandis que les gains futurs dépendront davantage de la capacité des banques à améliorer leur efficacité opérationnelle et à optimiser leur dimension productive.

Conclusion

Cette étude avait pour objectif d'évaluer l'évolution de la productivité globale des facteurs des huit principales banques commerciales marocaines sur la période 2006-2025 à l'aide de l'indice de productivité de Malmquist, calculé selon l'approche DEA orientée outputs. Cette méthode a permis de décomposer l'évolution de la productivité en plusieurs composantes, à savoir le changement d'efficacité technique, le changement technologique, l'évolution de l'efficacité technique pure ainsi que celle de l'efficacité d'échelle.

Les résultats mettent en évidence une progression globale de la productivité des banques marocaines au cours de la période étudiée. En effet, l'indice moyen de productivité globale des facteurs s'établit à 1,017, traduisant une amélioration moyenne de 1,7 % de la productivité. Cette évolution positive est principalement attribuable au progrès technologique, dont l'indice moyen atteint également 1,017, tandis que le changement d'efficacité technique demeure quasiment stable (1,001). Ces résultats montrent que les gains de productivité enregistrés par le secteur bancaire marocain proviennent davantage des innovations technologiques, de la digitalisation des services bancaires, de la modernisation des systèmes d'information et de l'amélioration des infrastructures financières que d'un effet de rattrapage en matière d'efficience technique.

L'analyse temporelle révèle toutefois que cette évolution n'a pas été uniforme. Plusieurs années, notamment 2010, 2014, 2015 et 2016, ont connu un recul de la productivité, principalement sous l'effet d'un ralentissement du progrès technologique ou d'une diminution de l'efficacité technique. À l'inverse, les années 2021 et 2022 enregistrent les meilleures performances, témoignant de la capacité d'adaptation des banques marocaines dans un contexte marqué par l'accélération de la transformation numérique à la suite de la crise sanitaire liée à la COVID-19. Cette amélioration confirme le rôle déterminant des investissements technologiques dans le renforcement de la productivité bancaire.

L'analyse par banque met également en évidence des différences de performance entre les établissements. Société Générale Maroc présente la progression de productivité la plus élevée (1,040), suivie d'Attijariwafa Bank (1,034) et du Crédit Agricole du Maroc (1,025). À l'opposé, la Banque Centrale Populaire est la seule banque affichant une légère baisse de productivité (0,986), essentiellement imputable à un recul du changement technologique malgré une stabilité de son efficacité technique. Ces résultats soulignent que les gains de productivité ne dépendent pas uniquement de l'efficience opérationnelle, mais également de la capacité des banques à

intégrer continuellement les innovations technologiques et à adapter leurs modèles d'affaires aux nouvelles exigences du marché.

Dans l'ensemble, cette étude confirme que le système bancaire marocain poursuit une trajectoire de modernisation caractérisée par une amélioration progressive de sa productivité. Les investissements réalisés dans les technologies numériques, le développement de nouveaux canaux de distribution, la bancarisation digitale ainsi que l'amélioration de la qualité des services financiers apparaissent comme les principaux moteurs de cette évolution. Ces résultats contribuent ainsi à enrichir la littérature consacrée à la productivité bancaire au Maroc en proposant une évaluation dynamique couvrant deux décennies.

Au-delà de son intérêt académique, cette recherche fournit des enseignements utiles aux dirigeants des établissements bancaires, aux autorités de régulation, notamment Bank Al-Maghrib, ainsi qu'aux décideurs publics engagés dans la modernisation du système financier marocain. L'amélioration durable de la productivité bancaire constitue en effet un levier essentiel pour renforcer la stabilité financière, accroître le financement de l'économie et soutenir les ambitions de développement économique du Royaume.

Cette recherche ouvre plusieurs perspectives d'investigation. Les travaux futurs pourraient notamment examiner les déterminants macroéconomiques et microéconomiques de la productivité bancaire, ainsi que mener des analyses comparatives entre le Maroc et d'autres économies émergentes. Une telle approche permettrait de mieux situer les performances du secteur bancaire marocain sur le plan international, d'identifier les meilleures pratiques, et de formuler des recommandations susceptibles de renforcer durablement son efficience et sa productivité.

BIBLIOGRAPHIE

- Aasri, A. R., & Lkoyaali, B. (2021). Efficiency of Moroccan banks: A data envelopment analysis approach. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 2(4), 585–596.
- Alexakis, C., Izzeldin, M., Johnes, J., & Pappas, V. (2019). Performance and productivity in Islamic and conventional banks: Evidence from the global financial crisis. *Economic Modelling*, 79, 1–14.
- Amirteimoori, A., Allahviranloo, T., & Nematizadeh, M. (2024). A firm-specific Malmquist productivity index model for stochastic data envelopment analysis: an application to commercial banks. *Financial Innovation*, 10(1), 66. <https://doi.org/10.1186/s40854-023-00583-2>
- Apergis, N., & Polemis, M. L. (2016). Competition and efficiency in the MENA banking region: A non-structural DEA approach. *Applied Economics*.
- Bahrini, R. (2017). Efficiency analysis of Islamic banks in the Middle East and North Africa region: A bootstrap DEA approach. *International Journal of Financial Studies*, 5(1), 7.
- Basri, M. F., Amirul, A. M., & Nizam, J. M. (2018). The efficiency of Islamic banks in Malaysia : Based on DEA and Malmquist productivity index. *Journal of Emerging Economies and Islamic Research*, 6(3), 15–27.
- Baten, A., Kasim, M. M., & Rahman, M. (2015). Efficiency and productivity change of selected online banks in Bangladesh : A non-parametric Malmquist approach. *Journal of Internet Banking and Commerce*, 20.
- Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1992). Measurement and efficiency issues in commercial banking. In *Output Measurement in the Service Sectors* (pp. 245–279). University of Chicago Press.
- Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of financial institutions : International survey and directions for future research. *European Journal of Operational Research*, 98(2), 175–212.
- Chansarn, S. (2014). Total factor productivity of commercial banks in Thailand. *International Journal of Business and Society*, 15(2), 215–234.
- Eisazadeh, S., & Shaeri, Z. (2012). An analysis of bank efficiency in the MENA. *International Journal of Banking and Finance*, 9(4), 28–47.

- Garamu, G. (2016). Technical efficiency and productivity of Ethiopian commercial banks: Data envelopment analysis approach. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 6(9), 860–864.
- Isik, I., & Hassan, M. K. (2002). Technical, scale and allocative efficiencies of Turkish banking industry. *Journal of Banking & Finance*, 26(4), 719–766.
- Isik, I., Kulali, I., & Agcayazi-Yilmaz, B. (2016). Total factor productivity change in the Middle East banking: The case of Jordanian banks. *International Journal of Research in Business and Social Science*, 5(3), 1–29.
- Ismail, F., Abd Majid, M. S., & Rossazana, R. (2013). Efficiency of Islamic and conventional banks in Malaysia. *Journal of Financial Reporting and Accounting*, 11(1), 92–107.
- Jain, R., Chandan, Ojha, M. K., & Mishra, V. (2025). Investigating the determinants of productivity dynamics in Indian commercial banks: a DEA based Malmquist Index approach. *Cogent Business & Management*, 12(1), 2530031. <https://doi.org/10.1080/23311975.2025.2530031>
- Jreisat, A., & Hassan, H. (2016). Productivity change of the Egyptian banking sector: A two-stage non-parametric approach.
- Jubilee, R. V. W., Kamarudin, F., Hafezali, I. H., Razman, A. L., & Nurazilah, Z. (2020). Analysis of total factor productivity changes in Islamic and conventional banks. *International Journal of Management and Sustainability*, 9(3), 161–180.
- Laporšek, S., Trunk, A., & Stubelj, I. (2022). Productivity change in European banks in the post-crisis period. *Systems*, 10(5), 186.
- Lema, T. Z. (2016). Productivity change of Ethiopian banks: A Malmquist productivity index approach. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 7(21).
- Mariani, A., Saal, D., & Battisti, G. (2010). Efficiency in Islamic and conventional banking: An international comparison. *Journal of Productivity Analysis*, 34(1), 25–43.
- Maside-Sanfiz, J. M., Iglesias-Casal, A., Mazahreh, Q. A. S., & López-Andión, C. (2025). Market structure and technical efficiency of banks in the MENA region. *SAGE Open*. <https://doi.org/10.1177/21582440251324792>
- Moh'd, M. A., Mohammad, W. H., & Waleed, H. (2011). The relative efficiency of Jordanian banks and its determinants using data envelopment analysis. *Journal of Applied Finance & Banking*, 1(3), 33–58.

- Muvingi, J., & Hotera, S. (2015). Zimbabwe commercial banks efficiency and productivity analysis through DEA-Malmquist approach. *Data Envelopment Analysis and Decision Science*, 1, 32–49.
- Naufal, F. M., & Firdaus, A. (2018). Efficiency analysis of Sharia rural banks using two-stage DEA. *Equilibrium: Jurnal Ekonomi Syariah*, 5(2).
- Nisar, S., Peng, K., Wang, S., & Nadeem, A. B. (2018). The technical efficiency of South Asian commercial banks and the effects of income diversification. *International Journal of Information and Management Sciences*, 29, 279–302.
- OCDE (2024), *Études économiques de l'OCDE : Maroc 2024*, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/1aad09d0-fr>.
- Otaviya, S., & Rani, L. (2020). Productivity and its determinants in Islamic banks: Evidence from Indonesia. *Journal of Islamic Monetary Economics and Finance*, 6(1), 189–212.
- Pambuko, Z. B. (2016). Determinants of the efficiency level of Islamic banking in Indonesia: Two-stage DEA. *Cakrawala: Jurnal Studi Islam*, 11(2), 178–194.
- Pasiouras, F. (2008). Estimating the technical and scale efficiency of Greek commercial banks. *Research in International Business and Finance*, 22, 301–318.
- Rizk, S. (2022). Efficiency in the MENA banking industry, the stochastic frontier approach (SFA). *Financial Markets, Institutions and Risks*, 6(2), 56-59. [http://doi.org/10.21272/fmir.6\(2\).56-59.2022](http://doi.org/10.21272/fmir.6(2).56-59.2022)
- Suvita, J., Xiaofeng, H., & Sun, B. (2013). Commercial banking efficiency in Nepal: Application of DEA and Tobit model. *Information Technology Journal*, 12, 306–314.
- Syaputra, R., & Abidin, Z. (2022). Performance analysis of regional development banks in Indonesia using DEA. *American International Journal of Business Management*, 5(1), 134–140.
- Tadesse, Z. L. (2016). Productivity change of Ethiopian banks: A Malmquist productivity index approach. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 7(21).
- Tahi, A., Djebbouri, M., & Benzai, Y. (2020). Assessing the efficiency of Islamic and conventional banks in the MENA banking system : DEA investigation. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 30(1), 414–426.
- Thayaparan, A., & Pratheepan, T. (2014). Evaluating total factor productivity growth of commercial banks in Sri Lanka : An application of the Malmquist index. *Journal of Management Research*, 6(3).
- Titko, J., Stankevičienė, J., & Lāce, N. (2014). Measuring bank efficiency : DEA application. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(4), 739–757.

- Tossa, Y. A. K. (2016). Estimating and analyzing the technical efficiency of banks in Ghana. *The International Journal of Business and Finance Research*, 10(4), 73–90.
- Varesi, L. (2015). Measuring the productivity of a mainly foreign-owned banking sector using a non-parametric approach: Case of Albania. *WEI International Academic Conference Proceedings*, 37–56.
- Yidersal, D. D., & Wang, M. (2018). Drivers of technical efficiency of Ethiopian commercial banks: DEA approach and Tobit model. *Research Journal of Finance and Accounting*, 9(4).
- Zhu, C., Zhu, N., Emrouznejad, A., & Ye, T. (2024). A new Malmquist productivity index with an application to commercial banks. *IMA Journal of Management Mathematics*, 35(2), 215–240. <https://doi.org/10.1093/imaman/dpad015>