

---

Recevido: 21-09-2023 | Aprovado: 11-12-2023 | DOI: <https://doi.org/10.23882/emss.24206>

## Modélisation de l'efficacité bancaire dans la région MENA entre 2017 et 2021 : Approche Data Envelopment Analysis

Modeling banking efficiency in the MENA region between 2017  
and 2021: Data Envelopment Analysis approach

**Soufiane Benbachir,**

FSJES, Agdal, Université Mohammed V, Rabat, Maroc.  
([soufiane.benbachir@gmail.com](mailto:soufiane.benbachir@gmail.com))

**Résumé :** Dans ce papier, nous avons appliqué le modèle Data Envelopment Analysis sous l'hypothèse de rendements d'échelle variables et selon l'orientation output pour mesurer l'efficacité des banques appartenant à 12 pays de la région MENA durant la période 2017-2021. Nous avons divisé les banques en deux classes, les banques conventionnelles comprenant 59 banques appartenant à 11 pays et les banques islamiques comprenant 22 banques appartenant à 7 pays. Concernant les 59 banques conventionnelles, les résultats ont montré que le pourcentage de banques conventionnelles CCR-éfficientes est faible et ne dépasse pas 16% et le score moyen de l'efficacité-CCR a atteint 90% durant la période d'étude. Nous avons aussi trouvé que Qatar est le seul pays dont les banques conventionnelles sont BCC-éfficientes durant les 5 années d'affilé et que leurs scores d'efficacité-CCR sont les plus élevés alors que les banques conventionnelles du Maroc et de la Jordanie ont les scores moyens d'efficacité-CCR les plus faibles. Concernant les 22 banques islamiques, les résultats ont montré que le pourcentage de banques islamiques CCR-éfficientes est faible et ne dépasse pas 14% et que leur score moyen d'efficacité-CCR a atteint en moyenne 64%. Nous avons aussi trouvé que Qatar est le seul pays dont les banques islamiques sont en moyenne CCR-éfficientes durant les 5 années et que les banques islamiques du Maroc ont le score moyen de CCR-éfficiency le plus faible atteignant 36%.

**Mots clés :** Efficacité technique, Efficacité technique pure, Efficacité d'échelle, Data Envelopment Analysis, Rendements d'échelle, Orientations input et output

**Abstract:** In this paper, we applied the Data Envelopment Analysis model under the assumption of variable returns to scale and output orientation to measure the efficiency of banks belonging to 12 MENA countries during the period 2017-2021. We divided the banks into two classes, conventional banks comprising 59 banks belonging to 11 countries and Islamic banks comprising 22 banks belonging to 7 countries. Concerning the 59 conventional banks, the results showed that the percentage of CCR-efficient conventional banks is low and does not exceed 16% and the average CCR-efficiency score reached 90% during the study period. We also found that Qatar is the only country whose conventional

banks are BCC-efficient for all 5 years in a row, and that their CCR-efficiency scores are the highest, whereas conventional banks in Morocco and Jordan have the lowest average CCR-efficiency scores. For the 22 Islamic banks, the results showed that the percentage of CCR-efficient Islamic banks was low, at just 14%, and that their average CCR-efficiency score was 64%. We also found that Qatar is the only country whose Islamic banks are on average CCR-efficient over the 5 years, and that Moroccan Islamic banks have the lowest average CCR-efficiency score, reaching 36%.

**Keywords:** Technical efficiency, Pure technical efficiency, Scale efficiency, Data Envelopment Analysis, Returns to scale, Input-output orientation

**JEL Classification :** C61, G21

## 1. Introduction

La région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord (MENA) est stratégiquement située entre l'Europe et l'Asie. Elle est pourvue d'un potentiel de croissance élevée et bénéficie d'une situation géographique privilégiée donnant accès à de grands marchés. La région comprend les pays riches en pétrole du Conseil de Coopération du Golfe (CCG) ainsi que les pays arabes du Proche-Orient et d'Afrique du Nord.

Le secteur bancaire dans la région MENA est relativement jeune ; la plupart des banques ont été établies depuis les années 1970. La mondialisation et l'ouverture ont poussé les banques de la région à s'engager dans l'adoption des normes comptables internationales et la conformité aux exigences réglementaires internationales. Elles sont exposées à une rude concurrence et se confrontent à des risques opérationnels, de crédit et de marché qui leurs imposent de se couvrir par des techniques sophistiquées et d'être de plus en plus performantes. Il est par conséquent crucial pour les banques de mesurer régulièrement leur performance et de la communiquer publiquement pour gagner en crédibilité vis-à-vis de ses clients, de ses propriétaires, des agences de notation et des autorités de régulation.

La performance ou l'efficacité est une notion qui est très largement étudiée dans la littérature et qui est abondamment employée ces dernières années par les professionnels des divers secteurs. La mesure de la performance se complique lorsqu'on veut faire un benchmarking entre plusieurs entités dont les données sont multiples et complexes.

Habituellement, la performance d'une banque est évaluée par une multitude de ratios de productivité partielle. Cependant, ces mesures traditionnelles ne permettent pas de faire des comparaisons rigoureuses entre les banques et compliquent le processus de prise de décision.

Farrell (1957) a été le premier à proposer une méthode pour évaluer empiriquement le degré d'efficacité des unités de décision. Depuis, de très nombreuses recherches ont été menées. Ces recherches peuvent être scindées en deux approches : paramétriques et non paramétriques. L'approche est dite paramétrique lorsqu'une forme fonctionnelle est utilisée pour la frontière de production; dans le cas contraire l'approche est dite non paramétrique.

Dans la revue de littérature nous pouvons recenser principalement cinq techniques différentes regroupées dans les deux approches suivantes :

✓ *L'approche non paramétrique* : il s'agit de la méthode d'enveloppement des données connue sous le nom Data Envelopment Analysis (DEA) et de la méthode connue sous le nom de Free Disposal Hull (FDH).

✓ *L'approche paramétrique* : il s'agit de l'approche de la frontière stochastique connue sous le nom Stochastic Frontier Analysis (SFA), de l'approche connue sous le nom de Free Distribution Analysis (DFA) et de l'approche Thick Frontier (TFA).

L'objectif de cette étude est la mesure de l'efficacité relative de 81 banques appartenant à 12 pays de la région MENA à savoir l'Arabie Saoudite, les Emirats Arabes Unies, le Bahrein, le Koweït, le Qatar, Oman, la Jordanie, le Liban, l'Égypte, la Tunisie, l'Algérie et le Maroc. L'échantillon a été divisé en deux classes, la classe des banques conventionnelles et qui comprend 59 banques, et la classe des banques islamiques et qui contient 22 banques. Nous appliquons la méthode non paramétrique Data Envelopment Analysis (DEA) basée sur l'optimisation linéaire pour mesurer séparément l'efficacité technique des 59 banques conventionnelles et celle des 22 banques islamiques.

La suite de l'article est organisée comme suit. Dans la section 2, nous faisons une revue brève de littérature concernant la mesure de l'efficacité technique dans le secteur bancaire. Dans la section 3, nous exposerons les données utilisées et nous présenterons en détail le modèle DEA. La section 4 sera consacrée aux résultats et à leur interprétation. Nous concluons par la section 5.

## 2. Revue de littérature

La méthode Data Envelopment analysis a été appliquée durant les vingt dernières années dans plusieurs domaines et plusieurs ouvrages lui ont été consacrés. Elle est composée de deux modèles de base qui sont le modèle DEA de Charnes-Cooper-Rhodes (CCR) (1978) avec une hypothèse de rendements d'échelle constants et le modèle DEA de Banker-Charnes-Cooper (BCC) (1984) avec l'hypothèse de rendements d'échelle variables.

Malgré une abondante littérature menée sur la mesure de l'efficacité bancaire à travers le monde, rares sont les études qui ont été réalisées dans le contexte de la région MENA, en particulier celles qui abordent la performance des banques islamiques et conventionnelles.

Apergis et Polemis (2016) ont évalué empiriquement la relation entre la concurrence et l'efficacité dans le secteur bancaire de 10 pays de la région MENA couvrant la période 1997-2011. Les résultats empiriques fournissent des preuves de la présence d'une causalité à sens unique (négative) de Granger, allant de l'efficacité à la concurrence.

Bekakria et Azzouz (2020) ont comparé l'efficacité technique de 10 banques islamiques et de 8 banques conventionnelles opérant dans la zone MENA par la méthode DEA durant la période 2016-2018. L'examen montre l'absence d'une différence significative entre l'efficacité des banques islamiques et des banques conventionnelles. Pour les trois années, les deux types de banques ont enregistré des degrés d'efficacité très proches les uns des autres.

Tahi, Djebbouri, et Benzai (2020) ont mesuré l'efficacité technique de 66 banques (47 banques conventionnelles et 19 banques islamiques) de 6 pays sélectionnés dans la région MENA sur la période 2010-2014 grâce au modèle DEA. Leurs résultats suggèrent que les banques conventionnelles sont techniquement plus efficaces que les banques islamiques sous l'hypothèse de rendements d'échelle constants.

Rizk (2022) a étudié l'efficacité dans la région MENA tout au long de la période 1999-2017. L'étude révèle l'existence de défaillances dans l'allocation des ressources aux secteurs bancaires.

Alber et Attia (2022) ont exploré la relation causale entre l'efficacité, la concurrence et la concentration des banques dans les systèmes bancaires de 15 pays de la région MENA, sur la période 2008-2018. Ils ont mesuré l'efficacité bancaire par la méthode DEA. Les résultats indiquent la présence d'un effet significatif de l'efficacité bancaire sur la concurrence bancaire et la concentration bancaire.

### 3. Données et méthodologie

#### 3.1 Données

L'objectif principal de cette étude est la mesure de l'efficacité technique globale, et de ses deux composantes l'efficacité technique pure et l'efficacité d'échelle de 81 banques appartenant à 12 pays de la région MENA à savoir l'Arabie Saoudite, les Emirats Arabes Unies, le Bahreïn, le Koweït, le Qatar, Oman, la Jordanie, le Liban, l'Égypte, la Tunisie, l'Algérie et le Maroc. L'échantillon des 81 banques a été divisé en deux classes, la classe des banques conventionnelles et qui comprend 59 banques et la classe des banques islamiques et qui comprend 22 banques.

Cette étude utilise l'approche de l'intermédiation pour spécifier les variables inputs et les variables outputs des banques. Dans cette approche, les banques sont traitées comme des intermédiaires financiers qui combinent dépôts, main-d'œuvre et capital pour produire des prêts et des investissements.

Le choix du nombre d'inputs et d'outputs est déterminé en tenant compte de la condition recommandée dans l'approche DEA (Cooper et al (2002)):

$$N \geq \text{Max}(I \times J, 3(I + J))$$

où:  $N$  = nombre de *DMUs* ;  $I$  = nombre d'inputs ;  $J$  = nombre d'outputs.

Nous avons choisi dans cette étude trois inputs et deux outputs.

Input 1	Input 2	Input 3	Output 1	Output 2
Dettes hormis les capitaux propres	Charges générales d'exploitation	Dotations aux amortissements	Total actif (hormis les immobilisations)	Produit net bancaire

Les données, ont été tirées des bilans et des comptes de résultats des banques. Les tableaux 1 et 2 présentent les 59 banques conventionnelles et 22 banques islamiques.

**Tableau 1 : 59 Banques Conventiennelle de 11 pays de la région MENA**

Pays	N°	Banque	Pays	N°	Banque
<b>Bahréïn</b>	1	Ahli United Bank	<b>Liban</b>	30	Bank Audi
	2	Alubaf Arab International Bank		31	Bank of Beirout
	3	Arab Banking Corporation		32	Crédit Libanais
<b>Algérie</b>	4	BNP Paribas Al-djazair	33	Saradar Bank	
	5	Fransabank El Djaïr SPA	34	Al Barid Bank	
	6	Société générale Algérie	35	Attijariwafa Bank	
<b>Emirates Arabes Unies</b>	7	Abu Dhabi Commercial Bank	36	Bank of Africa	
	8	Bank of Sharjah	37	Banque Centrale Populaire	
	9	Commercial Bank of Dubai	38	Banque marocaine pour le commerce et l'industrie	
	10	Emirates NBD	39	Crédit Agricole du Maroc	
	11	First Abu Dhabi Bank	40	Crédit Immobilier et Hôtelier	
	12	National Bank of Fujairah	41	Crédit du Maroc	
	13	National Bank of Ras Al Khaimah	42	Société générale Maroc	
<b>Egypte</b>	14	National Bank of Umm Al Qaiwain	43	CaixaBank Casablanca	
	15	United Arab Bank	44	CDG Capital	
	16	Bank of Alexandria	45	CFG Bank	
	17	Banque du Caire	46	CITIBANK Maghreb	
	18	Commercial International Bank	47	Bank Dhofar	
	19	HSBC Bank Egypt S.A.E.	48	Bank Muscat	
	20	Arab Jordan Investment Bank	49	Oman Arab Bank	
<b>Jordanie</b>	21	Bank of Jordan	<b>Qatar</b>	50	Ahli Bank
	22	Capital Bank of Jordan		51	Commercial Bank of Qatar
	23	Jordan Ahli Bank		52	Doha bank
	24	Jordan Commercial Bank		53	Bank ABC tunisia
<b>Kuwait</b>	25	Al Ahli Bank of Kuwait	54	Amen Bank	
	26	Burgan Bank	55	Banque de Tunisie	
	27	Commercial Bank of Kuwait	56	Banque internationale arabe de Tunisie	
	28	Gulf Bank	57	Banque Tunisie arabe	
	29	National Bank of Kuwait	58	Société Tunisienne de Banque	
			59	Tunisian Saudi Bank	

**Tableau 2 : 22 Banques islamiques de 7 pays de la région MENA**

Pays	N°	Banque	Pays	N°	Banque
<b>Bahréïn</b>	1	Al Salam Bank	<b>Emirates Arabes Unies</b>	12	Ajman Bank
	2	Bahrain Islamic Bank		13	Al Hilal Bank
<b>Arabie Saoudite</b>	3	Bank Aljazira	14	Dubai Islamic Bank	
	4	Al Rajhi bank	15	Al Akhdar Bank	
	5	Alimna Bank	<b>Maroc</b>	16	Bank Assafa
	6	Arab National Bank		17	Umina bank
	7	Bank Al Bilad	<b>Oman</b>	18	Alizz Islamic Bank
	8	Banque Britannique Saoudienne		<b>Qatar</b>	19
	9	Banque Saudi Fransi	20		Qatar Islamic Bank
	10	National Commercial Bank ou Saudi National Bank	<b>Tunisie</b>	21	Banque Al-Baraka Tunisie
	11	Ryad Bank		22	Banque Zitouna

### 3.2 Méthodologie

Nous présentons ci-dessous la méthode DEA à travers une introduction conceptuelle et méthodologique décrivant les différents modèles DEA, à savoir le modèle CCR (Charnes et al (1978)) sous l'hypothèse de rendements d'échelle constants et le modèle BCC (Banker et al (1984)) sous l'hypothèse de rendements d'échelle variables.

### ➤ Présentation de la méthode d'enveloppement de données (DEA)

Plus connue sous son appellation en anglais « Data Envelopment Analysis », la méthode d'enveloppement de données est une méthode déterministe non paramétrique d'estimation de frontières de production.

La mesure de l'efficacité technique par la méthode DEA peut être faite suivant deux orientations. La première dite orientation output qui est tournée vers la maximisation des outputs et est appliquée lorsque l'on cherche à augmenter les quantités d'outputs sans changer les quantités d'inputs utilisées. La deuxième dite orientation input qui est tournée vers la minimisation des inputs et est appliquée lorsque l'on cherche à diminuer proportionnellement les quantités d'inputs sans modifier les quantités d'outputs.

La méthode DEA s'appuie sur les techniques de la programmation linéaire pour estimer une frontière de production d'un échantillon d'observations. Cette frontière enveloppe l'ensemble des observations de telle sorte que les unités performantes se situent sur la frontière et les unités moins performantes se situent en dessous de l'enveloppe.

Chaque unité est considérée comme une unité décisionnelle (Decision Making Unit, DMU) qui transforme des inputs en outputs. Chaque DMU consomme ainsi un certain nombre d'inputs afin de produire un certain nombre d'outputs.

#### **Définition de l'efficacité relative :**

Supposons qu'on a  $N$  unités de décision  $DMU_n$ , pour  $1 \leq n \leq N$ . Chaque unité de décision  $DMU_n$ , consomme  $I$  inputs  $X_n = \{x_{in}/1 \leq i \leq I\}$  et produit  $J$  outputs  $Y_n = \{y_{jn}/1 \leq j \leq J\}$ . Considérons une unité  $DMU_m$  (pour  $1 \leq m \leq N$ ). L'indicateur (ou le score) d'efficacité de la  $DMU_m$  est défini par le rapport :

$$E_m = \frac{\text{Somme pondérée des outputs de la } DMU_m}{\text{Somme pondérée des inputs de la } DMU_m} \Leftrightarrow E_m = \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} \times y_{jm}}{\sum_{i=1}^I u_{im} \times x_{im}} \quad (1)$$

avec  $y_{jm}$  :  $j^{\text{ème}}$  output de la  $DMU_m$  ;  $x_{im}$  :  $i^{\text{ème}}$  input de la  $DMU_m$   
 $u_{im}$  : coefficient de pondération du  $i^{\text{ème}}$  input ;  $v_{jm}$  : coefficient de pondération du  $j^{\text{ème}}$  output

La frontière d'efficacité est constituée des unités de décision affichant des scores égaux à 1. L'inefficacité technique d'une DMU quelconque de l'échantillon correspond ainsi à la distance qui la sépare de l'enveloppe.

Les poids pour la  $DMU_m$  sont déterminés, en utilisant *la programmation mathématique*, comme étant les poids qui permettent de *maximiser* l'efficacité de  $DMU_m$  à la condition que les efficacités des autres DMU (calculées en utilisant le même ensemble de poids) soient limitées à des valeurs comprises entre 0 et 1. Ceci est formulé dans le programme suivant.

**Programme DEA fractionnaire :**

Le programme mathématique qui permet l'évaluation de l'efficacité de la  $DMU_m$  est :

$$\begin{aligned} \text{Max}_{u_{im}, v_{jm}} z_m &= \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} \times y_{jm}}{\sum_{i=1}^I u_{im} \times x_{im}} \\ \left\{ \begin{array}{l} 0 \leq \frac{\sum_{j=1}^J v_{jm} \times y_{jn}}{\sum_{i=1}^I u_{im} \times x_{in}} \leq 1, \quad 1 \leq n \leq N \\ u_{im} \geq 0, v_{jm} \geq 0, \quad 1 \leq i \leq I, 1 \leq j \leq J \end{array} \right. \end{aligned} \quad (2)$$

L'objectif est de chercher les poids  $u_{im}$  et  $v_{jm}$  qui maximisent le ratio  $z_m$  de la  $DMU_m$ . En vertu des contraintes, la valeur optimale  $z_m^*$  est comprise entre 0 et 1. Cette formulation *rationnelle* du programme mathématique pose le problème de l'existence d'une infinité de solutions.

Deux modèles existent dans la famille de DEA : le modèle CCR, du nom de leurs auteurs (Charnes et al (1978)) et le modèle BCC (Banker et al (1984)). Le modèle CCR sert à mesurer *l'efficacité globale* de chaque DMU en supposant que *les rendements d'échelle sont constants*, tandis que le modèle BCC, extension du modèle CCR, décompose *l'efficacité globale* en deux composantes : *l'efficacité technique pure* et *l'efficacité d'échelle* en prenant en compte les *rendements d'échelle variables*.

Les scores d'efficacité peuvent être mesurés en suivant deux types d'orientation, l'orientation input où il est possible de produire autant en réduisant les intrants et l'orientation output où il est possible de produire plus avec les mêmes intrants.

Pour surmonter le problème des programmes fractionnaires il convient de normaliser le numérateur ou le dénominateur de la fonction objectif. Nous décrivons ici que la deuxième.

➤ **Les modèles DEA-CCR :**

**Le modèle DEA-CCR des Multiplicateurs de Maximisation-Output :**

En normalisant à 1 le dénominateur de la fonction objectif on obtient :

$$\begin{aligned} \text{Max}_{u_{im}, v_{jm}} z_m &= \sum_{j=1}^J v_{jm} \times y_{jm} \\ \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^I u_{im} \times x_{im} = 1 \\ \sum_{j=1}^J v_{jm} \times y_{jn} - \sum_{i=1}^I u_{im} \times x_{in} \leq 0, 1 \leq n \leq N \\ u_{im} \geq 0 \text{ et } v_{jm} \geq 0, 1 \leq i \leq I \text{ et } 1 \leq j \leq J \end{array} \right. \end{aligned} \quad (3)$$

$u_{im}$  et  $v_{jm}$  : multiplicateurs-inputs et multiplicateurs-outputs

**Ecriture matricielle du modèle DEA-CCR de Maximisation-Output:**

En posant :

$$U_m = \begin{pmatrix} u_{1m} \\ u_{2m} \\ \vdots \\ u_{Im} \end{pmatrix}, V_m = \begin{pmatrix} v_{1m} \\ v_{2m} \\ \vdots \\ v_{Jm} \end{pmatrix}, X_m = \begin{pmatrix} x_{1m} \\ x_{2m} \\ \vdots \\ x_{Im} \end{pmatrix}, X_n = \begin{pmatrix} x_{1n} \\ x_{2n} \\ \vdots \\ x_{In} \end{pmatrix}, Y_m = \begin{pmatrix} y_{1m} \\ y_{2m} \\ \vdots \\ y_{Jm} \end{pmatrix}, Y_n = \begin{pmatrix} y_{1n} \\ y_{2n} \\ \vdots \\ y_{Jn} \end{pmatrix} \text{ pour } 1 \leq n \leq N$$

$$X_n^t = \text{transposée de } X_n = (x_{1m} \ x_{2m} \ \dots \ x_{Im})$$

$$X = (X_1 \ X_2 \ \dots \ X_N) = (x_{in})_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq n \leq N}} \text{ et } Y = (Y_1 \ Y_2 \ \dots \ Y_N) = (y_{jn})_{\substack{1 \leq j \leq J \\ 1 \leq n \leq N}}$$

on obtient la forme matricielle du modèle DEA-CCR de Maximisation-Output:

$$\begin{aligned} \text{Max}_{U_m, V_m} z_m &= V_m^t \cdot Y_m \\ \left\{ \begin{array}{l} U_m^t \cdot X_m = 1 \\ V_m^t \cdot Y - U_m^t \cdot X \leq 0 \\ U_m \geq 0, V_m \geq 0 \end{array} \right. \end{aligned} \quad (4)$$

$U_m$ : vecteurs multiplicateurs-inputs ;  $V_m$  : vecteurs multiplicateurs-outputs.

Les solutions optimales de ce modèle sont notées  $(z_m^*, U_m^*, V_m^*)$ .

**Définition : CCR-efficiace**

On dit que la  $DMU_m$  est *CCR-efficiace* si elle satisfait aux deux conditions suivantes :

$$1) z_m^* = 1$$

2) Il existe au moins une solution  $(U_m^*, V_m^*)$  telle que  $U_m^* > 0$  et  $V_m^* > 0$

Ce modèle DEA-CCR de Maximisation-Output des Multiplicateurs a été introduit par Charnes et al. (1978). Immédiatement après en 1979, Charnes et al. (1979) ont apporté une modification mineure. Dans un programme linéaire conventionnel, les variables de décision sont non-négatives, c'est à dire elles sont supposées être positives ou nulles. Cependant, Charnes et al. (1979) ont changé cette hypothèse en imposant aux variables de décision d'être strictement positives. Ils ont donc changé les contraintes de non négativité :

$$u_{im} \geq 0 \text{ et } v_{jm} \geq 0; (1 \leq i \leq I \text{ et } 1 \leq j \leq J) \Leftrightarrow U_m \geq 0, V_m \geq 0$$

par les contraintes de strict positivité :

$$u_{im} > 0 \text{ et } v_{jm} > 0; (1 \leq i \leq I \text{ et } 1 \leq j \leq J) \Leftrightarrow U_m > 0, V_m > 0$$

ou encore par :

$$u_{im} > \varepsilon \text{ et } v_{jm} > \varepsilon; (1 \leq i \leq I \text{ et } 1 \leq j \leq J) \Leftrightarrow U_m > \varepsilon \cdot E_I^t, V_m > \varepsilon \cdot E_J^t$$

où  $E_I = \left( \frac{1 \ 1 \ \dots \ 1 \ \dots \ 1}{I\text{-fois}} \right)$ ,  $E_J = \left( \frac{1 \ 1 \ \dots \ 1 \ \dots \ 1}{J\text{-fois}} \right)$  et  $\varepsilon$  est une constante infinitésimale ou

non-archimédienne, généralement de l'ordre de  $10^{-5}$  ou  $10^{-6}$ . La constante infinitésimale  $\varepsilon$  a été introduite par Charnes et al. (1979) pour distinguer les DMUs qui ont un score d'efficacité égale à 1 et dont les input-slacks ou output-slacks ne sont pas nuls. Avec ces nouvelles contraintes, le modèle des multiplicateurs change de forme.

**Le modèle DEA-CCR des Multiplicateurs de Maximisation-Output (avec constante  $\varepsilon$ )**

$$\begin{aligned} & \max_{U_m, V_m} z_m = V_m^t \cdot Y_m \\ \text{SC} \quad & \begin{cases} U_m^t \cdot X_m = 1 \\ V_m^t \cdot Y - U_m^t \cdot X \leq 0 \\ U_m \geq \varepsilon, V_m \geq \varepsilon \end{cases} \end{aligned} \quad (5)$$

Dans ce qui suit nous décrivons le *modèle DEA-CCR à Enveloppement* qui est le programme dual du modèle DEA-CCR des Multiplicateurs.

### **Les modèles DEA-CCR à Enveloppement**

La théorie de la programmation linéaire affirme que tout problème de la programmation linéaire (généralement appelé problème primal) est étroitement lié à un autre programme appelé problème dual.

### **Modèle DEA-CCR à Enveloppement et à Orientation-Input (avec constante $\varepsilon$ ):**

$$\begin{aligned} \min_{\theta_m, \Lambda, S^+, S^-} \phi_m &= \theta_m - \varepsilon(E_J \cdot S^+ + E_I \cdot S^-) \\ \begin{cases} Y \cdot \Lambda - S^+ &= Y_m \\ \theta_m \cdot X_m - X \cdot \Lambda - S^- &= 0 \\ \Lambda \geq 0, S^+ \geq 0, S^- \geq 0, \theta_m \in \mathbb{R} \end{cases} \end{aligned} \quad (6)$$

avec

$$\begin{aligned} S^+ &= \begin{pmatrix} s_1^+ \\ s_2^+ \\ \vdots \\ s_j^+ \\ \vdots \\ s_j^+ \end{pmatrix}, \quad S^- = \begin{pmatrix} s_1^- \\ s_2^- \\ \vdots \\ s_i^- \\ \vdots \\ s_l^- \end{pmatrix}, \quad \Lambda = \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \vdots \\ \lambda_N \end{pmatrix}, \quad E_I = \left( \underbrace{1 \ 1 \ \dots \ 1 \ \dots \ 1}_{I\text{-fois}} \right), \quad E_J = \left( \underbrace{1 \ 1 \ \dots \ 1 \ \dots \ 1}_{J\text{-fois}} \right) \\ X_n &= \begin{pmatrix} x_{1n} \\ x_{2n} \\ \vdots \\ x_{in} \end{pmatrix}, \quad Y_n = \begin{pmatrix} y_{1n} \\ y_{2n} \\ \vdots \\ y_{jn} \end{pmatrix} \text{ pour } 1 \leq n \leq N \\ X &= (X_1 \ \dots \ X_N) = (x_{in})_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq n \leq N}} \text{ et } Y = (Y_1 \ \dots \ Y_N) = (y_{jn})_{\substack{1 \leq j \leq J \\ 1 \leq n \leq N}} \end{aligned}$$

Nous avons signalé auparavant que la constante infinitésimale  $\varepsilon$  a été introduite par les Charnes et al. (1979) pour distinguer les DMU *faiblement* efficaces des DMU *fortement* efficaces. Cependant, les valeurs numériques de  $\varepsilon$  devraient être choisies dans les calculs beaucoup plus petites que les valeurs numériques des inputs et outputs de manière à ce qu'elles n'affectent pas l'optimisation. Une procédure d'optimisation à deux phases a été suggérée par Ali et Seiford (1993) et Joro et al (1998) pour surmonter ce problème technique.

**Résolution en deux phases :**

**Phase 1 :** On résout le programme DEA-CCR à Enveloppement et à Orientation-Output sans la constante infinitésimale  $\varepsilon$

$$\begin{cases} \min_{\theta_m, \Lambda} \phi_m = \theta_m \\ Y \cdot \Lambda \geq Y_m \\ \theta_m \cdot X_m \leq X \cdot \Lambda \\ \Lambda \geq 0, \theta_m \in \mathbb{R} \end{cases} \quad (7)$$

On note  $\theta_m^*$  la solution optimale de ce programme.

**Phase 2 :** On utilise la solution optimale  $\theta_m^*$  de la phase 1 pour résoudre le programme de maximisation (des slacks) suivant

$$\begin{cases} \min_{\Lambda, S^+, S^-} E_J \cdot S^+ + E_I \cdot S^- \\ Y \cdot \Lambda - S^+ = Y_m \\ \theta_m^* \cdot X_m - X \cdot \Lambda - S^- = 0 \\ \Lambda \geq 0, S^+ \geq 0, S^- \geq 0 \end{cases} \quad (8)$$

La solution optimale de ce programme sera notée  $(\Lambda^*, S^{+*}, S^{-*})$

**Définition :** *Vecteur des inputs en Excès (Inputs-Slacks) et vecteur des outputs en Déficits (Outputs-Slacks)*

Les vecteurs  $S^+$  et  $S^-$  solutions de la phase 2 et définis par :

$$\begin{cases} S^+ = Y \cdot \Lambda^* - Y_m \\ S^- = \theta_m^* \cdot X_m - X \cdot \Lambda^* \end{cases} \quad (9)$$

s'appellent respectivement *Vecteur des Inputs en Excès* et *Vecteur des Outputs en Déficits*.

**Définition :** *Solution Max-Slack, solution Zéro-Slack*

La solution optimale  $(\Lambda^*, S^{+*}, S^{-*})$  du PL de la phase 2 s'appelle la solution Max-Slack. Si la solution Max-Slack satisfait  $S^+ = 0$  et  $S^- = 0$  alors elle est appelée solution Zéro-Slack.

**Définition :** *CCR-Efficience, Efficience Radiale, Efficience Technique, Mix-Inefficience*

Si une solution optimale  $(\theta_m^*, \Lambda^*, S^{+*}, S^{-*})$  des PL des deux phases vérifie  $\theta_m^* = 1$  et est Zéro-Slack ( $S^+ = 0, S^- = 0$ ) alors la  $DMU_m$  est dite *CCR-efficiente*. Sinon

elle est dite *CCR-inefficiente*. Si uniquement la première condition est satisfaite alors la  $DMU_m$  est dite *radialement efficace*. Si la deuxième condition n'est pas satisfaite alors on parle de *Mix-inefficience*.

**Définition :** Ensemble de référence d'une DMU inefficente

Soit  $(\Lambda^*, S^{+*}, S^{-*})$  la solution Max-Slack du PL de la phase 2 de la  $DMU_m$ . Si la  $DMU_m$  est CCR-inefficente alors on définit l'ensemble de référence de la  $DMU_m$ , noté  $E_m$  :

$$E_m = \{n/\lambda_n^* > 0, 1 \leq n \leq N\} \quad (10)$$

La solution optimale  $(\Lambda^*, S^{+*}, S^{-*})$  vérifie alors :

$$Y_m = Y \cdot \Lambda^* - S^{+*} = (Y_1 \ Y_2 \ \dots \ Y_n \ \dots \ Y_N) \cdot \begin{pmatrix} \lambda_1^* \\ \lambda_2^* \\ \vdots \\ \lambda_n^* \\ \vdots \\ \lambda_N^* \end{pmatrix} - S^{+*} = \sum_{n \in E_m} \lambda_n^* \cdot Y_n - S^{+*}$$

$$\theta_m^* \cdot X_m = X \cdot \Lambda^* + S^{-*} = (X_1 \ X_2 \ \dots \ X_n \ \dots \ X_N) \cdot \begin{pmatrix} \lambda_1^* \\ \lambda_2^* \\ \vdots \\ \lambda_n^* \\ \vdots \\ \lambda_N^* \end{pmatrix} + S^{-*} = \sum_{n \in E_m} \lambda_n^* \cdot X_n + S^{-*}$$

Il est clair que

$$\begin{cases} X_m \geq \theta_m^* \cdot X_m - S^{-*} = \sum_{n \in E_m} \lambda_n^* \cdot X_n \\ Y_m \leq Y_m + S^{+*} = \sum_{n \in E_m} \lambda_n^* \cdot Y_n \end{cases} \quad (11)$$

Ces inégalités suggèrent que l'efficacité de la  $DMU_m$  peut être améliorée en réduisant radialement le vecteur des inputs  $X_m$  par le ratio  $\theta_m^*$  et en retranchant le vecteur des inputs en excès  $S^{-*}$ . De même, l'efficacité de la  $DMU_m$  peut être améliorée en augmentant le vecteur des outputs  $Y_m$  par le vecteur des outputs en déficits  $S^{+*}$ .

Les formules permettant l'amélioration de l'efficacité sont données par :

$$\begin{cases} \hat{X}_m = X_m - \Delta X_m = \theta_m^* \cdot X_m - S^{-*} \leq X_m : \text{Vecteur Input} - \text{cible de la } D_i \text{ (12)} \\ \hat{Y}_m = Y_m + \Delta Y_m = Y_m + S^{+*} \geq Y_m : \text{Vecteur Output} - \text{cible de la } DMU_1 \end{cases}$$

Ce sont des formules de *projection* sur la frontière d'efficacité.

### ***Intérêt de l'utilisation d'un modèle CCR à Enveloppement :***

Soulignons que dans la pratique le nombre  $N$  des DMUs est considérablement plus large que le nombre  $I + J$  des inputs et des outputs ( $N \geq 3(< i + J)$ ). Signalons aussi que le nombre de contraintes d'un modèle DEA-CCR des Multiplicateurs est égal à  $N$  alors que le nombre de contraintes d'un modèle DEA-CCR à Enveloppement est égal à  $I + J$ . Le deuxième avantage est le fait qu'un modèle DEA-CCR à Enveloppement garanti l'obtention des Vecteurs Inputs en Excès et des Vecteurs Outputs en Déficits  $(\Lambda^*, S^{+*}, S^{-*})$  qui permettent l'amélioration de l'efficacité des DMUs inefficaces.

### **➤ Les modèles DEA-BCC :**

Rappelons que les modèles DEA-CCR supposent que les unités de décision opèrent dans un environnement à *rendement d'échelle constant*. Cette hypothèse contraignante a limité pendant longtemps l'utilisation de ces modèles. Banker et al. (1984) ont été les premiers à proposer des modèles qui améliorent les modèles DEA-CCR en prenant en compte les *rendements d'échelle variables*. Leur idée était simple et a consisté à introduire une condition de *convexité* parmi les contraintes des modèles DEA-CCR à Enveloppement. La contrainte de convexité est donnée par  $\sum_{n=1}^N \lambda_n = 1$  pour le modèle à Enveloppement et à Orientation-Input et par  $\sum_{n=1}^N \gamma_n = 1$  pour le modèle à Enveloppement et à Orientation-Output. Dans la littérature DEA, les modèles DEA-BCC sont aussi appelés DEA-VRS (rendements d'échelle variables) et les modèles DEA-CCR sont aussi appelés DEA-CRS (rendements d'échelle constants).

Nous donnons ci-dessous le modèle DEA-BCC à Enveloppement avec constante infinitésimale.

### **Modèle DEA-BCC à Enveloppement et à Orientation-Output avec constante $\varepsilon$ :**

$$\begin{aligned} \max_{\eta_m, \Gamma, T^+, T^-} \quad & \psi_m = \eta_m + \varepsilon(E_J \cdot T^+ + E_I \cdot T^-) \\ & \left\{ \begin{array}{l} X_m = X \cdot \Gamma + T^- \\ \eta_m \cdot Y_m = Y \cdot \Gamma - T^+ \\ E \cdot \Gamma = 1 \\ \Gamma \geq 0, T^+ \geq 0, T^- \geq 0, \eta_m \in \mathbb{R} \end{array} \right. \end{aligned} \quad (13)$$

Avec :

$$\begin{aligned}
S^+ &= \begin{pmatrix} s_1^+ \\ s_2^+ \\ \vdots \\ s_j^+ \\ \vdots \\ s_j^+ \end{pmatrix}, \quad S^- = \begin{pmatrix} s_1^- \\ s_2^- \\ \vdots \\ s_i^- \\ \vdots \\ s_i^- \end{pmatrix}, \quad \Lambda = \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \vdots \\ \lambda_N \end{pmatrix}, \quad T^+ = \begin{pmatrix} t_1^+ \\ t_2^+ \\ \vdots \\ t_j^+ \\ \vdots \\ t_j^+ \end{pmatrix}, \quad T^- = \begin{pmatrix} t_1^- \\ t_2^- \\ \vdots \\ t_i^- \\ \vdots \\ t_i^- \end{pmatrix}, \quad \Gamma = \begin{pmatrix} \gamma_1 \\ \gamma_2 \\ \vdots \\ \gamma_n \\ \vdots \\ \gamma_N \end{pmatrix} \\
E_I &= \left( \frac{1 \ 1 \ \dots \ 1 \ \dots \ 1}{I\text{-fois}} \right), \quad E_J = \left( \frac{1 \ 1 \ \dots \ 1 \ \dots \ 1}{J\text{-fois}} \right), \quad E = \left( \frac{1 \ 1 \ \dots \ 1 \ \dots \ 1}{N\text{-fois}} \right) \quad ; \quad X_n = \begin{pmatrix} x_{1n} \\ x_{2n} \\ \vdots \\ x_{In} \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad Y_n = \\
&\quad \begin{pmatrix} y_{1n} \\ y_{2n} \\ \vdots \\ y_{Jn} \end{pmatrix} \\
X &= (X_1 \ \dots \ X_N) = (x_{in})_{\substack{1 \leq i \leq I \\ 1 \leq n \leq N}} \quad \text{et} \quad Y = (Y_1 \ \dots \ Y_N) = (y_{jn})_{\substack{1 \leq j \leq J \\ 1 \leq n \leq N}}
\end{aligned}$$

### - Rendements d'échelle et modèles DEA-CCR à Enveloppement :

Soit la solution optimale  $(\theta_m^*, \Lambda^*, S^{*+}, S^{*-})$  du modèle DEA-CCR à Enveloppement et à Orientation-Input associée à la  $DMU_m$  où

$$S^{*+} = \begin{pmatrix} s_1^{*+} \\ s_2^{*+} \\ \vdots \\ s_j^{*+} \\ \vdots \\ s_j^{*+} \end{pmatrix}, \quad S^{*-} = \begin{pmatrix} s_1^{*-} \\ s_2^{*-} \\ \vdots \\ s_i^{*-} \\ \vdots \\ s_i^{*-} \end{pmatrix}, \quad \Lambda^* = \begin{pmatrix} \lambda_1^* \\ \lambda_2^* \\ \vdots \\ \lambda_n^* \\ \vdots \\ \lambda_N^* \end{pmatrix}$$

Le résultat ci-dessous donne la relation entre le type de rendements d'échelle exhibé par la  $DMU_m$  et les valeurs prises par les variables  $\lambda_n^*$ .

#### Résultat :

- 1)  $\sum_{n=1}^N \lambda_n^* < 1$  : la  $DMU_m$  opère sous rendements d'échelle sont croissants
- 2)  $\sum_{n=1}^N \lambda_n^* > 1$  : la  $DMU_m$  opère sous rendements d'échelle sont décroissants
- 3)  $\sum_{n=1}^N \lambda_n^* = 1$  : la  $DMU_m$  opère sous rendements d'échelle sont constants

### Efficiences technique, efficacité technique pure et efficacité d'échelle :

Nous pouvons distinguer deux types d'efficacité d'une DMU selon la nature du modèle CCR (rendements d'échelle constants) ou BCC (rendements d'échelle variables). Le modèle DEA-CCR estime une *efficacité technique globale* qui se décompose en *efficacité technique pure* et *efficacité d'échelle*. L'efficacité technique décrit l'efficacité en convertissant les inputs en outputs, tandis que l'efficacité d'échelle reconnaît que l'économie d'échelle ne peut être atteinte à toutes les échelles de production et qu'il y a une *Taille d'Echelle la Plus Productive*

(Most Productive Scale Size) où l'efficacité d'échelle est à son maximum 100 pour cent. Le modèle DEA-BCC prend en considération la variation de l'efficacité relativement à l'échelle de l'opération, donc il mesure l'efficacité technique pure. L'efficacité CCR se décompose sous la forme :

$$CCR - Efficacité = (Efficacité d'échelle) \times (BCC - Efficacité) \quad (14)$$

L'inégalité suivante est toujours réalisée :

$$CCR - Efficacité \leq BCC - Efficacité$$

L'égalité a lieu lorsque l'efficacité d'échelle est égale à un, c'est-à-dire la DMU opère à sa Taille d'Echelle la Plus Productive.

#### 4. Résultats et interprétation

##### 4.1 Evaluation de l'efficacité technique des 59 banques conventionnelles des 11 pays de la région MENA entre 2017 et 2021 par la méthode DEA

Nous avons appliqué le modèle DEA en utilisant l'approche orienté output sous l'hypothèse VRS aux 59 banques conventionnelles des 11 pays de la région MENA entre 2017 et 2021. Le tableau 3 affiche quelques scores d'efficacité technique, d'efficacité technique pure et d'efficacité d'échelle ainsi que le type de rendements d'échelle des 59 banques conventionnelles.

**Tableau 3** : Quelques scores d'efficacité technique, d'efficacité technique pure et d'efficacité d'échelle des 59 banques conventionnelles de 11 pays du MENA durant la période 2017-2021

	2017				2018				2019				2020				2021			
	cte	vte	ste		cte	vte	ste		cte	vte	ste		cte	vte	ste		cte	vte	ste	
1	0,98	1,00	0,98	D	0,94	1,00	0,94	D	0,91	0,99	0,91	D	0,93	0,98	0,95	D	0,94	1,00	0,94	D
2	1,00	1,00	1,00	-	0,95	0,97	0,98	I	0,93	1,00	0,93	I	0,94	0,99	0,95	I	1,00	1,00	1,00	-
3	0,83	0,97	0,85	D	0,81	0,98	0,83	D	0,78	0,97	0,80	D	0,76	0,95	0,80	D	0,75	0,93	0,81	D
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
57	0,77	0,77	0,99	D	0,76	0,76	1,00	-	0,72	0,72	1,00	-	0,74	0,74	1,00	-	0,78	0,78	1,00	D
58	0,75	0,77	0,97	D	0,77	0,79	0,98	D	0,81	0,82	0,99	D	0,84	0,84	1,00	I	0,86	0,86	1,00	D
59	0,83	0,86	0,97	D	0,93	0,93	1,00	D	0,84	0,88	0,95	I	0,81	0,86	0,95	I	0,79	0,79	1,00	-

cte : constant return scale technical efficiency (efficacité technique sous rendement d'échelle constant)  
vte : variable return scale technical efficiency (efficacité technique sous rendement d'échelle variable)  
ste : efficacité d'échelle; C : constant return scale ; D : Decreasing return scale ; I : Increasing return scale

Le tableau 4 affiche l'évolution des scores minimums, maximums et moyens des 59 banques conventionnelles durant la période 2017-2021.

**Tableau 4** : Scores minimums, maximums et moyens des 59 banques conventionnelles entre 2017 et 2021

	2017			2018			2019			2020			2021		
Min	0,670	0,697	0,770	0,679	0,682	0,751	0,645	0,657	0,710	0,667	0,694	0,728	0,657	0,697	0,690
Max	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Moy	0,868	0,919	0,945	0,852	0,922	0,927	0,824	0,910	0,909	0,850	0,910	0,935	0,860	0,917	0,939

Nous remarquons que le score moyen de l'efficacité-CCR des 59 banques atteint en moyenne 90% durant les cinq années de 2017 à 2021. Cela signifie qu'en moyenne les banques conventionnelles sont CCR-inefficientes dans les cinq années.

Le tableau 5 affiche l'évolution des pourcentages de banques conventionnelles efficaces CCR, BCC et d'échelle durant les cinq années de 2017 à 2021.

**Tableau 5** : Pourcentages de banques conventionnelles efficaces CCR, BCC et d'échelle entre 2017 et 2021

% de banques conventionnelles efficaces	2017			2018			2019			2020			2021		
	cte	vte	ste	cte	vte	ste	cte	vte	ste	cte	vte	ste	cte	vte	ste
	15,25%	32,20%	18,64%	13,56%	0,51%	18,64%	11,86%	25,42%	15,25%	15,25%	25,42%	20,34%	20,34%	2,20%	7,12%

Nous constatons que le pourcentage de banques conventionnelles CCR-éfficaces est faible, 15% en 2017, 14% en 2018, 12% en 2019, 15% en 2020 et 20% en 2021.

Les figures suivantes représentent l'évolution des scores moyens d'efficacité technique globale (CCR), d'efficacité technique pure (BCC) et d'efficacité d'échelle des 59 banques des 11 pays du MENA entre 2017 et 2021.

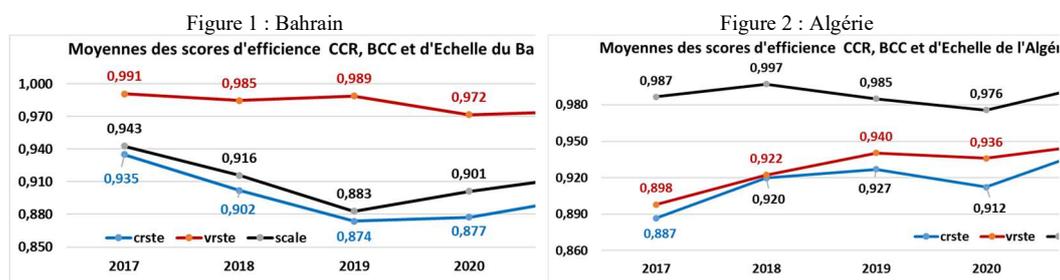


Figure 3 : Emirates Arabes Unies

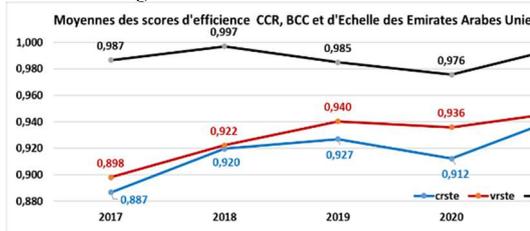


Figure 4 : Egypte

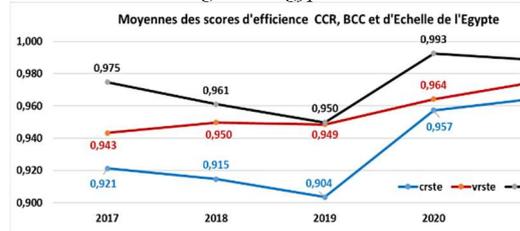


Figure 5 : Jordanie

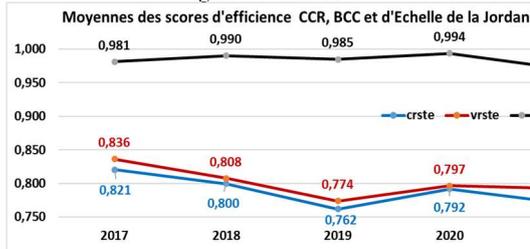


Figure 6 : Koeit

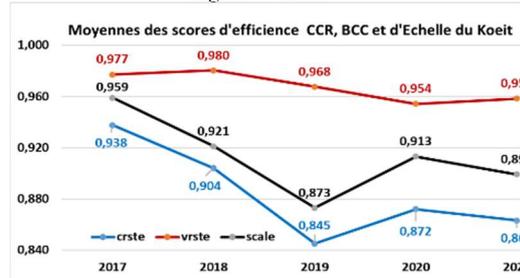


Figure 7 : Liban

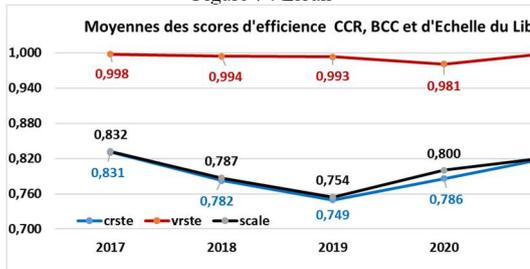


Figure 8 : Maroc

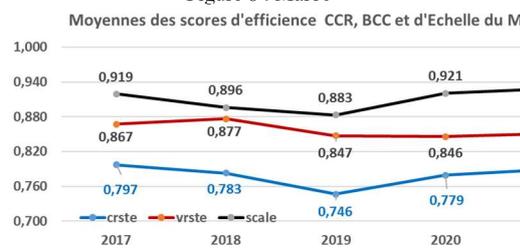


Figure 9 : Oman

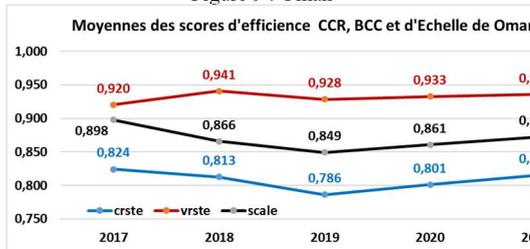


Figure 10 : Qatar

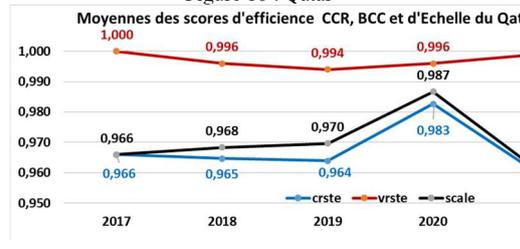
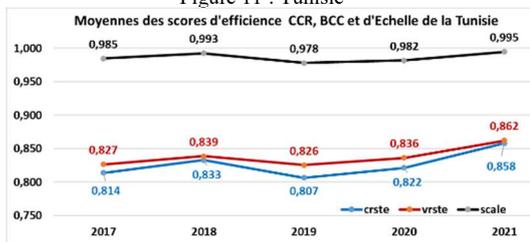


Figure 11 : Tunisie



Le tableau 6 compare les scores moyens d'efficacités CCR, BCC et d'Echelle des 59 banques conventionnelles des 11 pays du MENA durant la période 2017-2021.

**Tableau 6 :** Scores moyens d'efficacités CCR, BCC et d'Echelle des banques conventionnelles des 11 pays

	Bahraïn	Algérie	EAU	Egypte	Jordanie	Kuwait	Liban	Maroc	Oman	Qatar	Tunisie
N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
cte	0,897	0,918	0,898	0,932	0,789	0,884	0,794	0,779	0,808	0,967	0,827
vte	0,982	0,929	0,957	0,956	0,801	0,968	0,993	0,858	0,932	0,997	0,838
ste	0,912	0,988	0,939	0,973	0,984	0,913	0,799	0,910	0,869	0,970	0,987

La figure 12 représente l'évolution des scores moyens d'efficacités CCR, BCC et d'Echelle des 59 banques conventionnelles des 11 pays du MENA durant la période 2017-2021.

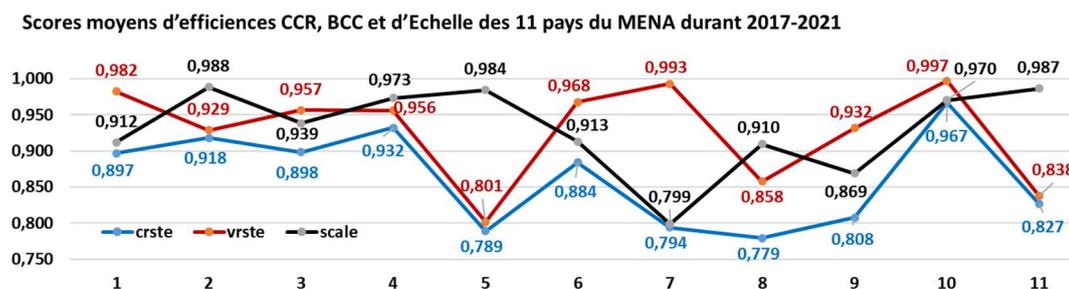


Figure 12 : Scores moyens d'efficacités CCR, BCC et d'Echelle des banques conventionnelles des 11 pays

Nous constatons que les banques conventionnelles du Qatar ont le score moyen d'efficacités-CCR le plus élevé durant 2017-2021. La banque Ahli bank de Qatar est CCR et BCC efficace durant 2017-2021 et évolue dans une situation de rendements d'échelle constants. La Commercial bank of Qatar est BCC-efficace durant 2017-2021. Les deux banques, la Commercial bank of Qatar et la Doha bank, opèrent dans une situation de rendements d'échelle décroissants. Cette situation se produit lorsque la consommation moyenne de ressources augmente avec une augmentation des outputs produits. Ces deux banques dans une telle situation ont d'ores et déjà dépassé leurs tailles optimales. Pour améliorer leurs scores d'efficacités d'échelle, elles doivent réduire leur production. Dans une situation de déséconomie d'échelle, une variation dans la production d'outputs de 1% implique une variation dans la consommation d'intrants de plus de 1%.

Les banques conventionnelles du Maroc et de la Jordanie ont les scores moyens d'efficacité-CCR (77,9% et 78,9% respectivement) les plus bas durant 2017-2021. Leur inefficacité est due essentiellement à une taille non optimale (inefficacité d'échelle).

#### 4.2 Evaluation de l'efficacité technique des 22 banques islamiques des 7 pays de la région MENA entre 2017 et 2021 par la méthode DEA

Nous avons appliqué le modèle DEA en utilisant l'approche orienté output sous l'hypothèse VRS aux 22 banques islamiques de 7 pays de la région MENA entre 2017 et 2021. Le tableau 7 affiche quelques scores d'efficacité technique, d'efficacité technique pure et d'efficacité d'échelle ainsi que le type de rendements d'échelle des 22 banques islamiques.

**Tableau 7 :** Quelques scores d'efficacité technique, d'efficacité technique pure et d'efficacité d'échelle des 22 banques islamiques des 7 pays du MENA durant la période 2017-2021

N°	2017				2018				2019				2020				2021			
	cte	vte	ste		cte	vte	ste		cte	vte	ste		cte	vte	ste		cte	vte	ste	
1	0,59	0,59	0,99	I	0,56	0,59	0,94	I	0,64	0,69	0,93	I	0,79	0,83	0,95	I	0,84	0,85	0,99	I
2	1,00	1,00	1,00	C	0,95	0,96	0,99	I	0,49	0,51	0,96	I	0,53	0,59	0,90	I	0,52	0,57	0,92	I
3	0,45	0,45	1,00	C	0,46	0,46	1,00	C	0,52	0,52	1,00	C	0,54	0,54	1,00	I	0,50	0,51	0,98	D
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮	
19	1,00	1,00	1,00	C																
20	1,00	1,00	1,00	C																
21	0,31	0,31	0,99	D	0,38	0,55	0,70	I	0,41	0,63	0,65	I	0,36	0,54	0,66	I	0,42	0,68	0,62	I
22	0,36	0,36	1,00	I	0,33	0,33	0,99	I	0,30	0,33	0,90	I	0,38	0,42	0,89	I	0,40	0,43	0,92	I

Le tableau 8 affiche l'évolution des scores minimums, maximums et moyens des 22 banques islamiques durant la période 2017-2021.

**Tableau 8 :** Scores minimums, maximums et moyens des 22 banques islamiques durant 2017-2021

	2017			2018			2019			2020			2021		
	cte	vte	ste												
Min	0,16	0,32	0,29	0,27	0,27	0,31	0,33	0,30	0,32	0,31	0,45	0,51	0,31	0,28	0,29
Max	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Moyenne	0,66	0,66	0,61	0,65	0,62	0,72	0,75	0,73	0,78	0,73	0,90	0,89	0,85	0,85	0,85

Nous remarquons que le score moyen d'efficacité-CCR des 22 banques atteint en moyenne 64% durant la période 2017-2021.

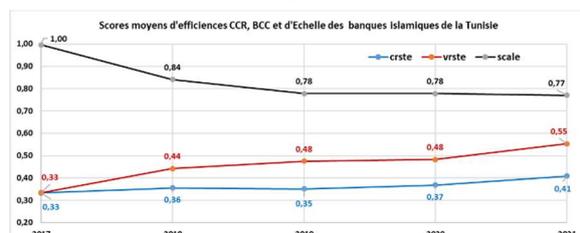
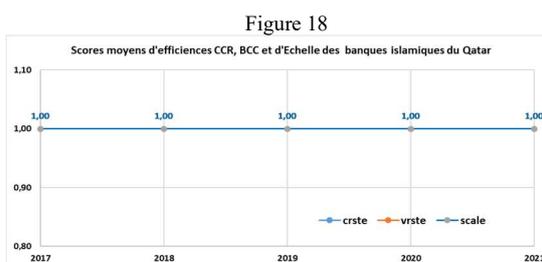
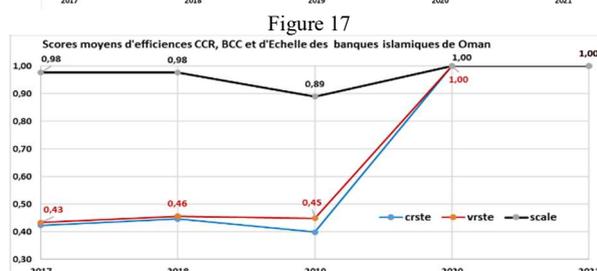
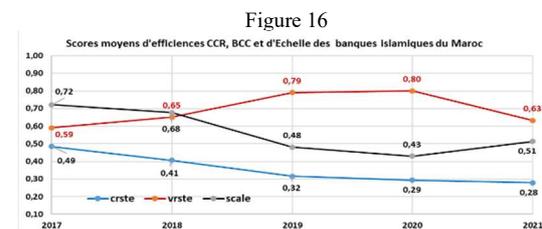
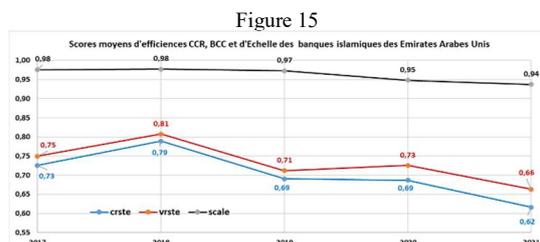
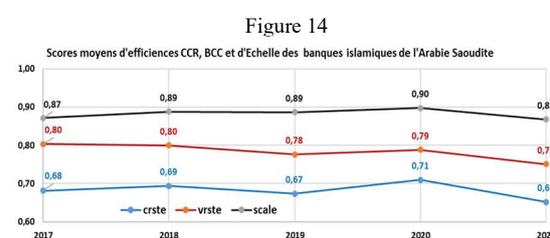
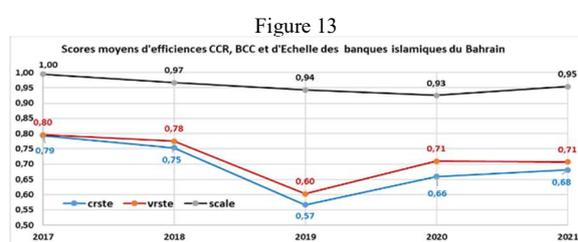
Le tableau 9 affiche le pourcentage de banques islamiques efficaces CCR, BCC et d'échelle durant la période 2017-2021.

**Tableau 9** : Pourcentage de banques islamiques efficaces CCR, BCC et d'échelle durant 2017-2021

	2017			2018			2019			2020			2021		
	cte	vte	ste												
Pourcentage de banques islamiques efficaces	14%	27%	18%	14%	27%	23%	14%	32%	18%	14%	36%	14%	14%	32%	14%

Nous constatons que le pourcentage de banques islamiques CCR-efficaces est faible, 14% en 2017, 2018, 2019, 2020 et 2021. Alors que le pourcentage de banques islamiques BCC-efficaces atteint en moyenne 31% entre 2017 et 2021.

Les figures suivantes représentent l'évolution des scores moyens d'efficience technique globale (CCR), d'efficience technique pure (BCC) et d'efficience d'échelle des 22 banques islamiques des 7 pays du MENA durant la période 2017-2021.



Nous constatons sur ces figures que Qatar est le seul pays dont les banques islamiques sont en moyenne CCR-efficaces et BCC-efficaces dans les 5 années.

Les banques islamiques de Oman étaient aussi CCR-efficaces en 2021 mais leur score moyen de CCR-efficacité a atteint 44% de 2017 à 2020.

Le Maroc est le pays de la région MENA dont les banques islamiques ont le score moyen de CCR-efficacité le plus faible atteignant 36% durant les 5 années.

Le tableau 10 compare les scores moyens d'efficacités CCR, BCC et d'Echelle des 22 banques islamiques des 7 pays du MENA durant la période 2017-2021.

**Tableau 10** : Scores moyens d'efficacités CCR, BCC et d'Echelle des banques islamiques des 7 pays du MENA

	Bahrain 1	Arabie Saoudite 2	Emirates Arabe Unis 3	Maroc 4	Oman 5	Qatar 6	Tunisie 7
cte	0,69	0,68	0,70	0,36	0,65	1,00	0,36
vte	0,72	0,78	0,73	0,69	0,67	1,00	0,46
ste	0,96	0,88	0,96	0,56	0,97	1,00	0,83

La figure 20 représente l'évolution des scores moyens d'efficacités CCR, BCC et d'Echelle des banques islamiques des 7 pays du MENA durant la période 2017-2021.

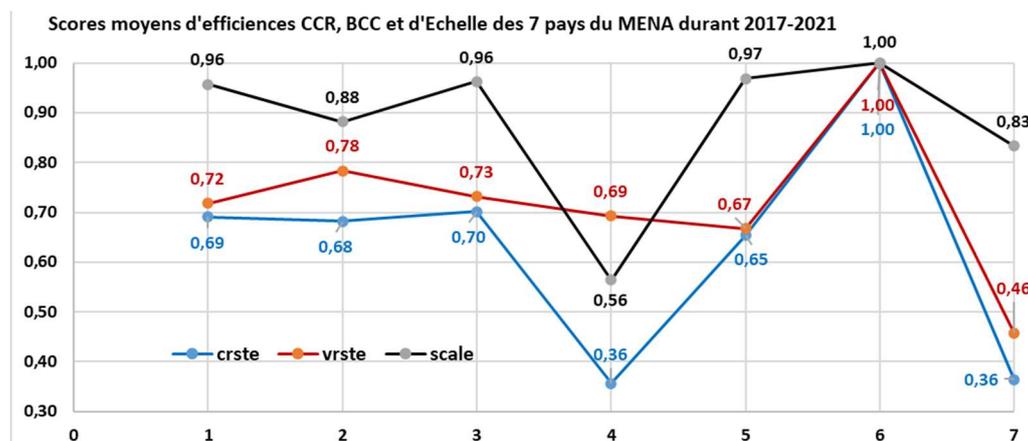


Figure 20 : Scores moyens d'efficacités CCR, BCC et d'Echelle des banques islamiques des 7 pays

Nous constatons que les banques islamiques du Qatar ont le score moyen d'efficacité-CCR le plus élevé durant 2017-2021. En effet, les deux banques islamiques analysées du Qatar, Masraf Al Rayan Bank et Qatar Islamic Bank sont CCR-efficaces durant les 5 années.

Les banques islamiques du Maroc ont le score moyen d'efficacité-CCR le plus bas durant 2017-2021, atteignant 36%. L'inefficacité est due à une gestion perfectible (inefficacité technique pure) d'une part et à une taille non optimale d'autre part (inefficacité d'échelle).

## 5. Conclusion

Dans ce papier, nous avons appliqué le modèle DEA pour la mesure de l'efficacité technique des banques de la région MENA. Compte tenu de la non disponibilité des données dans toute la région, nous nous sommes limité à 81 banques appartenant à 12 pays de la région MENA. Nous avons divisé les 81 banques en deux classes, la classe des banques conventionnelles contenant 59 banques appartenant à 11 pays et la classe des banques islamiques comprenant 22 banques appartenant à 7 pays. Pour les deux classes de banques, nous avons choisi trois variables inputs qui sont les Dettes (hormis les capitaux propres), les Charges générales d'exploitation et les Dotations aux amortissements des immobilisations et 2 variables outputs qui sont le Total actif (hormis les immobilisations) et le Produit net bancaire. Les résultats ont été obtenus en appliquant le logiciel DEAP Version 2.1 (Coelli (1996)). Nous avons appliqué la méthode DEA sous l'hypothèse de rendements d'échelle variables et selon l'orientation output.

Concernant les 59 banques conventionnelles, nous avons trouvé que le score moyen de l'efficacité-CCR a atteint 90% durant la période 2017-2021. Nous avons aussi constaté que le pourcentage de banques conventionnelles CCR-é efficientes est faible, ne dépassant pas les 16%. Les résultats ont montré aussi que Qatar est le seul pays dont les banques conventionnelles sont BCC-é efficientes durant les 5 années d'affilé. Les scores d'efficacité-CCR du Qatar ont dépassé les 93% durant les 5 années et l'inefficacité en moyenne est due surtout à la taille non optimale. Nous avons également comparé l'évolution des scores moyens d'efficacités CCR, BCC et d'Echelle des 59 banques conventionnelles des 11 pays du MENA. Nous avons trouvé que les banques conventionnelles du Qatar ont le score moyen d'efficacité-CCR le plus élevé durant la période 2017-2021 atteignant 96,7%. La banque Ahli bank de Qatar est CCR-é efficiente durant toute la période et évolue dans une situation de rendements d'échelle constants. Les deux autres banques du Qatar, la Commercial bank of Qatar et la Doha bank sont presque toutes les deux BCC-é efficientes et opèrent dans une situation de rendements d'échelle décroissants durant toute la période. Autrement dit, l'inefficacité de ces deux banques est due surtout au dépassement de la taille optimale. Pour améliorer leur efficacité, les deux banques devaient réduire leur production. Les banques conventionnelles du Maroc

et de la Jordanie ont les scores moyens d'efficience-CCR (77,9% et 78,9% respectivement) les plus bas durant 2017-2021. Leur inefficience est due surtout à une taille non optimale d'autre part.

Concernant les 22 banques islamiques, nous avons trouvé que leur score moyen d'efficience-CCR a atteint en moyenne 64% durant 2017-2021. Nous avons aussi constaté que le pourcentage de banques islamiques CCR-efficentes est faible, 14% durant les cinq années de la période, alors que le pourcentage de banques islamiques BCC-efficentes a atteint en moyenne 31% entre 2017 et 2021. Nous avons également trouvé que Qatar est le seul pays dont les banques islamiques sont en moyenne CCR-efficentes durant les 5 années d'affilé. Le score moyen de la CCR-efficience des banques islamiques de Oman ont aussi atteint 100% en 2021 mais avec des scores moyens qui avoisinent 44% de 2017 à 2020.

Les banques islamiques du Maroc ont eu le score moyen de CCR-efficience le plus faible, atteignant en moyenne 36% durant les 5 années. Leur inefficience est due à une gestion perfectible d'une part et à une taille non optimale d'autre part.

## Références

- Alber, N., & Attia, H. (2022). Bank Efficiency, Competition and Concentration in MENA Region Countries: A Granger Causality Approach. *European Journal of Business and Management Research*, 7(6). 35-42. <https://doi.org/10.24018/ejbmr.2022.7.6.1688>
- Ali, A., & Seiford, M. (1993). The Mathematical Programming Approach to Efficiency Analysis. In *Fried HO and SS Schmidt (eds.). The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications*, Oxford U.K.: 120-159.
- Apergis, N., & Polemis, M.L. (2016). Competition and efficiency in the MENA banking region: a non-structural DEA approach. *Applied Economics*, <https://doi.org/10.1080/00036846.2016.1176112>.
- 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*. 2017, 5(1), 7. <https://doi.org/10.3390/ijfs5010007>
- Banker, R., Charnes, R., & Cooper W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science* vol. 30, pp. 1078-1092.
- Bekakria, I., & Azzouz, S. (2020). Etude comparative entre l'efficience des Banques islamiques et des banques conventionnelles : Méthode DEA. *Revue des sciences commerciales et de gestion*. 16(1), 78-96.

- Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of financial institutions. International surveys and directions for future research. *European Journal of Operational Research*, vol. 98, 175-212.
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1979). Short Communication: Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *EJOR*: 339.
- Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- Coelli, T. J. (1996). A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program. *Working Paper 96/08*. Brisbane: Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of Queensland.
- Cook, W. D., & Zhu, J. (2014). Data Envelopment Analysis. A Handbook on the Modeling of Internal Structures and Networks. Research & Management Science. Springer Science+Business Media New York 2014.
- Cooper, W., Seiford, L., & Tone, K. (2002). Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- De La Villarmois, O. (2001). Le concept de performance et sa mesure : un état de l'art. *Cahier de la recherche, GREMCO/CLAREE-IAE de Lille*. 2001.
- Eisazadeh, S., & Shaeri, Z. (2012). An analysis of bank efficiency in the MENA. *The International Journal of Banking and Finance*, 9(4), 28-47.
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290.
- Hwang, S. N., Lee, H. S., Zhu, J. (2016). Handbook of Operations Analytics Using Data Envelopment. *International Series in Operations Research & Management Science*. Springer Science+Business Media New York 2016.
- Johnes, J., Izzeldin, M., & Pappas V. (2012). A comparison of performance of Islamic and conventional banks 2004 to 2009. *Working Papers 12893801*, Lancaster University Management School, Economics Department.
- Joro, T., Korhonen, P., & Wallenius, J. (1998). Structural comparison of data envelopment analysis and multiple objective linear programming. *Management Sci.* 40, 962-970. *Journal of Productivity Analysis* 5:171-180.
- Mariani, A., Saal, D., & Battisti, G. (2010). Efficiency in Islamic and conventional banking: an international comparison. *Journal of Productivity Analysis*, 34, (1), 25-43.
- Rizk, S. (2022). Efficiency in the MENA banking industry, the stochastic frontier approach. *Financial Markets, Institutions and Risks*, 6(2).

- Tahi, A., Djebbouri, M., & Benzai Y. (2020). Assessing the efficiency of Islamic and conventional banks in the MENA banking system: Data Envelopment Analysis DEA investigation. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 30(1), 414-426.
- Wen, M. (2015). *Uncertain Data Envelopment Analysis*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.