

ANALYSE DE L'EFFICACITE OFFENSIVE DES EQUIPES NATIONALES DE FOOTBALL: CAS DE LA COUPE D'AFRIQUE DES NATIONS

Nuama Ekou

Maître-Assistant à l'UFR des Sciences Economiques et de Gestion (Université de Cocody) et
Chercheur au CIRES³³

Abstract

The objective of this paper is to study the evolution of the sportive performance of participant countries to the African Nations football Cup during the edition 2004, 2006, 2008 et 2012 with a stochastic frontier. The study shows that participant countries are besides of the efficiency frontier; their average sportive performance is about 73%. Moreover, their productive efficiency decreases about 2% during the edition. The decreasing of sportive performance score is synonym of the decreasing general level of this competition and this must award the authorities the African Confederation of football on the future of this competition.

Keywords: Football, Sportive performance, African Nations Cup, Stochastic frontier

Résumé

L'objectif de ce papier est d'étudier l'évolution de la performance sportive des pays participants de la Coupe d'Afrique des Nations de football au cours des éditions 2004, 2006, 2008 et 2012 à l'aide d'une frontière stochastique. L'étude montre que les pays participants à la CAN sont en deçà de la frontière efficace, leur performance sportive moyenne est de 73% et cette performance sportive diminue en moyenne de 2% par édition. Cette baisse du score de la performance sportive est synonyme de baisse du niveau général de la compétition et ceci doit interpeller les autorités de la Confédération Africaine de Football sur l'avenir de cette compétition.

³³ L'auteur tient à remercier vivement Dr Yoli Bi Sani Martin et Mlle AKPA Akme Christine Marina, (Doctorante) pour avoir accepté volontiers de lire le premier manuscrit de ce travail.

Mots clés : Football, Performance sportive, Coupe d’Afrique des Nations (CAN), Frontière stochastique

Introduction

Le football est un sport collectif. Ce sport est pratiqué dans plusieurs pays de l’Afrique, de l’Amérique du Sud et de l’Europe. La simplicité du jeu explique, en grande partie, son succès. Il est considéré dans ces régions comme le sport « roi ». En effet, le football possède, notamment en Afrique, le statut de sport « numéro un » et la Coupe d’Afrique des Nations (CAN) de football est l’une des plus importantes compétitions sportives internationales. Elle représente un créneau propice de recrutement de joueurs africains pour les clubs des pays occidentaux.

Elle est organisée par la Confédération Africaine de Football (CAF) et met en compétition les équipes nationales africaines. La CAN de football est organisée tous les deux ans. Mais, à partir de 2013, elle conservera la même cadence, mais, elle ne sera disputée que les années impaires afin d’éviter qu’elle ne coïncide avec la Coupe du Monde de Football qui a lieu tous les quatre ans.

Le déroulement de la CAN obéit à des règles simples : les pays africains participent à un tournoi à l’issue duquel les seize meilleures équipes nationales dont celle du pays organisateur ou les pays organisateurs (cas de co-organisation), sont autorisées à participer à la phase finale. Le tournoi comprend quatre étapes. Les seize équipes qualifiées sont réparties en quatre poules de quatre pays. A la première étape, c’est-à-dire, en huitième de finale, chaque équipe joue trois matchs et à l’issue desquels les deux équipes les plus performantes par poule sont qualifiées à poursuivre. Au cours de ce premier tour, les critères de performance sont : en cas de match nul, chaque équipe gagne un point, la victoire donne droit à trois points et en revanche, la défaite confère zéro point. Après cette première étape, huit équipes sont autorisées à jouer les quarts de finale.

A partir de la deuxième étape, les matchs sont à éliminatoires directs, seules les nations victorieuses doivent continuer en demi-finale et l’on ne retient que quatre équipes pour les demi-finales. Les deux meilleures équipes à l’issue des demi-finales s’affrontent à la finale, tandis que les deux demi-finalistes malheureuses jouent la petite finale ou le match de classement. Ainsi, à la fin de la compétition, les trois meilleures nations sont récompensées. Outre les récompenses en numéraire, les récompenses significatives en nature sont : à la finale, le vainqueur obtient le trophée de la CAN et reçoit la médaille en Or, l’équipe finaliste malheureuse occupe la deuxième place et reçoit la médaille en Argent. L’équipe victorieuse de la petite finale occupe la troisième place et reçoit en récompense la médaille en Bronze.

A la fin de chaque édition, les seize pays sont classés selon leur performance.

Avec l'engouement suscité au niveau de chaque pays participant à chaque tournoi, il est donc important de savoir le niveau de performance offensive des participants à ce tournoi et si ce niveau de performance s'est amélioré ou s'est détérioré au fil des éditions. Les résultats d'un tel travail serait utile aux pays impliqués ainsi qu'aux autorités de la CAF.

Le présent travail propose une autre méthode d'évaluation de la performance sportive vue sous l'angle de l'efficacité offensive des équipes de la CAN à l'aide de la frontière de production. Elle constitue, à notre connaissance, la première application dans le cadre des estimations des frontières de production stochastiques. Pour se faire, nous proposons d'étudier l'évolution de l'efficacité offensive des équipes au cours de quatre éditions écoulées de la CAN à savoir : 2004, 2006, 2008 et 2012. L'utilisation d'un panel cylindré a conduit à exclure les données statistiques de la 27^{ème} édition, c'est-à-dire celles de la CAN 2010, parce que la taille de la population était égale à 15 après le retrait de l'équipe de la République du Togo. La méthode de frontière est utilisée afin d'évaluer les performances sportives individuelles et moyennes de l'ensemble des équipes de football.

Le reste de ce travail est structuré de la façon suivante : la première section examine les notions d'efficacité offensive et de frontière, ensuite, la deuxième traite du modèle d'analyse et des données ; puis, la troisième section présente les résultats et enfin la quatrième conclut l'étude.

Notions d'efficacité offensive et de frontière de production

Il y a plusieurs manières de concevoir et de définir la performance sportive d'une équipe de football. Elle peut être identifiée par la meilleure attaque (efficacité offensive) ou la meilleure défense (efficacité défensive). Mais, dans ce travail, nous nous attacherons à l'efficacité productive offensive. Elle est une des composantes de l'efficacité économique. L'autre composante est l'efficacité allocative. Celle-ci concerne la capacité à combiner les intrants et les productions dans les proportions optimales, compte tenu de leurs prix sur le marché. En revanche, l'efficacité productive concerne l'organisation matérielle et technique de l'activité. Elle porte sur la capacité à éviter le gaspillage des ressources. Elle se subdivise en efficacité technique en intrants et en efficacité productive. La première consiste, pour un niveau donné de production, à utiliser le moins possible de facteurs de production ; tandis que la deuxième composante, qui est le dual de la première, consiste à porter la production à son niveau maximal à partir des quantités d'intrants disponibles. C'est cet aspect qui nous intéresse dans ce travail. Ainsi, une équipe de football est dite techniquement productive, si

elle est située sur la frontière. En revanche, si elle est située en deçà de cette frontière, elle est déclarée techniquement improductive.

L'efficacité offensive reflète la capacité d'une équipe à marquer le maximum de buts et symétriquement, à encaisser le minimum de buts au cours d'un match. En d'autres termes, elle reflète l'organisation du travail à l'intérieur de l'équipe, cela revient pour l'entraîneur à prouver son habileté à organiser, à motiver les joueurs, à veiller au bon fonctionnement de son équipe et pour les joueurs à éviter les erreurs de placement, de marquage, les passes à l'adversaire, les positions de hors-jeux, les tirs non cadrés et les mauvais gestes (actes anti-jeux) au cours des matchs. Sa mesure est indépendante des prix des produits et des intrants.

De toute évidence, les équipes, dans leur ensemble, ne se situent pas toutes sur la frontière, car en réalité, elles ne se comportent pas toutes systématiquement de façon optimale. En d'autres termes, elles n'exploitent pas au mieux toutes les opportunités de buts qui s'offrent à elles. En termes d'analyse comparative, la frontière efficace matérialise les meilleures pratiques et l'écart de chaque équipe par rapport à cette frontière représente son degré d'inefficacité productive. L'évaluation de l'inefficacité permet de mesurer le manque à gagner en termes de buts ratés. L'inefficacité offensive à laquelle est confrontée une équipe de football a donc pour cause tout un ensemble de défaillances d'origine multiples liées entre autres, d'une part, au manque de concentration, de technicité et d'aptitude des joueurs, et d'autre part, à l'insuffisance d'entraînement et de savoir-faire, etc., qui font que les équipes peuvent opérer en dessous de leur potentialité ou en deçà de leur frontière.

L'élément de référence lorsqu'on veut mesurer la performance productive d'un échantillon quelconque est la frontière de production. Elle peut être définie comme étant ce qui est du possible des joueurs et elle est représentée par le recouvrement des points décrivant les décisions optimales des équipes de football. Une fois la frontière obtenue, le score d'efficacité productive se mesure comme l'écart existant entre le niveau de production observé et le niveau maximal déterminé par la frontière.

En ce qui concerne l'estimation de la frontière, la littérature mentionne deux approches : l'approche paramétrique et l'approche non paramétrique (Fried et al, 2008). La forme présumée de la frontière, la technique d'estimation utilisée pour obtenir les paramètres de cette frontière et la nature des propriétés supposées de l'écart entre la production observée et la production maximale permettent de faire la distinction entre les deux approches. La première permet de classer les approches en deux catégories différentes : l'approche paramétrique et l'approche non paramétrique. Une fois cette première distinction est établie,

si la première approche est choisie, deux voies s'offrent au chercheur pour estimer les paramètres de la frontière. Ces méthodes d'estimation sont inférentielles et descriptives.

La dernière distinction concerne uniquement l'approche paramétrique. En effet, la nature de l'écart entre la production effective et la production potentielle permet de différencier les frontières stochastiques des frontières déterministes. Ainsi, quelle que soit la méthode d'estimation utilisée, une hypothèse est faite sur la nature des écarts observés entre la production maximale et la production effective. Si l'écart constaté est considéré comme étant de l'incapacité, dès lors, la frontière est déterministe. Si, toutefois, l'inefficacité n'est qu'une des causes de l'écart observé, elle devient stochastique.

Cependant, si nous optons pour la méthode Data Envelopment Analysis (DEA), elle a la particularité de n'imposer aucune forme préalable à la frontière. Les scores d'efficacité sont obtenus par des techniques d'optimisation. Farrell(1957), en s'inspirant des travaux de Debreu (1951) et de Koopmans (1951), fut le premier à proposer la frontière non paramétrique convexe dans le cadre d'une étude visant à envelopper les activités de production observées de manière à ce que l'ensemble des possibilités de production ainsi formé soit convexe. L'évaluation des scores d'efficacité est obtenue par la technique d'optimisation (la programmation linéaire ou quadratique) qui minimise l'écart entre la production observée et la production optimale.

Ces deux méthodes d'estimation de la frontière sont couramment utilisées dans la littérature sur le sport et plus particulièrement sur le football [voir Dawson et al. (2000) Barros et al. (2009) pour la méthode paramétrique et par Haas (2003 a) ; Hass (2003 b) et Barros, Garcia-del-Barrios et Leach (2009) ; Barros et Garcia-del-Barrio(2011), Fried et al., (2004) pour la méthode DEA]. Le principal inconvénient de la première méthode est qu'elle requiert une pré-spécification de la forme fonctionnelle de la technologie de production et exige un échantillon de grande taille. Quant à la seconde, elle ne permet pas de faire de l'inférence statistique. Elle a la particularité de n'imposer aucune forme fonctionnelle préétablie à la frontière. Ses principaux inconvénients sont qu'elle est purement déterministe et ne permet pas de distinguer l'efficacité des termes d'erreur. Ainsi, tout écart constaté est considéré comme étant de l'incapacité des équipes. Les deux méthodes ont certes des inconvénients, mais nous préférons la méthode paramétrique. De plus, compte tenu des limites de la méthode (DEA) et de l'importance des facteurs aléatoires dans le football, nous avons opté pour la première approche.

Le modèle et les données

Le modèle de frontière utilisé dans cette étude a été introduit conjointement dans la littérature pour les données en coupe transversale par Aigner, Lovell et Schmidt (1977), Meusen et Van Den Broeck (1977) et de Battese et Corra (1977). Pour les données de panel cylindriques, il se présente de la façon suivante :

$$Y_{it} = f(X_{it}; \beta) + \varepsilon_{it} \dots\dots\dots(1)$$

$$\varepsilon_{it} = V_{it} - U_{it}$$

où

i et t représentent respectivement les équipes et le nombre de périodes ;

i et t varient respectivement de 1 à N et de 1 à T ;

Y_{it} : le nombre de buts marqués par la i ème équipe (chaque équipe représente une nation) à la t ème période; il représente la variable dépendante du modèle (1) ;

X_{it} : le vecteur ($1 \times k$) de variables indépendantes de la i ème équipe à la t ème période ; il comprend le produit intérieur brut réel par tête, le nombre de participation (l'expérience) et le nombre de buts encaissés par l'équipe i ;

β : est le vecteur ($k \times 1$) des paramètres inconnus à estimer;

ε_{it} : est le terme d'erreur composée ;

V_{it} : le terme d'erreur symétrique classique, il est purement résiduel prenant en compte les variations de buts marqués ou encaissés qui échappent au contrôle des joueurs (il peut en effet y avoir des facteurs externes tels que l'état de la pelouse, la position du soleil, l'auto-goal, la chance, etc., qui peuvent expliquer que les équipes ne se trouvent pas exactement sur la frontière efficace, c'est cette composante qui rend la frontière stochastique) ; ce terme peut aussi, comme c'est traditionnellement le cas, tenir compte des erreurs d'observations ou l'omission des variables pertinentes dans le modèle ;

U_{it} : un terme positif, représentant l'inefficacité productive des équipes de football; cette composante reflète le fait que chaque équipe de football doit se trouver en deçà de la frontière efficace ou sur elle, mais jamais au-delà d'elle ;

T : le nombre total de périodes d'observation; au total, il y a quatre périodes, il s'agit des éditions de la CAN 2004, 2006, 2008 et 2012, ainsi T est égal à 4.

N : le nombre total d'équipes de football pour les quatre éditions ; ainsi N est égal à 64 soit 16 équipes par édition ;

Les hypothèses du modèle (1) sont :

- (i) U_i suit une loi normale tronquée de paramètres μ et σ_u^2 ;

- (ii) V_i suit une distribution normale de moyenne zéro et de variance σ_v^2 ;
- (iii) V_i et U_i sont indépendants entre eux et indépendants des variables explicatives du modèle.

La frontière de production définie au niveau de l'équation (1) est stochastique dans le sens où elle combine les deux termes (U_i) et (V_i). En revanche, dans la frontière déterministe, le terme (V_i) n'apparaît pas de façon explicite. Ce type de frontière ne prend pas en compte le terme d'erreur classique et tout écart par rapport à cette fonction est considéré comme dû à l'incapacité des joueurs. En revanche, dans le cas des frontières stochastiques, les facteurs tels que la circulation du vent, l'état de la pelouse, la position du soleil, etc., influencent beaucoup la capacité des équipes à marquer ou à encaisser des buts.

Sur la base de ces hypothèses précédentes, les paramètres du modèle (1), c'est-à-dire β_i , $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ et $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$ sont estimés par la méthode du maximum de vraisemblance à l'aide du logiciel « frontier 4.1 de Coelli (1996) ». Celle-ci consiste à construire la fonction de vraisemblance puis à déterminer les paramètres qui maximisent cette fonction. Ce logiciel fournit en une seule étape par itération les élasticités de la frontière, les scores individuels et le score moyen d'efficacité productive. Les paramètres σ^2 et γ décrivent la contribution de l'efficacité productive à la variable dépendante qui est le nombre de buts marqués ; σ^2 est la somme de la variance du terme représentant l'inefficacité et celle du terme aléatoire et γ mesure la part de l'inefficacité technique dans la variation totale observée entre les points sur la frontière et les observations. L'avantage de ce type de frontière est lié au fait que les déviations observées sont dues d'une part au manque d'efficacité des équipes et d'autre part aux facteurs aléatoires et à l'omission de certaines variables explicatives qui peuvent influencer positivement ou négativement le nombre de buts marqués.

La mesure de l'efficacité productive est relative à la variable dépendante du modèle défini au niveau de l'équation (1) et au plan géométrique, l'écart entre le nombre de buts marqués et celui correspondant sur la frontière se mesure de façon verticale. Dans le cas d'espèce, en principe, le degré d'efficacité productive est obtenu en divisant le nombre de buts marqués par le nombre de buts correspondant sur la frontière, et si le modèle est exprimé sous la forme logarithmique, le score d'efficacité est donné par $\exp(-U_i)$. Mais, dans le cas des frontières stochastiques, il est impossible d'estimer directement le terme d'erreur qui représente l'inefficacité technique. En effet, il est difficile de dissocier dans l'erreur composée (ε_i), la part due à l'inefficacité productive (U_i) de la part purement aléatoire (V_i).

Pour estimer les scores individuels de performance productive, Jondrow et al. (1982)³⁴ ont suggéré l'utilisation d'une distribution conditionnelle (U_i / ε_i) pour évaluer l'inefficacité et comme mesure ponctuelle de l'inefficacité, la moyenne de (U_i / ε_i) avec le complément à un donnant le degré d'efficacité productive. Une fois obtenue l'estimation de la frontière, l'on peut estimer l'efficacité individuelle de chaque équipe (Ie) et l'efficacité moyenne de l'ensemble des équipes de football. Battese, Coelli et Colby (1989)³⁵ ont montré que l'estimateur de l'efficacité qui suit minimise l'erreur quadratique. Soit : $\varepsilon_{it} = (\varepsilon_{i1}, \varepsilon_{i2}, \dots, \varepsilon_{it})$ avec $\varepsilon_{it} = V_{it} - U_{it}$; $I_e = E[\exp(-U_i / \varepsilon_i)]$

Ainsi, le score d'efficacité estimé est donné par la formule de l'équation (2).

$$I_e = \frac{1 - F(\sigma_i^* - \mu_i^* / \sigma_i^*)}{1 - F(-\mu_i^* / \sigma_i^*)} \exp[(\mu_i^* + \frac{1}{2}\sigma_i^*)] \dots \dots \dots (2),$$

où exp est la fonction exponentielle, F représente la fonction de répartition de la loi normale, μ^* et σ^* sont les paramètres estimés de la distribution conditionnelle de U_i étant donné ε_i

Nous allons ranger par ordre croissant les scores de performance des pays par édition et les comparer au classement des pays élaboré par la CAF à travers un test de rang de Spearman défini comme suit : H_0 : concordance des rangs ; contre H_1 : discordance des rangs ; où H_0 et H_1 représentent respectivement l'hypothèse nulle et alternative du test. L'indicateur de Spearman est donné par la formule suivante :

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n di^2}{n(n^2 - 1)} \dots \dots \dots (3) ;$$

où r_s est le coefficient de rang de Spearman, d_i est la différence de classement, n est la taille de la population statistique.

Dans cette étude, chaque pays participant au tournoi de la CAN est l'unité statistique et ce que l'on mesure sur chaque participant est : le nombre de buts marqués et encaissés, le produit intérieur brut par tête, le nombre de participations (nombre d'années d'expérience) (voir tableau 1). Les données statistiques utilisées sont de type secondaire, celles portant sur le nombre de buts marqués et encaissés et le nombre de participations des équipes nationales

³⁴ Voir Coelli et al., (1998).
³⁵ Voir N'Gbo (1994)

à la CAN de football sont fournies les statistiques de la CAN. En revanche, celles relatives au produit intérieur brut par tête et par pays sont obtenues grâce aux statistiques de la CNUCED. Le produit intérieur brut a été déflaté pour éliminer les effets de l'inflation, il est exprimé en dollars des États Unis aux prix constants (2005).

Tableau 1 : statistiques des données

Caractéristiques Variables	Minimum	Maximum	Moyenne	Écart type
Nombre de buts marqués	1	19	6,38	5,181
Produit intérieur brut par tête	120	16061	1929,86	2669,737
Nombre de participation	1	21	9,47	5,598
Nombre de buts encaissés	1	19	6,31	2,811

Source : calcul de l'auteur à partir des données de la CAN 2004, 2006, 2008 et 2012 et de la CNUCED

En ce qui concerne le choix des variables explicatives, nous avons retenu ces trois variables à savoir : le produit intérieur brut par tête, le nombre de participation aux phases finales et le nombre de buts encaissés comme variables indépendantes du modèle (1). Les signes attendus des deux premières variables explicatives devraient être positifs tandis que la troisième variable devrait être corrélée négativement à la variable expliquée.

Le produit intérieur brut réel par tête exprime la richesse du pays, ainsi, plus le pays est riche, plus il est capable d'investir dans le sport en recrutant un entraîneur de qualité et en permettant à son équipe d'avoir des séances d'entraînements de qualité et organiser des rencontres amicales en vue de mieux préparer son équipe de football. Quant au nombre de participations de chaque pays aux phases finales, il exprime l'expérience acquise. Plus le pays a une longue expérience des phases finales de la CAN, plus il a assez de chance de remporter le trophée ou dans le pire des cas, être dans le carré des demi-finalistes. A titre d'exemple, la Zambie, qui est le vainqueur du trophée de la 28^{ème} édition, est à sa quatorzième participation et le Niger, qui a été éliminé au premier tour de cette 28^{ème} édition, est à sa première participation. Enfin, l'effet de la troisième variable montre qu'une équipe quelconque ne peut franchir les différentes étapes de cette compétition que si elle marque assez de buts et en encaisse très peu, améliorant ainsi son différentiel de buts ou « goal différentiel ».

Certaines variables exogènes telles que les caractéristiques intrinsèques des équipes ainsi que celles des entraîneurs pourraient permettre d'expliquer la variable dépendante (le

nombre de buts marqués), mais dans la réalité, ces informations n'ont pas été renseignées pour toutes les équipes présentes à ces différentes phases finales de la CAN. Par ailleurs, le problème d'endogénéité des variables « le nombre de buts marqués » et « le nombre de buts encaissés » a été tranché à l'aide d'un test d'endogénéité grâce au logiciel Stata 10. Nous avons d'abord régressé la variable « le nombre de buts encaissés » sur les autres variables du modèle « le produit intérieur brut par tête » et « le nombre d'années d'expérience » (voir tableau 8 en annexe). Ensuite, à partir de cette régression, nous avons obtenu les résidus, et enfin, ces résidus ont été utilisés comme variable indépendante dans un deuxième modèle où la variable dépendante est le nombre de buts marqués et les variables indépendantes sont le PIB par tête, le nombre d'années d'expérience et les résidus du premier modèle. Le résultat du test montre que le choix du nombre de buts encaissés comme variable explicative ne pose pas un problème d'endogénéité (voir tableau 9 en annexe), car son coefficient n'est pas significativement différent de zéro. Si son coefficient était significatif, la variable, « nombre de buts encaissés » serait écartée et l'on utiliserait dans ce cas d'espèce, le goal différentiel³⁶ comme la variable dépendante de notre modèle et les variables indépendantes seraient le PIB par tête et le nombre d'années d'expérience.

Résultats

Cette section présente les performances offensives en termes de buts marqués au cours des différentes éditions et analyse le résultat de l'estimation de la frontière et celui de la concordance des rangs entre les deux types de classement.

Tout en excluant les buts marqués lors des séances des tirs aux buts après les prolongations, on note qu'au cours de ces différentes éditions, seule la 26^{ème} édition a enregistré plus de buts soit 99 buts avec une moyenne de 3,18 buts par match (voir tableau 2). En 2004, le nombre total de buts est 89 soit en moyenne 2,78 buts. En revanche, en 2006, le nombre total de buts marqués est de 73 soit une moyenne 2,28 par match. Au cours de la CAN 2012, sur l'ensemble des trente-deux matchs, le nombre total de buts marqués est de 79 avec une moyenne de 2,49 buts par match.

³⁶ Le goal différentiel est défini comme la différence pour une équipe donnée entre le nombre de buts marqués et le nombre de buts encaissés au cours d'une compétition.

Tableau 2 : répartition des buts au cours des différentes compétitions de la CAN

Nombre de buts Éditions	Total	Moyen	Huitième de finale	Quarts de finale	Demi-finale	Petite et grande finale
2004	89	2,78	66	11	6	6
2006	73	2,28	54	14	4	2
2008	99	3,18	70	16	6	7
2012	79	2,49	61	14	2	2

Source : calcul de l'auteur à partir de la CAN 2004, 2006, 2008 et 2012.

L'estimation de la frontière analyse les paramètres de la frontière efficace et ceux de l'inefficacité, ainsi que les scores individuels et moyens de la performance sportive pour chaque édition de la CAN de football. Leurs effets sur la variable dépendante sont respectivement 0,12; 0,22 et -0,60 (voir tableau 3). La richesse du pays a un impact significatif sur la performance des équipes. De même, l'expérience indique que les pays avec une grande expérience des phases finales sont ceux qui marquent plus de buts lors des compétitions de la CAN. Par ailleurs, l'encaissement d'un but au cours d'un match suscite beaucoup plus de volonté et de courage de la part des deux équipes, cherchant soit à aggraver le score (équipe dominante) soit à retirer le but encaissé (l'équipe dominée). En d'autres termes, une bonne attaque ne fait pas nécessairement une bonne défense.

Tableau 3: frontière de production des équipes de football de la CAN

Variables	Coefficients	Écart-types	T stat ³⁷
Paramètres de la frontière efficace			
Constante	0,331	0,1337	2,4757
PIB/ tête	0,1229	0,0678	1,8117**
Nombre de participation (expérience)	0,2217	0,1057	2,0973***
Nombre de buts encaissés	- 0,6018	0,2137	- 2,8156***
Paramètres d'inefficacité			
σ^2	0,5631	0,1348	4,1782***
γ	0,551	0,2131	2,5856**
μ	0,3490	0,1229	2,8397**
η	-0,7383	0,4190	-1,7610*
Logarithme de la vraisemblance = - 71,87			

Source : estimation à partir des données des CAN 2004, 2006, 2008 et 2012 et de la CNUCED.

³⁷ *** significatif à 1%, ** significatif à 5% ; * significatif à 10%.

L'examen des paramètres d'inefficacité montre que dans le football, le rôle des facteurs aléatoires est important car la valeur de γ (paramètre essentiel de la frontière) est significativement inférieure à l'unité confirmant ainsi l'utilisation d'une frontière stochastique. Si la valeur γ était égale à l'unité, la frontière déterministe conviendrait mieux et tout écart observé serait dû uniquement à l'incapacité des joueurs. L'analyse du paramètre η (paramètre de décroissance des scores), permet de constater qu'il est significativement négatif montrant que la performance moyenne des équipes au cours des phases finales de la CAN décroît au cours du temps.

Cette décroissance de la performance est également confirmée par les scores moyens d'efficacité productive obtenus. En effet, ceux-ci passent de 76% en 2004 à 70% en 2012. Ainsi, la baisse moyenne est de 2% entre les différentes éditions de la CAN. En effet, le score moyen d'efficacité productive est respectivement de 76% ; 74% ; 72% et 70%. Cette baisse du score de la performance sportive est synonyme de la baisse du niveau général de la compétition de la CAN et ceci devrait interpeler les autorités de la CAF sur le rendement des nations participantes aux phases finales. Si le niveau moyen de performance sportive de la CAN est bas, le représentant africain ne sera pas compétitif lors des compétitions de la Coupe des Confédérations qui regroupe les meilleures équipes nationales de chaque continent. L'analyse du score moyen d'efficacité productive par édition montre que les équipes de football sont, en moyenne, en deçà de la frontière efficace. En réalité, leur performance sportive moyenne est de 73%. Au cours des quatre éditions écoulées, aucune équipe n'est située sur cette frontière efficace. Ainsi, elles ne saisissent pas toutes les opportunités de buts qui s'offrent à elles au cours des différents matchs. Bien que, les pays vainqueurs des trophées des différentes éditions étudiées aient des scores d'efficacité les plus élevés, mais ces scores sont situés loin de la frontière, ils sont tous inférieurs à 100%. Ainsi, le score de performance sportive de la Tunisie en 2004 est de 82%, celui de l'Égypte, est resté stable au cours des éditions 2006 et 2008. Sur ces deux compétitions consécutives, elle a enregistré un score de performance de 80,5%. Quant à la Zambie, elle est le vainqueur de la 28^{ème} édition avec un score d'efficacité de 78% (voir en annexe les tableaux, 4, 5, 6 et 7). En moyenne, ces équipes leaders sont situées à environ 80% de la capacité productive, montrant ainsi qu'elles peuvent encore accroître leur performance sportive en termes de buts marqués d'environ 20% sans un recours additionnel aux facteurs explicatifs existants.

Les nations techniquement les plus inefficaces selon les éditions sont : en 2004, le Kenya avec un score d'efficacité productive de 69%. En 2006, l'Afrique du Sud avec un

indice de 67%, en 2008, le Nigéria avec un score de 65% et enfin en 2012, le Burkina Faso avec un indice de performance de 63%. Au cours de l'édition 2004, 56% des pays participants ont un score d'efficacité productive inférieur à la moyenne. En revanche, lors des éditions 2006, 2008 et 2012, la distribution des scores de performance est symétrique. En effet, il y a eu autant d'individus ayant un score de performance supérieur à la moyenne que d'individus dont le score d'efficacité est inférieur à cette même moyenne.

Nous avons divisé le continent africain en cinq aires géographiques à savoir : Afrique Occidentale, Septentrionale, Centrale, Orientale et Australe en vue d'étudier l'évolution des scores de performance sportive de ces zones au cours des différentes éditions de la CAN.

L'Afrique Occidentale, à elle seule, représente environ 37,5% (voir les éditions 2004 et 2006) ou 43,75% (voir les éditions 2008 et 2012) de l'effectif des pays participants. La performance sportive moyenne des pays participants de cette zone décroît au fil des éditions. En 2004, le score moyen d'efficacité productive est de 74,8%, il a connu une légère amélioration en 2006 soit 75,1% et ensuite, il a considérablement baissé de 3% en 2008 (soit 72%) et enfin, il a atteint un score de 70,2% en 2012 (voir tableau 4).

L'Afrique Septentrionale, qui représente le quart des effectifs des pays participants, a connu une évolution en dents de scie. La performance sportive moyenne de cette zone est passée de 78% en 2004 à 74 % en 2006, ensuite, elle s'est améliorée en 2008 (soit 75,6%) et a considérablement baissé en 2012 pour atteindre un score d'efficacité productive de 68%.

L'Afrique Centrale est représentée par deux ou trois pays (soit 12,5% ou 18,75%) de l'effectif total, sa performance moyenne a également connu une évolution en dents de scie. En 2004, elle était à 72% de la frontière, ensuite en 2006, elle a progressé de 2% pour se situer à 74% de sa capacité productive. Ensuite, en 2008, elle a lourdement régressé pour atteindre 71% de la frontière et enfin, en 2012, elle s'est améliorée pour se hisser à 74% de sa capacité productive.

En ce qui concerne la performance sportive de l'Afrique Orientale, elle a baissé de 2004 à 2008. En effet, elle est passée de 72,5% à 70%. En 2012, elle a enregistré une nette amélioration avec un score d'efficacité productive de 78%. Depuis 2006, elle est représentée par un seul pays (la Zambie), vainqueur du trophée de la 28^{ème} édition.

Quant à l'Afrique Australe, elle est représentée par un ou deux pays. Les pays participants des éditions 2004 et 2006 sont le Zimbabwe et l'Afrique du Sud, ensuite, au cours de la 26^{ème} édition, elle a été représentée par la Namibie et l'Afrique du Sud, enfin en 2012 le Botswana est le seul représentant de cette zone. Le score de performance de cette

zone en 2004 a été 75%, mais au cours des 25^{ème}, 26^{ème} et 28^{ème} éditions, son score de performance a demeuré stable soit 71,5%.

Tableau 4 : répartition des scores moyens de performance sportive selon les régions d'Afrique

Editions Régions d'Afrique	2004	2006	2008	2012
Occidentale	0,748	0,751	0,719	0,702
Septentrionale	0,781	0,743	0,756	0,675
Centrale	0,716	0,744	0,712	0,741
Orientale	0,725	0,715	0,701	0,781
Australe	0,750	0,716	0,715	0,715

Source : calculs de l'auteur à partir des données des CAN, 2004, 2006, 2008 et 2012 et la CNUCED.

L'analyse du tableau 4 montre que les éditions objets de cette étude, sauf celle de 2012, sont nettement dominées par les pays de l'Afrique Septentrionale, car leur performance sportive moyenne est la plus élevée. De plus, les trois pays vainqueurs des éditions 2004, 2006 et 2008 appartiennent à cette partie de l'Afrique.

Nous avons effectué le test de corrélation de Spearman avec les données des éditions 2004, 2006 et 2012, car le classement de l'édition de la CAN 2008 élaboré par la CAF n'est pas disponible. L'analyse du lien de corrélation entre le classement des pays participants à la fin de chaque compétition avec celui fourni par la méthode économétrique de frontière montre que, dans tous les trois cas de figure, l'hypothèse nulle est acceptée c'est-à-dire qu'il y a une concordance des deux classements au seuil de 1% (voir en annexe les tableaux 1, 2, et 3). En d'autres termes, les pays participants conservent presque leur rang quelle que soit la méthode utilisée.

Conclusion

Cette étude avait pour objectif d'étudier l'évolution de la performance sportive des pays participants à la Coupe d'Afrique des Nations de football sous l'angle de leur efficacité offensive à travers quatre éditions écoulées à l'aide d'une frontière stochastique. La méthode de maximum de vraisemblance de Coelli (1996) a permis d'estimer les paramètres de la frontière et les scores individuels et moyens de performance sportive.

L'étude a montré que les pays participants sont en deçà de leur frontière efficace, et leur score moyen de performance sportive est de 73%. Cette performance des pays participants est faible et au lieu de s'améliorer, elle décroît en moyenne de 2% au fil des éditions.

Le niveau général de la CAN est faible, car plus de la moitié des participants a un score d'efficacité productive inférieur à la performance sportive moyenne. Ainsi, il faut chercher à relever significativement le niveau des équipes participantes en général, et en particulier celui des plus faibles en améliorant leur préparation avant chaque édition à partir de plusieurs matchs amicaux et séances intensives d'entraînement.

L'étude a également montré qu'il existe une corrélation positive entre le produit intérieur brut par tête et le nombre de buts marqués. Ainsi, les nations Africaines doivent investir dans le football notamment dans la construction des infrastructures et dans la formation.

Références:

Aigner D.J, Lovell C.A.K and Schmidt, P.J.(1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models, *Journal of Econometrics*, Vol. 6, PP. 21-37.

Battese G.E and G.S. Corra (1977). Estimation of a production frontier model with application to the pastoral zone of eastern Australia, *Australian Journal of Agriculture Economics*, Vol. 21, PP. 169-179.

Battese G.E, Coelli T. and T. Colby (1989). Estimation of frontier production functions and the efficiencies of Indian farms using panel data from ICRISTAT's village level studies, *Journal of Quantitative Economics*, 5, PP. 327-348.

Barros C. P, Garcia-del-Barrio, and P. Leach S (2009). Analysing the technical efficiency of the Spanish Football League first Division with a Random frontier Model. *Applied Economics*, Vol.41(25-27) PP. 3239-3247.

Barros C. P. and P. Garcia-del-Barrio (2011). Productivity drivers and market dynamics in the Spanish first division football league, *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 35 PP. 5-13.

Coelli T. (1996). A guide to frontier Version 4.1: a computer program for stochastic frontier production and cost function estimation. Australia, Centre for Efficiency and productivity Analysis University of New England, middale, NSW, 2351, CEPA, working paper 96/07.

Coelli T. Rao P, and Battese G. (1998). An introduction to efficiency and productivity analysis, kluver Academic Publishers, Massachusetts.

Dawson P, Dobson S, Gerrard B (2000). Stochastic frontier and the temporal structure of managerial efficiency in English soccer; *Journal Sports Economics*, Vol 1 PP. 341-362.

Debreu G. (1951). The Coefficient of Resource Utilization, *Econometrica*, Vol. 19 (3).

PP. 273-292.

Farrell M.J (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*. Series A, CXX, Part 3, PP. 253-290.

Fried H. O., J. Lambrinos and J. Tyner (2004). Evaluating the performance of professional golfers on the PGA, LPGA and SPGA Tours, *European Journal of Operational Research*, 154 (2), PP. 548-561.

Fried H.O., C.A. K. Lovell and S.S. Schmidt (2008). The measurement of Productive Efficiency and Productive Growth, Oxford University Press, 650 pages.

Haas D.J (2003 a). Technical Efficiency in the Major League Soccer. *Journal of sport Economics* , Vol. 4(3) PP. 203-215.

Haas D.J (2003 b). Productive efficiency of English Football Teams, A Data Envelopment approach, *Managerial and decision Economics* 24, PP. 403-410.

Koopmans T.C. (1951). An Analysis of Production as Efficient Combination of Activities. In Activity Analysis of Production and Allocation, editions Cowles, *commission for Research in Economics*, Monograph, n° 13, New York.

Meeusen W. and Van Den Broeck (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error, *International Economic Review*, Vol.18, PP. 435-444.

Jondrow J. Lovell C.A.K , Materov I.N, and Schmidt P (1982). On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model, *Journal of Econometrics*, Vol. 19; PP. 233-238.

N’Gbo A. G.M (1994). Efficacité productive des SCOOP françaises, estimation et simulation à partir d’une frontière stochastique, *Revue Economique*, Vol. 45, PP. 115-127.

Annexe

Tableau 1 : Test de rang de Spearman édition de la CAN 2004

		classement 1	classement 2
Spearman	Coefficient de corrélation	1,000	0,724 ³⁸
Classement 1	Significativité		0,002
	N	16	16
Classement 2	Coefficient de corrélation	0,724	1,00
	Significativité	0,002	

³⁸ La corrélation est significative à 1%

Source : résultats

Tableau 2 : Test de rang de Spearman édition de la CAN 2006

		classement 1	classement 2
Spearman Classement 1	Coefficient de corrélation	1,000	0,935
	Significativité		0,000
	N	16	16
Classement 2	Coefficient de corrélation	0,935	1,00
	Significativité	0,000	

Source : résultats

Tableau 3 : Test de rang de Spearman édition de la CAN 2012

		classement 1	classement 2
Spearman Classement 1	Coefficient de corrélation	1,000	0,897
	Significativité		0,000
	N	16	16
Classement 2	Coefficient de corrélation	0,897	1,00
	Significativité	0,000	

Source : résultats

Tableau 4 : Répartition des pays selon le score de performance sportive et la zone géographique en 2004

Pays participants à la CAN 2004	Score de performance sportive
Afrique Occidentale (moyenne)	0,748
Guinée	0,721
Burkina Faso	0,797
Mali	0,745
Sénégal	0,732
Benin	0,692
Nigeria	0,806
Afrique Septentrionale (moyenne)	0,781
Tunisie	0,817
Algérie	0,759
Egypte	0,735
Maroc	0,812
Afrique Centrale (moyenne)	0,716
RD Congo	0,702
Cameroun	0,731
Afrique Orientale (moyenne)	0,725
Rwanda	0,758
Kenya	0,692
Afrique Australe (moyenne)	0,75
Zimbabwe	0,734
Afrique du Sud	0,766
Score moyen	0,76

Source : calculs de l'auteur

Tableau 5 : Répartition des pays selon le score de performance sportive et la zone géographique en 2006

Pays participants à la CAN 2006	Score de performance sportive
Afrique Occidentale (moyenne)	0,751
Côte d'Ivoire	0,798
Guinée	0,729
Togo	0,718
Nigéria	0,751
Sénégal	0,744
Ghana	0,768
Afrique Septentrionale (moyenne)	0,743
Egypte	0,805
Maroc	0,683
Libye	0,703
Tunisie	0,784
Afrique Centrale (moyenne)	0,744
Cameroun	0,801
RD Congo	0,714
Angola	0,717
Afrique Orientale (moyenne)	0,715
Zambie	0,715
Afrique Australe (moyenne)	0,716
Zimbabwe	0,762
Afrique du Sud	0,673
Score moyen	0,74

Source : calculs de l'auteur

Tableau 6 : Répartition des pays selon le score de performance sportive et la zone géographique en 2008

Pays participants à la CAN 2008	Score de performance sportive
Afrique Occidentale(moyenne)	0,719
Ghana	0,782
Guinée	0,664
Côte d'Ivoire	0,769
Nigéria	0,653
Mali	0,712
Benin	0,698
Sénégal	0,753
Afrique Septentrionale (moyenne)	0,756
Tunisie	0,735
Soudan	0,699
Egypte	0,805
Maroc	0,785

Afrique Centrale (moyenne)	0,712
Angola	0,728
Cameroun	0,697
Afrique Orientale (moyenne)	0,701
Zambie	0,701
Afrique Australe (moyenne)	0,715
Afrique du Sud	0,745
Namibie	0,685
Score moyen	0,72

Source : calculs de l'auteur

Tableau 7 : Répartition des pays selon le score de performance sportive et la zone géographique en 2012

Pays participants à la CAN 2012	Score de performance sportive
Afrique Occidentale (moyenne)	0,702
Côte d'Ivoire	0,755
Burkina Faso	0,633
Niger	0,678
Ghana	0,718
Mali	0,738
Guinée	0,723
Sénégal	0,666
Afrique Septentrionale (moyenne)	0,675
Libye	0,644
Soudan	0,694
Maroc	0,682
Tunisie	0,681
Afrique Centrale (moyenne)	0,741
Gabon	0,779
Angola	0,679
Guinée Equatoriale	0,766
Afrique Orientale (moyenne)	0,781
Zambie	0,781
Afrique Australe (moyenne)	0,711
Botswana	0,711
Score moyen	0,70

Source : calculs de l'auteur

Dans la régression 1, la variable dépendante est le nombre de buts encaissés et les variables indépendantes sont le PIB/ tête et le nombre d'années d'expérience.

Tableau 8 : régression 1

Variabes	Coefficient	Ecart type	t calculé	P > t
Constante	1,828845	0,4433286	4,13	0,000
PIB/ tête	0,0058333	0,0571987	0,10	0,919
Nombre de participation (expérience)	0,0218869	0,0664214	0,33	0,743
F(2, 61) = 0,06	R ² = 0,0018	R ² ajusté = 0,0309		

Source : estimation de l'auteur

Dans la régression 2, la variable dépendante est le nombre de buts marqués et les variables indépendantes sont le PIB/ tête et le nombre d'années d'expérience et les résidus obtenus lors de la première régression.

Tableau 9 : régression 2

Variabes	Coefficient	Ecart type	t calculé	P > t
Constante	0,4066565	0,6738501	0,60	0,546
PIB/ tête	0,1612386	0,0874618	1,84	0,070
Nombre de participation (expérience)	0,4286574	0,0996212	4,30	0,000
résidus	0,321600	0,2010	1,60	0,112
F(3, 60) = 10,84	R ² = 0,3589	R ² ajusté = 0,3258		

Source : estimation de l'auteur