

## **Sophistication des exportations africaines : ampleur et déterminants**

### **Sophistication of african exports : extent and determinants**

**DIANKO Adjariatou Diakher**

Docteur

Faculté des Sciences économiques et de Gestion

Université Cheikh Anta Diop –Dakar/Sénégal

Laboratoire de recherches sur les Institutions et la Croissance (LINC)

**Date de soumission** : 28/07/2025

**Date d'acceptation** : 07/09/2025

**Pour citer cet article** :

DIANKO. A.D. (2025) « Sophistication des exportations africaines : ampleur et déterminants », Revue Française d'Economie et de Gestion « Volume 6 : Numéro 9 » pp : 634 – 658.

Author agree that this article remain permanently open access under the terms of the Creative Commons

Attribution License 4.0 International License



## Résumé

Ce document souligne l'importance de la sophistication des produits sur le commerce international. Il est bien connu qu'il existe une relation étroite entre le niveau de développement économique d'un pays et la qualité de son panier d'exportation. En quelque sorte, sur la scène internationale, un pays sera représenté par les produits qu'il exporte. Ainsi, en s'appuyant sur les travaux pionniers de Hausman et al. (2007) on va tenter d'identifier l'ampleur et les déterminants de la sophistication des exportations africaines. Ce présent essai construit un indicateur de sophistication des exportations africaines et en analyse l'ampleur et les déterminants à partir des données de panel triennal de COMTRADE et de la Banque Mondiale sur la période de 2000-2018. Les résultats confirment d'une part le faible niveau de sophistication des exportations africaines allant d'une valeur moyenne de 4,68 en 2000 à 2,57 en 2018 ; et d'autre part suggèrent que la sophistication des exportations des pays peut être renforcée par l'investissement en capital humain via l'éducation, la R&D, les investissements directs étrangers et les importations. Notre analyse suggère que la sophistication des produits africains peut également être utilisée comme stratégie de développement de ces exportations.

**Mots clés :** Sophistication des exportations ; capital de connaissances ; modèle GMM ; Afrique.

## Abstract

This paper highlights the importance of product sophistication on the international market. It is well known that there is a close relationship between the level of economic development of a country and the quality of its export basket. In a way, on the international scene, a country will be represented by the products it exports. Thus, building on the pioneering work of Hausman et al (2007), we will attempt to identify the scope and determinants of African export sophistication. This chapter constructs an indicator of African export sophistication and analyzes its scope and determinants using three-yearly panel data from COMTRADE and the World Bank over the period 2000-2018. The results confirm on the one hand the low level of African export sophistication ranging from an average value of 4.68 in 2000 to 2.57 in 2018 ; and on the other hand suggest that countries' export sophistication is enhanced by human capital investment via education, R&D, foreign direct investment and imports. Our analysis suggests that African product sophistication can also be used as an export development strategy.

**Keywords :** Export sophistication; knowledge capital; GMM model; Africa.

## Introduction

La sophistication des exportations est définie comme une classification nouvelle des produits axée sur les caractéristiques des pays exportateurs, c'est-à-dire sur leur niveau de revenu et sur l'Avantage Comparatif Révélé (ACR)<sup>1</sup> détenu par chaque pays dans les exportations mondiales (Lall et al., 2006 ; Hausmann et al., 2007). Elle a été l'un des axes préoccupants des principaux organismes du développement tels que, l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), la Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement (CNUCED) et l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC). Ces derniers ont tous mis en place divers programmes de technologie et de renforcement des capacités pour aider les pays en développement à augmenter la valeur ajoutée de leurs exportations des produits de base aux produits manufacturés. Par ailleurs, l'argument traditionnel suggère que les pays en développement notamment ceux de l'Afrique sont exportateurs d'un nombre limité de produits manufacturés qui sont très vulnérables à la demande du marché international. Plus précisément, selon les chiffres de la CNUCED (2019), la part des produits manufacturés des pays africains ne représente que 21% des exportations du continent sur la période 2012-2017.

La dynamique du développement de l'Afrique sera marquée par de nombreuses grandes tendances, notamment le rôle accru des pays émergents, le changement climatique, à prendre en compte dans les stratégies de développement visant à transformer les économies et des crises à répétition dans le monde (par exemple la plus récente, qui est la COVID-19) (CUA/OCDE, 2018). Ces grands enjeux de notre temps, et quelques autres, vont influencer les trajectoires des pays africains dans leur marche vers la transformation optimale de leur structure de production. A ce titre, la sophistication de ces exportations constitue dès lors un objectif important pour soutenir la croissance économique et réduire la pauvreté dans les pays à faible revenu. A cet effet, la sophistication des exportations revêt d'importants enjeux pour les économies à faibles revenus d'Afrique. Comme toute économie, les exportations sont fondamentalement importantes, dans la mesure où elles génèrent non seulement des emplois mais aussi des devises nécessaires pour l'importation des équipements nécessaires à la croissance économique.

Bien que des études notables ont été entrepris sur le commerce international, mais la plupart de ces travaux se concentrent sur l'analyse de la quantité des échanges. Ainsi, le contenu

---

<sup>1</sup> L'ACR fait référence aux travaux de Balassa (1965) : il est défini à partir des structures relatives des exportations et est exprimé en tant que mesure de spécialisation. Il s'agit de pondérer le poids d'un produit dans le panier d'exportation total d'un pays par rapport au poids de ce même produit à l'échelle globale. L'anglicisme est noté par l'abréviation RCA pour "Revealed Comparative Advantage".

technologique ou la qualité des biens échangés a jusqu'ici reçu moins d'attention qu'il ne le mérite. En fait, l'expérience de croissance de certains pays en développement a montré que ce qui compte vraiment pour la croissance économique d'un pays à long terme, c'est la qualité des produits exportés notamment en termes de différenciation (Zhu et Fu, 2013). Les pays dotés de forfaits d'exportation plus sophistiqués semblent croître plus vite (Hausmann et al., 2007 ; Minondo, 2010 ; Rodrik, 2006). Les développements récents de la théorie du commerce découlent davantage de l'expansion vers de nouveaux produits (Broda et Weinstein, 2006 ; Funke et Ruhwedel, 2001 ; Hummels et Klenow, 2005) que d'accroissements du volume exporté.

L'intensification conjointe des flux des échanges mondiaux et la concurrence internationale induisent une restructuration du marché mondial. En effet, les pays qui peuvent adopter un portefeuille de biens situés à l'extrémité supérieure du spectre de qualité, et ainsi gravir la chaîne de valeur des exportations, ont tendance à obtenir de meilleurs résultats (Hausmann et al., 2007). Par conséquent, il est d'une importance cruciale de comprendre les déterminants de la sophistication des exportations. Au-delà des dotations factorielles initiales à l'origine des spécialisations premières des pays, Lall et al. (2006) et Hausmann et al. (2007) proposent une analyse complémentaire à travers la sophistication des exportations et postulent que les produits n'ont pas les mêmes conséquences sur les performances économiques des pays. Les dotations factorielles sont, certes fondamentales pour le développement économique des pays, mais ne suffisent pas à saisir toutes les dimensions à l'origine desquelles les pays produisent et exportent certains biens au détriment de certains autres. Un pluralisme d'approches et de théories a été mobilisé pour mieux appréhender le sujet dans sa globalité et répondre à la problématique centrale : (i) Nous nous demandons, d'une part, quel est l'état de la sophistication dans les exportations africaines ? (ii) Et d'autre part, quels en sont les déterminants ?

Ces dernières années, plusieurs études ont développé différents indices pour mesurer la sophistication des exportations d'un pays et ainsi examiner les déterminants (par exemple, Harding et Javorcik, 2011 ; Hausmann et al., 2007, Lall et al., 2006 ; Minondo, 2010 ; Rodrik, 2006 ; Xu, 2010). Il a été constaté que la sophistication des exportations a un effet positif important sur la croissance économique, le revenu par habitant et le capital humain d'un pays. D'un autre côté, le capital humain, les Investissements Directs Etrangers (IDE) et les zones franches d'exportations se sont avérés significativement associés au niveau de sophistication des exportations de la Chine (Xu, 2010) et d'autres pays (Harding et Javorcik, 2011). La qualité institutionnelle, cependant, ne semble pas fortement associée au niveau de sophistication des

exportations d'un pays (Hausmann et al., 2007). Ces études ont fourni des informations utiles. Cependant, la recherche sur les déterminants de la sophistication des exportations africaines est rare et nécessite pour ce qui a déjà été fait des améliorations du point de vue de la sélection des variables et de la méthode d'analyse d'où notre contribution à travers cet essai.

L'objectif général de cette recherche est d'analyser empiriquement l'ampleur et les déterminants de la sophistication des exportations africaines. De façon plus spécifique, il s'agit d'abord d'élaborer une mesure de sophistication des exportations et ensuite d'en examiner les facteurs explicatifs de son niveau et de son évolution.

Nos hypothèses de recherche sont définies comme suit : (i) le niveau de sophistication des exportations africaines est relativement faible, (ii) la faiblesse du capital humain, de l'innovation, du capital étranger, ainsi que la structure des importations expliquent la portée limitée de la sophistication des exportations africaines.

Ce travail contribue à la littérature en employant une classification raffinée des dotations en facteurs et en entreprenant un examen systématique du rôle de certains variables dans la sophistication des exportations tels que : le capital humain (l'éducation), les dépenses en recherche et développement (R&D), les IDE et les importations. Il est ainsi considéré la méthode des moments généralisés (GMM). L'étude est faite à l'aide de données issues de COMTRADE et de la Banque Mondiale portant sur 15 pays africains sur la période triennale de 2000 à 2018. L'indice de sophistication des exportations est construit en se référant aux travaux de Hausmann et al. (2007).

Les résultats confirment, le faible degré de sophistication des exportations africaines on note, premièrement, une confirmation de la faiblesse du niveau de sophistication, avec une valeur moyenne de 4,68 en 2000 à 2,57 en 2018. La deuxième, c'est une hiérarchie en termes de performance de sophistication du panier d'exportation qui place l'Île Maurice en tête, suivit par le Botswana et vient l'Afrique du Sud. Ainsi, certains facteurs se montrent déterminant pour l'amélioration du panier d'exportation africain comme la création de connaissances via l'accumulation de capital humain et l'investissement en R&D ; le transfert international de connaissances par les importations exerce un effet positif sur la sophistication des exportations. Cependant, l'effet de la qualité des institutions (mesuré dans notre étude par le contrôle de la corruption) n'a aucun effet sur la sophistication des exportations africaines.

La suite de cet article est structurée comme suit. La section 1 expose la revue de la littérature. La section 2 présente une analyse statistique du panier d'exportations des produits africains.

Elle comprend également la méthodologie d'analyse et les données. Enfin, La section 3 discute des résultats.

### **1. Revue de la littérature**

Comme déjà indiqué, la théorie qui existe sur les déterminants de la sophistication des produits prend sa source sur les travaux de Lall et al. (2006) et celui de Hausmann et al. (2007). Dans cette, nous analysons premièrement, la littérature théorique de la sophistication, notamment sur les dotations en facteurs. Deuxièmement, nous examinons les différentes études empiriques sur les déterminants de la sophistication des exportations.

La nouvelle théorie du commerce suggère que les pays sont incités à s'engager dans les échanges intra-produits par la spécialisation des entreprises dans des variétés horizontales distinctes et la diversité des préférences des consommateurs. Par conséquent, le nombre de variétés de produits qu'un pays peut produire et exporter est fonction de ses dotations en ressources (Krugman, 1980). Etant donné que le panier d'exportation d'un pays devrait être composé de biens dans lesquels il est le plus productif, les dotations relatives en facteur joueront un rôle central dans ses schémas de spécialisation et de sophistications des exportations.

La théorie de Heckscher-Ohlin-Samuelson suggère que les dotations en facteurs d'un pays déterminent les coûts relatifs de production et donc les schémas de spécialisation et la composition du panier d'exportation d'un pays. On s'attend donc à ce que les pays qui bénéficient de plus grandes dotations en ressources naturelles qu'en d'autres facteurs exportent des ressources naturelles ou des produits qui utilisent intensivement les ressources naturelles. De même, les pays avancés devraient exporter des produits plus sophistiqués à forte intensité de capital et de technologie tels que les produits pharmaceutiques, les produits chimiques, les automobiles et les machines électroniques (Schott, 2008).

Les dotations en facteurs d'un pays peuvent être classées en ressources naturelles, travail, capital physique et capital de savoir. Les ressources naturelles telles que la terre, le pétrole brut, le gaz naturel et les minéraux sont des intrants de base pour promouvoir le progrès industriel. Dans un même temps, l'hypothèse de la malédiction des ressources suggère que les niveaux inférieurs d'accumulation de capital humain et physique, et donc de croissance de la productivité, sont associés à l'abondance des ressources. Stijns (2005) conclut que les ressources naturelles peuvent affecter la croissance économique à la fois par des canaux positifs et négatifs et la malédiction des ressources peut affecter la terre.

Les recherches de Hausmann et al. (2007) confirment l'association négative entre la superficie des terres d'un pays et son niveau de sophistication des exportations. D'autre part, en utilisant

de nouvelles mesures de la dotation en ressources naturelles, Brunnschweiler (2008) constate une relation positive entre l'abondance des ressources naturelles et la croissance économique sur la période 1970-2000. Par ailleurs, la main-d'œuvre et le capital physique en tant que intrants clés des activités productives, la nouvelle théorie de la croissance souligne que le capital-savoir est le moteur et le stimulant de la croissance économique à long terme (Romer, 1990). Le capital de connaissance peut être créé ou acquis à partir de la création de connaissance autochtone ou de l'accès, du transfert et de l'assimilation des connaissances internationales grâce à la participation au commerce international et de l'ouverture à l'Investissement Direct Etranger (IDE). Le capital humain et la Recherche et Développement (R&D) sont reconnus comme deux facteurs importants à la création de savoirs autochtones (Fu et Gong, 2011 ; Lucas, 1988 ; Romer, 1990).

Les importations et l'IDE sont deux canaux de transfert international de technologie. Ces facteurs encouragent également le développement de la technologie industrielle dans les industries nationales connexes par des effets de liaison vertical (Coe et Helpman, 1995). La contribution des importations et des IDE au progrès technologiques dans un pays se reflétera dans la sophistication des exportations du pays hôte, à la fois directement par de meilleurs intrants et mécanismes intermédiaires et indirectement par la diffusion des connaissances. En outre, en raison de la fragmentation de la chaîne de production mondiale et de la sous-traitance mondiale croissante, certains pays en développement ont commencé à exporter des produits à forte intensité technologique en participant aux activités de transformation et au commerce. Une telle exportation ne montre pas que ces pays ont la capacité de produire des produits « sophistiqués » : ils exportent en fait ces biens simplement du fait de la transformation de l'assemblage d'importations intermédiaires de haute technologie (Zhu et Fu, 2013). Par conséquent, les importations affectent la sophistication des exportations d'un pays par le biais des importations de biens intermédiaires, qui sont étroitement liées aux activités de transformation des exportations.

Outre des dotations en facteurs évoquées précédemment, les politiques commerciales positives telles que la baisse des coûts à l'exportation peuvent encourager l'exportation et élargir la variété et la gamme des produits exportés. D'un autre côté, les tarifs d'importations peuvent fausser le mécanisme du prix des produits et créer un écart entre prix intermédiaire d'un bien et son prix sur les marchés mondiaux, ce qui peut entraîner une mauvaise répartition entre les dotations en ressources et la production des entreprises (Schott, 2008). Également, les politiques gouvernementales qui encouragent les exportations de produits de haute technologie peuvent

également favoriser une évolution vers le haut de la composition des exportations d'un pays (Lo et Chan, 1998).

La plupart des études empiriques sur la sophistication des produits postulent leurs fondements sur les analyses de Lall et al. 2006 et Hausmann et al. 2007. Lall et al. (2006) ont contribué à la littérature, en construisant un score unique de sophistication par produit. Leur objectif était de fournir une base de données pour plus d'analyses empiriques. D'après ces auteurs, la sophistication doit aller au-delà des caractéristiques techniques. Cela inclut la différenciation du produit, la fragmentation de la production, la disponibilité des ressources et d'autres facteurs. Par conséquent, le critère de sophistication présenté par Lall et al. (2006) permet d'établir si un pays gagne ou perd en matière de compétitivité via ses performances à l'exportation. Dans ce contexte, chaque pays exportateur identifie les segments de marché pour lesquels il est le plus compétitif ou, tout au moins, en mesure d'être suffisamment compétitif pour maintenir ses parts de marché dans le temps.

La contribution relative aux travaux de Hausmann et al. (2007) affine la vision proposée par Lall et al. (2006) en introduisant une mesure nouvelle, par laquelle définit un niveau de richesse/productivité pour l'ensemble du panier des exportations d'un pays. Hausmann et al. (2007) développent l'instrument de mesure de la sophistication d'un produit. Dans ce papier, les auteurs proposent un modèle simple et formel dans lequel la portée des biens qu'une économie finira par produire et exporter est déterminée tant par les fondamentaux usuels et par le nombre d'entrepreneurs stimulés à s'engager dans le coût de la découverte dans les secteurs modernes de l'économie. Ainsi, pour ces auteurs, la principale nouveauté est l'indice qui classe les biens échangeables en termes de productivité induite. Ce qui les amène à construire cette mesure à partir des données pays/produits issues de la base UN COMTRADE (HS6, entre 1992 et 2003, plus de 5 000 produits) et de la Banque Mondiale, en prenant une moyenne pondérée du Produit Intérieur Brut (PIB) par tête des pays exportant du produit, les pondérations reflétant l'Avantage Comparatif Révélé (ACR) de chaque pays dans ce bien. Pour chaque bien, les auteurs ont généré un niveau du revenu associé à la productivité qui correspond au panier d'exportation d'un pays qu'ils appellent *EXPY*, en calculant la moyenne pondérée des *PRODY* de ce pays. Les trois auteurs trouvent que *EXPY* est un indicateur fort et robuste de la croissance ultérieure.

Parce qu'ils font référence au processus d'auto-découverte, Hausmann et al. (2007) suggèrent que les externalités relatives à la découverte de nouveaux coûts de production permettent aux entrepreneurs d'orienter leurs investissements vers des activités nouvelles à forte productivité.

Par ailleurs, les pays exhibant un haut niveau de leur indice *EXPY* connaissent une plus forte croissance de leurs exportations que les autres pays. En d'autres termes, les pays produisant des biens sophistiqués croissent plus rapidement que les autres : ceci renvoie au concept de convergence vers la « *frontière de qualité des biens* » au sens de Hwang (2006). Dès lors, l'indice *EXPY* apparaît en tant que facteur explicatif robuste de la croissance économique des pays. Hausmann et al. (2007) mettent en lumière certaines différences significatives dans les schémas de spécialisation des pays, par ailleurs, identiques, et suggèrent que les gains de spécialisation dépendent de la capacité des pays à se positionner le long du spectre de qualité des produits exportés.

Rodrik (2006), a développé un argument selon lequel la Chine est une exception par cas particulier en termes de sophistication globale de ses exportations. Son panier d'exportation présente plusieurs variétés de produits. Selon lui, la Chine a mis l'accent sur les produits avancés, à forte productivité que ce qui devrait normalement être attendu d'un pays pauvre, pays à main d'œuvre abondante pour produire et se permettre d'exporter seul. L'auteur fournit quelques évidences qui suggèrent que ceci a été un contributeur important à la récente croissance de la Chine. L'expérience de la Chine confirme que ce n'est pas le volume de ses exportations qui est fondamental mais plutôt sa structure.

Jarreau et Poncet (2009) utilisent la mesure de sophistication des exportations de Hausmann et al. (2007) sur la période 1997-2007 à partir des données détaillées du commerce extérieur de la Chine pour étudier la montée en gamme de ses exportations et ses conséquences sur les performances à l'exportation et la croissance. Leurs résultats confirment la prédiction de Hausmann et al. (2007) selon laquelle les régions qui s'engagent dans le processus de coût de découverte en développant plus de biens sophistiqués récoltent des gains plus grands de la globalisation et croissent plus vite.

Abdon et Felipe (2011) examinent le développement de l'Afrique subsaharienne dans le contexte de la transformation structurelle. De manière spécifique, ces auteurs observent l'évolution des structures productives de la région. Ils utilisent l'espace de produit Hidalgo et al. (2007) pour montrer que la majorité des pays d'Afrique subsaharienne sont dans un piège de « bas produit » qui rend le processus de transformation particulièrement difficile.

En outre, Hidalgo (2011) observe selon lui une « frappante » différence entre la remarquable variété de produits du panier d'exportation du Kenya pour lesquels le pays dispose d'un ACR comparés aux quatre autres pays. D'un côté, ces derniers ont des exportations qui proviennent d'un petit nombre d'industries tels l'aluminium pour le Mozambique ; le cuivre pour la Zambie

; le café pour le Rwanda et l'or pour la Tanzanie. De l'autre côté, le Kenya dispose d'une structure productive qui est relativement sophistiquée, avec une participation substantielle dans les autres secteurs tels que les vêtements tout en exportant aussi une variété plus grande de produits agricoles incluant le thé, les fleurs fraîches, le haricot, les petits pois et l'ananas. En dépit de ces contraintes, Hidalgo (2011) trouve une multitude d'opportunités dans l'agriculture pour la diversification dans l'optique régionale.

Jarreau et Poncet (2012), étudient l'évolution récente de la sophistication des exportations de la Chine. Plus précisément, ils se focalisent sur l'effet de la sophistication des exportations sur la performance économique des provinces chinoises et testent la pertinence de l'indicateur *EXPY* au sens de Hausmann et al. (2007) sur un ensemble de provinces chinoises entre 1997 et 2009. Ils concluent que les régions qui exportent des produits sophistiqués croissent plus rapidement que les autres, que certains produits nécessitent des niveaux de développement plus élevés afin d'être exportés et que chaque produit dispose d'un potentiel de sophistication qui lui est propre. Par ailleurs, ces derniers précisent que les gains de croissance résultent principalement des technologies et des stratégies de diversification initiées par les entreprises domestiques engagées dans un commerce traditionnel. En d'autres termes, bien que les activités d'assemblage ou la présence d'entreprises étrangères soient d'importants moteurs à l'origine de la montée en gamme des exportations chinoises, elles n'induisent pas de gains directs en termes de performances à l'exportation.

Aux regards de ces études sur la sophistication des exportations, nous présentons dans la section suivante la méthodologie de calcul de l'indice. Par ailleurs, il s'agit de déterminer les facteurs explicatifs du niveau de sophistication des exportations africaines.

## **2. Méthodologie et données**

Dans cette section nous allons d'abord présenter notre modèle d'analyse. Ensuite, les sources de données qu'on utilise pour les différentes variables du modèle. Enfin, une analyse descriptive sur l'évolution de l'indice de sophistication pour ces pays.

### **2.1 Modèle empirique**

Nous avons adopté une méthodologie qui repose sur un modèle dynamique sur les données de panel qui est la méthode utilisée lorsque l'on étudie un phénomène économique d'une union ou d'un groupe de pays. En effet, cette méthodologie est empruntée des investigations empiriques de Blundell et Bond (1998).

En définitive, nous présentons le modèle à estimer :

$$EXPY_{it} = \beta_0 + \beta_1 EXPY_{it-1} + \beta_2 f_{it} + \beta_3 Lh_{it} + \beta_4 rdg_{it} + \beta_5 IDE_{it} + \beta_6 IMP_{it} + \beta_7 Lpop_{it} + \beta_8 I_{it} + \vartheta_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Où l'indice  $i$  représente le pays,  $t$  désigne la période,  $\vartheta_i$  indique l'effet fixe spécifique au pays  $i$ ,  $\mu_t$  indique l'effet temporel, et  $\varepsilon$  c'est un terme d'erreur aléatoire.  $EXPY$  est le niveau de productivité des exportations qui est représenté par l'indice de sophistication des exportations et ayant pour variable retardée  $EXPY_{it-1}$ . Le capital physique ( $f$ ) est représenté par la formation brute de capital fixe en pourcentage du PIB. Le capital humain ( $h$ ) est mesuré par le taux brut de scolarisation dans l'enseignement secondaire. Le ratio  $rdg$  est la part des dépenses en R&D dans le PIB, en pourcentage. Les variables  $fdig$  et  $impg$  sont respectivement le ratio stock d'investissement direct étranger entrant sur PIB et le ratio importations de biens et services / PIB, reflétant les sources de connaissances étrangères dont dispose un pays.  $Pop$  désigne la population, reflétant la taille du pays. La variable  $I$  est la qualité institutionnelle.

Afin d'évaluer empiriquement le rôle que peuvent jouer ces facteurs dans le processus de sophistication des exportations des pays africains, nous avons opté pour la Méthode des Moments Généralisés en système sur la période 2000-2018. Nous avons adopté plusieurs scénarios pour le compte de nos estimations. Le modèle retenu dans le cadre de cette recherche s'inspire de la littérature empirique sur le sujet. Plus particulièrement, il repose sur les travaux de Blundell et Bond (1998), d'Arawomo et al. (2014), Alaya (2012) et Iwamoto et al. (2012). En considérant la spécification (dynamique) adoptée dans cette recherche, le recours aux techniques d'estimation traditionnelles notamment les Moindres Carrés Ordinaires, effets fixes, effets aléatoires conduit à des estimateurs non convergents. Il y a aussi le modèle autorégressif à retards échelonnés (Auto Regressive Distributed Lag model-ARDL) de Pesaran et al. (2001), qui pourrait être utilisé, mais il est plus approprié aux échantillons de petite taille. L'estimation par la méthode des moments généralisés (GMM) en panel dynamique est plus adaptée (Okey, 2016). Cette méthode a été à l'origine développée par Holtz et al. (1988) et Arellano et Bond (1991). Il existe deux types d'estimateur GMM : l'estimateur GMM en différences premières et l'estimateur GMM en système. Le principe de base de l'estimateur GMM en différences premières consiste d'abord à réécrire l'équation à estimer en différence première afin d'éliminer les effets spécifiques individuels et temporels. Blundell et Bond (1998) soulignent que l'estimateur GMM en différence peut être non convergent et biaisé car l'application des conditions de moment de cet estimateur pose quelques problèmes. La faiblesse des instruments choisis, l'élimination de variations inter-pays par différentiation première. C'est pour résoudre

ces problèmes que Blundell et Bond (1998) ont développé l'estimateur GMM en système, avec des conditions de moment supplémentaires. Comme évoqué plus haut, nous utilisons donc les estimateurs de la méthode des moments généralisée en système développée par Arellano et Bover (1995) ainsi que Blundell et Bond (1998). Cette méthode d'estimation est appropriée pour notre analyse car elle permet de faire face aux problèmes d'endogénéité et de prendre en compte la spécification dynamique.

## 2.2 Données et construction de l'indice de sophistication

Plusieurs études ont développé différents indices pour mesurer la sophistication ou le contenu technologique de l'exportation. Selon Rodrik (2006) et Hausmann et al. (2007), le niveau de productivité des exportations (*EXPY*) est représenté par l'indice de sophistication des exportations. Ainsi, plusieurs auteurs se sont lancés sur la mise en œuvre d'un indice efficace pour mesurer la mise à niveau des exportations d'un pays. Lall et al. (2006) définit le score de sophistication d'un produit comme la moyenne pondérée par la part des échanges du revenu par habitant de tous les pays exportant ce produit, où les pondérations correspondent aux parts d'exportation de chaque pays dans les exportations mondiales. Cependant, prendre la part de chaque pays dans les exportations mondiales comme poids lors du calcul du score de sophistication peut surestimer le rôle des grands pays et négliger les produits d'exportation dans lesquels un petit pays a un avantage comparatif.

Rodrick (2006) et Hausmann et al. (2007) développent donc un indicateur alternatif, *PRODY*, qui est une moyenne pondérée des revenus par habitant pour tous les pays exportateurs, créée en prenant l'avantage comparatif de chaque pays exportateur dans le produit comme poids. Le niveau de productivité associé aux exportations d'un pays (*EXPY*) est alors défini comme une moyenne pondérée du *PRODY* de tous les produits exportés pour ce pays. La part de chaque produit dans les exportations d'un pays est prise comme poids. Certes, cet indice a encore une limite en ce qu'il ne prend pas en compte les différences de qualité au sein d'une catégorie de produits. Cela peut entraîner une surévaluation (sous-évaluation) de l'*EXPY* des pays à faible (haut) revenu (Minondo, 2010 ; Xu, 2010).

Diverses tentatives ont été faites dans la littérature pour résoudre ce problème potentiel. Minondo (2010) calcule un *PRODY* et un *EXPY* ajustés en fonction de la qualité pour tester la relation entre le niveau de productivité des exportations et la croissance économique. Khandelwal (2010) assouplit l'hypothèse forte de qualité-égal-prix et utilise à la fois les informations sur la valeur unitaire et la quantité pour estimer la qualité des produits exportés vers les États-Unis dans un système de demande logit imbriqué. De plus, Assche et Gangnes

(2010) font savoir qu'en raison de la fragmentation de la production internationale et du commerce mondial des produits intermédiaires, l'existence d'un commerce de transformation entraînera une surestimation du niveau de sophistication des exportations des produits. Les auteurs utilisent les données de production, et non les exportations, pour calculer un indice de sophistication des produits et peuvent ainsi minimiser dans une certaine mesure l'impact du commerce de transformation. Bien que tous ces auteurs considèrent l'impact des différences de qualité au sein des produits et du commerce de transformation, les indices qui en résultent souffrent de limitations importantes en raison du manque de données sur la production et les volumes d'exportation de chaque pays.

Par conséquent, ce chapitre utilise l'indice développé par Rodrik (2006) et Hausmann et al. (2007) pour mesurer le niveau de sophistication des exportations d'un pays. Ainsi, nous estimons l'indice de sophistication des exportations en utilisant l'avantage comparatif des produits exportés de chaque pays comme poids dans le calcul de la sophistication du panier de produits d'exportation d'un pays. Cela évite le biais possible causé par l'échelle des exportations du pays.

**La sophistication d'un produit :** La mesure du niveau de sophistication d'un produit de Hausmann et al. (2007) est la moyenne des revenus par tête des pays qui ont exporté ce produit, pondérée par l'ACR que chaque pays a sur ce produit.

$$PRODY_K = \sum_{i=1}^I \left[ \frac{(x_k^i / X^i)}{\sum_{i=1}^I (x_k^i / X^i)} \times Y^i \right] \quad (2)$$

**La sophistication du panier d'exportation :** le niveau technologique ou « sophistication » du groupe d'exportation d'un pays (*EXPY*) peut être calculé comme la moyenne pondérée de l'indice de sophistication de tous les produits d'exportation dans ce pays. La formule de base est la suivante :

$$EXPY^i = \sum_{k=1}^K \left[ \left( \frac{x_k^i}{X^i} \right) \times PRODY_K \right] \quad (3)$$

Où  $k$  désigne les produits.  $i$  désignent les pays.  $x_k^i$  désigne la valeur des exportations du produit  $k$  dans le pays  $i$ .  $X^i = \sum_k x_k^i$  est le total des exportations du pays  $i$ .  $PRODY_K$  désigne la somme pondérée des niveaux de PIB par habitant des pays exportateurs du produit  $k$ . Le numérateur correspond à la part de chaque produit  $k$  dans le panier global des exportations de chaque pays  $i$ . Le dénominateur agrégé quant à lui les parts des exportations de chaque produit  $k$  au travers des différents pays exportateurs de ce produit.  $I$  et  $K$  représentent respectivement l'ensemble des pays exportateurs et l'ensemble des produits exportés.

En d'autres termes, il s'agit de l'ACR détenu par chaque pays exportateur  $i$  pour l'exportation de chaque produit  $k$ . Enfin,  $Y^i$  représente le PIB par habitant de chaque pays exportateur  $i$ . Par ailleurs,  $EXPY^i$  est la moyenne pondérée des  $PRODY_K$  pour chaque pays exportateur  $i$ . Les pondérations représentent les parts de chaque produit  $k$  dans les exportations totales de chaque pays  $i$ .

Ce document utilise des données triennales d'exportation dans 15<sup>2</sup> pays africains pour la période de 2000 à 2018. En effet, au vu de la condition que la dimension individuelle des données ( $N=15$ ) doit être supérieure à la dimension temporelle pour la Méthode des Moments Généralisés (GMM), il est considéré des données triennales ( $T=7$ ).

Les données d'exportation sont tirées de la base de données de COMTRADE avec la classification des produits à 6 chiffres du Système harmonisé (SH-6), qui comprend 5652 catégories de produits dans notre échantillon, aux valeurs (en milliers de dollars US), aux quantités échangées (en tonnes). Les données en termes de revenu se réfèrent, comme suggèrent Hausmann et al. (2007a), au PIB par habitant. Les données sur le PIB par habitant pour tous les pays sont tirées de la base de données des indicateurs du développement dans le monde (WDI) de la Banque Mondiale<sup>3</sup> et sont mesurées à des prix constants de 2000 USD et PPA également sont associées à chaque pays exportateur.

Nous faisons les deux choix suivants : (i) au regard des données de la Banque Mondiale, nous ne conservons que les pays pour lesquels le PIB par habitant ajusté en PPA est disponible continuellement entre 2000-2018 ; (ii) au regard des données de COMTRADE, nous écartons certains groupements de pays. Le premier choix est motivé par la volonté de comparer un échantillon consistant au cours du temps ; la deuxième par la volonté d'étudier les performances individuelles des pays et le troisième c'est d'avoir le nombre de pays ( $N$ ) supérieur à la période ( $T$ ) d'étude puisqu'on modélise avec la GMM (alors  $N>T$ ). En appliquant ces trois restrictions, nous parvenons à un échantillon final de 15 pays entre 2000 et 2018.

Les données sur la population, la main-d'œuvre, la superficie des terres, le capital humain et le ratio des dépenses de R&D par rapport au PIB sont tirées de la base de données des Indicateurs du développement dans le monde (WDI) compilée par la Banque mondiale. Les données sur le

---

<sup>2</sup> Voir la liste des pays en annexe

<sup>3</sup> Précisons que les données de la Banque Mondiale à partir desquelles nous répliquons les indicateurs *PRODY* et *EXPY* ont été téléchargées Mars 2021. Pour plus d'informations sur les données de la Banque Mondiale : <http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NY.GDP.PCAP.KD>.

PIB, la formation de capital, le stock d'investissements étrangers directs (flux entrants) et les importations ont été collectées à partir de la base de données de la CNUCED<sup>4</sup>. Les données sur la qualité institutionnelle (la corruption) ont été collectées à partir de la base de données des indicateurs mondiaux de gouvernance (WGI) de la Banque Mondiale<sup>5</sup>. L'unité monétaire des données originales étant les prix en dollars courants, nous avons donc déflaté toutes ces données en utilisant l'indice des prix à la consommation (IPC) américain avec 2000 comme année de base. Les pays pour lesquels les données manquaient depuis plusieurs années ont été retirés de l'échantillon. L'échantillon final utilisé dans l'analyse de régression se compose donc d'un ensemble réduit de 15 pays.

### 2.3 Analyse descriptive

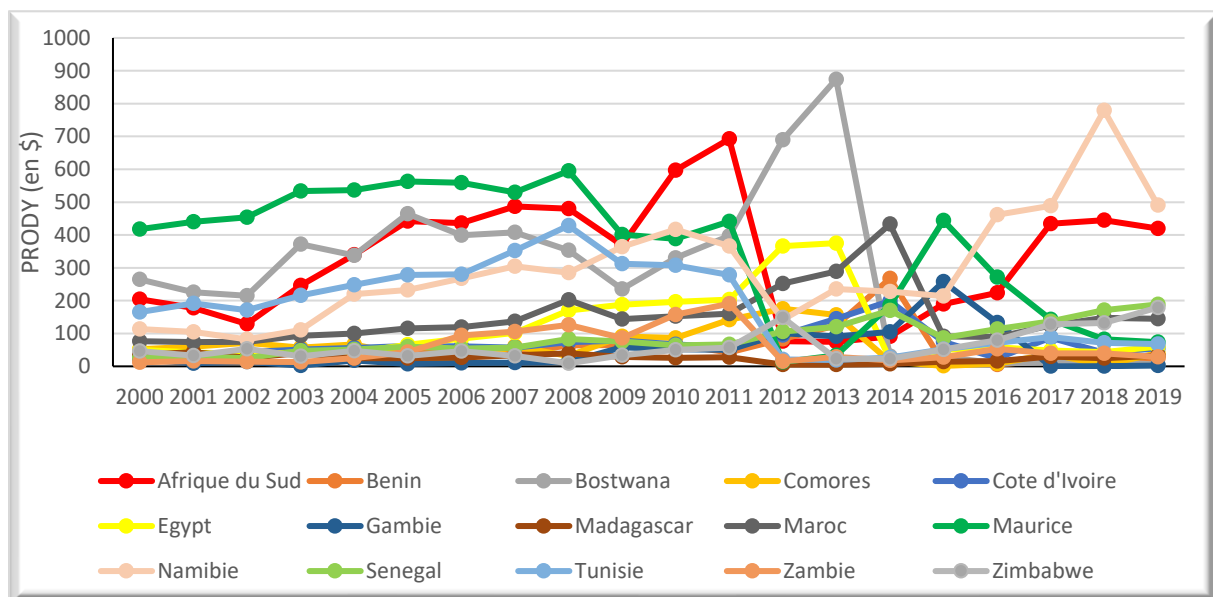
La sophistication du produit, vu par son PRODY est en quelque sorte, un niveau associé de revenu/produit, selon Hausmann et al. (2007). Le graphique 1 ci-dessous donne les niveaux de sophistication de quelques produits c'est-à-dire les  $PRODY_K$  de quelques produits exportés par les 15 pays d'Afrique. Ainsi, on constate que, l'Île Maurice a le revenu par tête le plus élevé, suivi de l'Afrique du Sud et après vient la Namibie, avec respectivement une moyenne de 24,28 ; 22,45 et 21,95 dollars américains. En bas de l'échelle figure les pays comme le Sénégal, la Zimbabwe et le Madagascar ne fournissent que des PRODY de 4,43 ; 3,07 et 1,53 respectivement.

---

<sup>4</sup> Disponible à <http://unctad.org/en/Pages/Statistics.aspx>

<sup>5</sup> La base de données des Indicateurs mondiaux de gouvernance (WGI) de la Banque mondiale est disponible à l'adresse <http://data.worldbank.org/data-catalog/worldwide-governance-indicators?display=graph>.

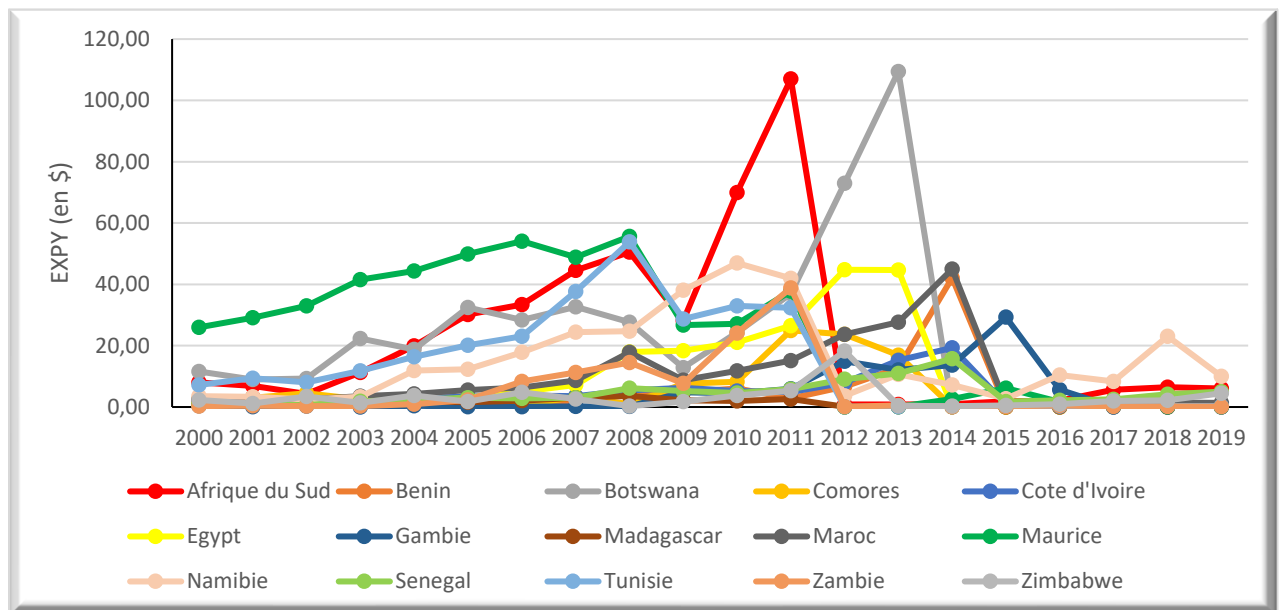
**Graphique 1 : Evolution de l'indicateur de sophistication des produits ( $PRODY_K$ ) dans 15 pays africains entre 2000 et 2019**



**Source :** Calculs de l'auteure, à partir des données de COMTRADE et de la Banque Mondiale.

Le niveau de revenu/productivité qui correspond au panier d'exportation, dénommé  $EXPY^i$  est une mesure de productivité associée au modèle de spécialisation d'un pays. Le  $PRODY_K$  étant utilisé pour estimer la sophistication du panier d'exportation et donc la structure productive du secteur comme le  $PRODY_K$  moyen des produits qu'un pays exporte. C'est donc le niveau de revenu procuré par le panier d'exportation d'un pays comme l'illustre le graphique 2. Ainsi, on note, une confirmation de la faiblesse du niveau de sophistication, cette fois du panier d'exportation, procurant des niveaux de sophistication faibles avec une valeur moyenne de 4,68 en 2000 à 2,57 en 2018.

**Graphique 2 : Evolution de l'indicateur de sophistication des paniers des exportations ( $EXPY^i$ ) de 15 pays africains entre 2000 et 2019**



**Source :** Calculs de l'auteure, à partir des données de COMTRADE et de la Banque Mondiale.

L'  $EXPY^i$  étant simplement la moyenne des  $PRODY_K$  des biens que les pays exportent, pondérée par la part du bien dans le panier d'exportation du pays. Le Tableau A. 2 (voir annexe) donne l'évolution de revenu associé au panier d'exportation des produits de 15 pays africains. De ce tableau, on note, premièrement, une confirmation de la faiblesse du niveau de sophistication, cette fois du panier d'exportation, procurant des niveaux de sophistication faibles avec une valeur moyenne de 4,68 en 2000 à 2,57 en 2018. La deuxième, c'est une hiérarchie en termes de sophistication du panier d'exportation qui place l'Île Maurice en tête, suivit cette fois par le Botswana et vient l'Afrique du Sud. La troisième, il s'agit de la tendance baissière du niveau de sophistication des paniers d'exportation des produits dans tous les 15 pays d'Afrique étudiés. Ainsi, par exemple, le panier d'exportation du Sénégal n'a fait que croître de 2000 à 2014 allant de 0,63 à 15,76 dollars américains. Mais il y a une forte baisse de 2014 à 2019 allant de 15,76 à 5,04 dollars américains. Cette tendance baissière du niveau de sophistication du panier d'exportation est également observée pour d'autres pays.

### 3. Résultats d'estimation

Nos résultats d'estimation par le modèle GMM en système sont représentés sur le tableau 1. Toutes les estimations incluent des effets fixes de période d'après nos résultats au test de Hausman (voir annexe). À la suite de Brunnschweiler (2008), nous essayons également de mesurer la qualité institutionnelle en utilisant le contrôle de la corruption.

**Tableau 1 : Résultats d'estimation par la méthode GMM en système**

|                                      | EXPY                     |
|--------------------------------------|--------------------------|
| EXPY <sup>-1</sup>                   | 0,367***<br>(0,06)       |
| Ratio stock d'IDE-PIB                | -0,296<br>(0,24)         |
| Ratio importations-PIB               | 0,274***<br>(-0,10)      |
| Population                           | -3,91E-08<br>(-3,06E-08) |
| Ratio R&D-PIB                        | 20,169***<br>(-8,18)     |
| Ratio FBCF-PIB                       | -0,209**<br>(-0,02)      |
| % d'inscription à l'école secondaire | 0,095***<br>(-0,02)      |
| Contrôle à la corruption             | 0,009<br>(-1,55)         |
| _cons                                | -4,183<br>(-2,99)        |
| Effet de période                     | OUI                      |
| Test AR (1)                          | -1,46<br>(-0,14)         |
| Nombre d'observation                 | 90                       |
| Nombre de pays                       | 15                       |
| Test de Hansen                       | 6,75<br>(-0,24)          |

*Notes* : Les niveaux de significativité à 1, 5 et 10 % sont indiqués respectivement par \*\*\*, \*\* et \*. Tous les résultats sont issus d'une estimation du GMM du système en une étape. Les erreurs types sont indiquées entre parenthèses sous les coefficients estimés respectifs.

AR (1) fournit les statistiques pour le test de corrélation en série. Le test de Hansen est le test de sur-identification des restrictions pour les variables instrumentales. Les valeurs entre parenthèses correspondantes pour ces tests de spécification sont des valeurs *p*.

**Source** : Auteure, à partir des données de Comtrade et de la Banque Mondiale

- Importation : les importations ont des effets positifs importants sur la sophistication des exportations des pays. Nous notons, cependant, que les importations peuvent affecter la sophistication des exportations des pays d'accueil par différents canaux. À long terme, ils peuvent accélérer la montée de la sophistication des exportations par la diffusion de connaissances externes. D'autre part, en raison de la fragmentation et de l'externalisation de la production mondiale, elles ont également des effets à court terme. Certains pays en développement importent des volumes élevés de biens intermédiaires à forte intensité

technologique par le biais de l'IDE et importent et exportent des produits finaux sophistiqués après de simples activités d'assemblage et de transformation. Un tel effet sur la sophistication des exportations est de courte durée et peut ne pas être durable (Assche et Gangnes, 2010). De plus, Song et al. (2021) ont trouvé que, les importations intermédiaires contribuent de manière significative et positive à l'innovation manufacturière donc à la sophistication. Tout cela conduit, dans une certaine mesure, à une augmentation de la part des exportations de produits de haute technologie dans les exportations totales des pays africains.

- Les dépenses en R&D : les coefficients d'intensité de R&D sont également positifs et statistiquement significatifs. Ce qui est conforme aux résultats de certaines études, qui ont trouvé que les dépenses en R&D des entreprises améliorent le niveau de sophistication (Zhu et Fu, 2013 ; Sandu et Ciocanel, 2014 ; Li et Lu, 2018). Ces résultats suggèrent que la dépense en R&D est un facteur important et motrice de la sophistication des exportations dans les pays à faible revenu. En effet, l'innovation a un effet positif sur les exportations des entreprises (Dixon et al., 2021).

- Le Capital physique (la variable relative à la formation brute du capital fixe) : nos résultats montrent un impact négatif et significatif sur la sophistication des exportations africaines. Ces résultats sont contraires aux prédictions théoriques, au regard du fait que le capital physique est un intrant clés des activités productives. En effet, Sachs et al. (2004) ont pour leur part montré que le stock de capital doit atteindre un seuil avant de redevenir productif et que l'Afrique se trouve en dessous de ce seuil. En outre, la faiblesse des infrastructures de base et le faible niveau du capital humain rendent la productivité marginale du capital anormalement basse.

- Capital humain (via l'éducation) : Le capital humain semble jouer un rôle positif dans l'amélioration du niveau de sophistication des exportations africaines. Le capital humain est reconnu comme un facteur important contribuant à la création de savoirs autochtones (Lucas, 1988 ; Romer, 1990). Par ailleurs, Arif (2021) a trouvé que la relation positive entre la sophistication et la part du travail dépend du niveau de capital humain. En effet, la sophistication nécessite des compétences spécifiques et des connaissances intégrées au travail. En outre, la capacité à produire des produits complexes augmente le pouvoir de négociation des travailleurs, ce qui se traduit par une part de travail plus élevée.

Cependant, le coefficient estimé par le contrôle de la corruption est positif mais sans effet sur la sophistication des exportations africaines. En effet, cela montre parallèlement l'importance que pourrait avoir la corruption si son contrôle reste fragile par ces pays. Nous essayons

également de mesurer la qualité institutionnelle en utilisant d'autres indicateurs alternatifs de la qualité institutionnelles tels que : la stabilité politique (colonne 1), l'efficacité du gouvernement (colonne 2) et l'état de droit (colonne 3) comme contrôle de robustesse (voir annexe Tableau A. 3). Dans ces trois colonnes, nous avons l'ensemble complet des contrôles comme dans la spécification de référence et nous remplaçons simplement la mesure de la qualité institutionnelle. Il a été toujours trouvé que les coefficients estimés des mesures alternatives des indicateurs de la qualité institutionnelle ne montrent aucun effet sur la sophistication des exportations africaines. Néanmoins, les gouvernements doivent beaucoup plus insister sur le rôle joué par ces derniers. Puisque, une meilleure qualité institutionnelle peut permettre à un pays d'exploiter efficacement les marges de ces ressources (Gylfason, 2001).

### **Conclusion et implications**

La sophistication des exportations a été l'une des principales tâches du programme de développement. Cependant, à ce jour, les moteurs de cet important processus n'ont pas été pleinement explorés. Cette étude vise à combler cela en examinant les déterminants de la sophistication des exportations à la lumière des théories traditionnelles et nouvelles en utilisant un ensemble de données de panel (triennales) de 15 pays africains sur la période 2000-2018. La classification des dotations en facteurs a été améliorée et affinée en incluant le capital de connaissances en plus de la terre et du capital physique. Nous avons mesuré le niveau de sophistication des exportations, puis avons exploré les déterminants dans ces pays.

Dans cette étude, on note, la confirmation de la faiblesse du niveau de sophistication du panier d'exportation africain, procurant des niveaux de sophistication faibles avec une valeur moyenne de 4,68 en 2000 à 2,57 en 2018. Notamment, avec une hiérarchie en termes de performance de sophistication du panier d'exportation qui place l'Île Maurice en tête, suivi par le Botswana et vient l'Afrique du Sud. Par ailleurs, nos résultats suggèrent, comme nous l'avons indiqué ci-dessus, que le capital humain et la R&D sont d'importantes sources de création de connaissances autochtones, contribuant directement à l'amélioration des exportations des pays. En tant que l'un des principaux canaux de transfert international des connaissances, les importations ont des effets positifs importants sur la sophistication des exportations des pays. Par conséquent, les importations affectent la sophistication des exportations d'un pays par le biais des importations de biens intermédiaires, qui sont étroitement liées aux activités de transformation des exportations.

En prenant appui sur les précédents résultats, nous pouvons émettre ces quelques implications :

Les produits africains font face à un environnement peu favorable à leur essor. Avec une performance à l'exportation qui est gouverné par la dynamique de sa capacité productive. L'Afrique doit redéfinir sa spécialisation vers les activités à forte productivité. Ainsi, ces pays gagneront en termes de parts de marché et seront davantage compétitifs internationalement. D'autant plus que, c'est la performance des pays qui sert d'outil de comparaison international. On s'attend à ce que ses mécanismes permettent à l'Afrique de parvenir à défier les avantages comparatifs à l'aide de ces dépenses en R&D pour une exportation de produits plus sophistiqués. De plus, les activités d'importations peuvent aussi améliorer la qualité de ces produits. Également, il faudrait beaucoup investir sur le capital humain, en offrant des formations modernes et qualifiés.

## ANNEXE

Tableau A. 1 : Evolution de l'indicateur de sophistication des produits ( $PRODY_K$ ) dans 15 pays africains entre 2000 et 2019

|                | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  | 2018  | 2019  |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Maurice        | 418,1 | 439,7 | 453,6 | 533,4 | 536,4 | 563,3 | 559,1 | 529,6 | 594,8 | 400,9 | 388,5 | 440,9 | 12,87 | 33,55 | 185,6 | 443,8 | 271,2 | 143,1 | 82,37 | 73,96 |
| Afrique du Sud | 204   | 178,2 | 129,2 | 246,2 | 340   | 442,1 | 436   | 486,8 | 480,1 | 368,8 | 596,6 | 692,2 | 76,24 | 74,68 | 91,03 | 189,6 | 223,4 | 434,1 | 445,3 | 419,3 |
| Namibie        | 113,2 | 105   | 82,25 | 110,9 | 220   | 232,5 | 268   | 304,4 | 285,3 | 364,4 | 416,3 | 366,4 | 141,4 | 235,3 | 227,5 | 213,6 | 461,6 | 489,2 | 779,2 | 490,9 |
| Botswana       | 264,5 | 225,5 | 214,8 | 371,5 | 338,2 | 464,1 | 398,8 | 407,8 | 353,8 | 235,5 | 329,9 | 397   | 689,9 | 874,3 | 30,67 | 28,53 | 9,57  | 11,47 | 13,01 | 5,66  |
| Tunisie        | 165,4 | 191,2 | 171,1 | 215,6 | 247,8 | 278,3 | 280,6 | 352,2 | 428,5 | 312,5 | 307,9 | 278   | 20,61 | 19,39 | 26,61 | 52,19 | 71,91 | 88,99 | 71,24 | 68,09 |
| Maroc          | 76,25 | 73,92 | 74,46 | 93,17 | 100   | 116   | 119,1 | 137,1 | 201,9 | 143,5 | 152,2 | 160,5 | 252,4 | 288,8 | 432,8 | 90,74 | 89,61 | 124,4 | 147,6 | 144,6 |
| Égypte         | 50,49 | 42,54 | 37,38 | 42,05 | 42,51 | 65,87 | 84,34 | 102   | 170,4 | 187,8 | 196,8 | 203,4 | 365,6 | 375,2 | 20,66 | 50,08 | 58,06 | 48,15 | 43,73 | 60,27 |
| Sénégal        | 25,48 | 29,41 | 25,02 | 47,48 | 51,5  | 60,1  | 54,44 | 56,9  | 83,29 | 75,23 | 63,93 | 66,84 | 105,4 | 120,5 | 170,1 | 86,55 | 113,3 | 137,1 | 170,7 | 188,6 |
| Cote d'Ivoire  | 31,23 | 32,39 | 43,26 | 50,87 | 55,75 | 62,4  | 60,51 | 57,5  | 73,23 | 78,9  | 66,46 | 57,62 | 95,51 | 144,4 | 198,9 | 74,74 | 24,65 | 87,59 | 41,19 | 55,21 |
| Comores        | 52,57 | 59,65 | 71,93 | 57,52 | 66,85 | 31,88 | 19,41 | 61,2  | 31,31 | 91,54 | 86,61 | 142,3 | 175,4 | 156,7 | 15,33 | 1,25  | 8,28  | 37,21 | 3,42  | 40,69 |
| Zimbabwe       | 46,73 | 33,05 | 53,56 | 30,5  | 46,83 | 32    | 46,52 | 31,41 | 9,38  | 33,64 | 49,97 | 56,86 | 148,4 | 22,67 | 22,83 | 51,14 | 79,87 | 128,3 | 131,8 | 179,1 |
| Zambie         | 12,42 | 15,82 | 13,7  | 13,64 | 24,55 | 43,52 | 94,28 | 105,4 | 126,4 | 86,06 | 157,8 | 190,7 | 15,52 | 29,08 | 18,24 | 27,62 | 53,19 | 39,22 | 39,31 | 28,73 |
| Benin          | 28,61 | 31,32 | 37,01 | 47,45 | 49,28 | 49,15 | 33,49 | 39,7  | 64,19 | 65,12 | 65,97 | 42,09 | 83,86 | 124,1 | 267,3 | 11,7  | 5,76  | 19    | 13,68 | 23,93 |
| Gambie         | 20,89 | 9,78  | 14,16 | 2,86  | 17,81 | 7,61  | 9,82  | 11,57 | 12,75 | 57,6  | 51,99 | 50,24 | 101,3 | 90,7  | 104,5 | 257,6 | 133   | 0,1   | 0,88  | 2,49  |
| Madagascar     | 34,5  | 43,43 | 25,92 | 40,88 | 25,08 | 24,8  | 26,51 | 34,02 | 39,15 | 29,12 | 25,71 | 28    | 5,73  | 4,98  | 7,4   | 13,69 | 15,69 | 29,75 | 24,86 | 32,81 |
| Moyenne        | 103   | 100,7 | 96,49 | 126,9 | 144,2 | 164,9 | 166,1 | 181,2 | 197   | 168,7 | 197,1 | 211,5 | 152,7 | 173   | 121,3 | 106,2 | 107,9 | 121,2 | 133,9 | 121   |

**Source :** Calculs de l'auteure, à partir des données de Comtrade et de la Banque Mondiale

**Tableau A. 2 : Evolution de l'indicateur de sophistication des paniers des exportations ( $EXPY^i$ ) de 15 pays africains entre 2000 et 2019**

|                | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011   | 2012  | 2013   | 2014  | 2015  | 2016  | 2017 | 2018  | 2019 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|------|-------|------|
| Maurice        | 26,01 | 29,15 | 32,98 | 41,54 | 44,42 | 49,93 | 54,09 | 48,88 | 55,65 | 26,69 | 27,18 | 37,79  | 0,02  | 0,12   | 2,58  | 6,20  | 1,68  | 0,36 | 0,13  | 0,10 |
| Botswana       | 11,61 | 9,02  | 9,31  | 22,31 | 18,75 | 32,48 | 28,38 | 32,67 | 27,66 | 12,82 | 24,37 | 36,99  | 73,02 | 109,44 | 0,09  | 0,03  | 0,00  | 0,00 | 0,00  | 0,00 |
| Afrique du Sud | 8,02  | 6,93  | 4,30  | 11,31 | 19,89 | 30,18 | 33,45 | 44,56 | 50,53 | 28,19 | 69,98 | 106,97 | 0,84  | 0,84   | 0,98  | 1,83  | 2,10  | 5,65 | 6,51  | 6,01 |
| Namibie        | 3,51  | 3,37  | 2,46  | 3,36  | 11,85 | 12,27 | 17,80 | 24,40 | 24,72 | 38,07 | 46,95 | 41,92  | 3,64  | 10,65  | 7,25  | 2,73  | 10,43 | 8,30 | 23,12 | 9,97 |
| Tunisie        | 7,23  | 9,44  | 8,04  | 11,78 | 16,42 | 20,16 | 23,03 | 37,64 | 53,83 | 28,75 | 32,98 | 32,40  | 0,11  | 0,09   | 0,13  | 0,21  | 0,31  | 0,42 | 0,31  | 0,29 |
| Égypte         | 1,03  | 0,76  | 0,76  | 1,12  | 1,42  | 3,04  | 5,02  | 7,15  | 17,94 | 18,40 | 21,09 | 26,50  | 44,76 | 44,64  | 0,10  | 0,21  | 0,21  | 0,17 | 0,16  | 0,25 |
| Maroc          | 2,55  | 2,37  | 2,52  | 3,52  | 4,26  | 5,54  | 6,37  | 8,62  | 17,80 | 8,73  | 11,76 | 15,10  | 23,65 | 27,64  | 44,97 | 0,83  | 0,61  | 0,94 | 1,41  | 1,34 |
| Zambie         | 0,26  | 0,38  | 0,32  | 0,30  | 0,93  | 2,24  | 8,36  | 11,32 | 14,48 | 7,76  | 24,10 | 38,86  | 0,15  | 0,47   | 0,14  | 0,17  | 0,49  | 0,18 | 0,21  | 0,13 |
| Comores        | 2,50  | 3,04  | 4,46  | 2,47  | 3,50  | 0,79  | 0,33  | 3,46  | 0,89  | 7,58  | 8,21  | 24,99  | 23,71 | 16,88  | 0,12  | 0,00  | 0,01  | 0,19 | 0,00  | 0,25 |
| Benin          | 0,94  | 1,10  | 1,54  | 2,22  | 2,53  | 2,44  | 1,29  | 1,87  | 4,64  | 4,75  | 6,05  | 2,80   | 6,64  | 12,74  | 42,12 | 0,04  | 0,01  | 0,06 | 0,03  | 0,10 |
| Gambie         | 0,43  | 0,11  | 0,31  | 0,02  | 0,41  | 0,07  | 0,14  | 0,20  | 0,22  | 4,84  | 4,53  | 5,92   | 14,94 | 12,15  | 13,69 | 29,28 | 5,67  | 0,00 | 0,00  | 0,00 |
| Cote d'Ivoire  | 0,88  | 0,92  | 1,67  | 2,08  | 2,80  | 3,48  | 3,80  | 3,57  | 5,46  | 6,23  | 5,25  | 4,91   | 7,94  | 15,24  | 19,28 | 0,83  | 0,07  | 0,67 | 0,15  | 0,27 |
| Sénégal        | 0,63  | 0,82  | 0,61  | 1,92  | 2,35  | 3,02  | 2,81  | 3,04  | 6,21  | 5,22  | 4,60  | 5,82   | 9,04  | 10,91  | 15,76 | 1,79  | 2,24  | 2,54 | 4,16  | 5,04 |
| Zimbabwe       | 2,27  | 1,12  | 3,48  | 1,36  | 3,78  | 1,79  | 4,76  | 2,62  | 0,31  | 1,78  | 3,79  | 5,29   | 18,25 | 0,37   | 0,28  | 0,53  | 0,96  | 1,96 | 2,16  | 4,50 |
| Madagascar     | 2,37  | 3,28  | 1,36  | 3,17  | 1,84  | 1,60  | 2,05  | 3,02  | 3,61  | 2,21  | 2,02  | 2,64   | 0,07  | 0,05   | 0,08  | 0,12  | 0,11  | 0,32 | 0,25  | 0,42 |
| Moyenne        | 4,68  | 4,79  | 4,94  | 7,23  | 9,01  | 11,27 | 12,78 | 15,53 | 18,93 | 13,47 | 19,52 | 25,93  | 15,12 | 17,48  | 9,84  | 2,99  | 1,66  | 1,45 | 2,57  | 1,91 |

**Source :** Calculs de l'auteure, à partir des données de Comtrade et de la Banque Mondiale

## Test de Hausman

. hausman Fixed Random

Note: the rank of the differenced variance matrix (6) does not equal the number of coefficients being tested (7); be sure this is what you expect, or there may be problems computing the test. Examine the output of your estimators for anything unexpected and possibly consider scaling your variables so that the coefficients are on a similar scale.

|               | Coefficients |               | (b-B)<br>Difference | sqrt(diag(V_b-V_B))<br>S.E. |
|---------------|--------------|---------------|---------------------|-----------------------------|
|               | (b)<br>Fixed | (B)<br>Random |                     |                             |
| IDE           | -.6269321    | -.5635536     | -.0633785           | .362804                     |
| Importation   | .4120239     | .3465872      | .0654367            | .1638157                    |
| Population    | 1.20e-07     | -2.95e-09     | 1.23e-07            | 3.67e-07                    |
| RD            | 25.57791     | 16.5308       | 9.047111            | 3.797096                    |
| FBCF          | -.0006632    | .0047689      | -.0054321           | .1400744                    |
| Inscription~e | .0467861     | .0188241      | .027962             | .030598                     |
| Contrôlede~n  | 2.720835     | 3.885107      | -1.164273           | 6.60722                     |

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg  
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(6) = (b-B)'[(V\_b-V\_B)^(-1)](b-B)  
 = 6.65  
 Prob>chi2 = 0.3544

. hausman Random Fixed

Note: the rank of the differenced variance matrix (6) does not equal the number of coefficients being tested (7); be sure this is what you expect, or there may be problems computing the test. Examine the output of your estimators for anything unexpected and possibly consider scaling your variables so that the coefficients are on a similar scale.

|               | Coefficients  |              | (b-B)<br>Difference | sqrt(diag(V_b-V_B))<br>S.E. |
|---------------|---------------|--------------|---------------------|-----------------------------|
|               | (b)<br>Random | (B)<br>Fixed |                     |                             |
| IDE           | -.5635536     | -.6269321    | .0633785            | .                           |
| Importation   | .3465872      | .4120239     | -.0654367           | .                           |
| Population    | -2.95e-09     | 1.20e-07     | -1.23e-07           | .                           |
| RD            | 16.5308       | 25.57791     | -9.047111           | .                           |
| FBCF          | .0047689      | -.0006632    | .0054321            | .                           |
| Inscription~e | .0188241      | .0467861     | -.027962            | .                           |
| Contrôlede~n  | 3.885107      | 2.720835     | 1.164273            | .                           |

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg  
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(6) = (b-B)'[(V\_b-V\_B)^(-1)](b-B)  
 = -6.65      chi2<0 ==> model fitted on these  
                  data fails to meet the asymptotic  
                  assumptions of the Hausman test;  
                  see suest for a generalized test

**Tableau A. 3 : Résultats d'estimations du système GMM par d'autres indicateurs de la qualité institutionnelle**

|                                         | EXPY                   |                        |                        |
|-----------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                                         | 1                      | 2                      | 3                      |
| Ratio stock d'IDE-PIB                   | -0,314<br>-0,25        | -0,3197<br>-0,31       | -0,274<br>-0,28        |
| Ratio importations-PIB                  | 0,270***<br>-0,09      | 0,300***<br>-0,11      | 0,277**<br>-0,11       |
| Population                              | -2,55E-08<br>-3,73E-08 | -3,34E-08<br>-3,03E-08 | -4,47E-08<br>-3,41E-08 |
| Ratio R&D-PIB                           | 19,473**<br>-8,64      | 21,769**<br>-9,15      | 20,414***<br>-8,27     |
| Ratio FBCF-PIB                          | -0,199**<br>-0,08      | -0,143<br>-0,12        | -0,175**<br>-0,09      |
| % d'inscription à l'école<br>secondaire | 0,096***<br>-0,02      | 0,104***<br>-0,01      | 0,102***<br>-0,01      |
| Stabilité politique                     | 0,811<br>-1,66         |                        |                        |
| Bonne gouvernance                       |                        | -3,042<br>-2,04        |                        |
| Etat de droit                           |                        |                        | -1,871<br>-1,51        |
| _cons                                   | -4.175<br>-2,9         | -8,631<br>-5,246       | -5,989<br>-4,5         |
| Effet de période                        | OUI                    | OUI                    | OUI                    |
| Test AR (1)                             | -1,46<br>-0,14         | -1,45<br>-0,14         | -1,44<br>-0,15         |
| Nombre d'observation                    | 90                     | 90                     | 90                     |
| Nombre de pays                          | 15                     | 15                     | 15                     |
| Test de Hansen                          | 7,14<br>-0,21          | 6,52<br>(0.25)         | 6,65<br>-0,24          |

**Notes :** Les niveaux de significativité à 1, 5 et 10 % sont indiqués respectivement par \*\*\*, \*\* et \*. Les erreurs types sont indiquées entre parenthèses sous les coefficients estimés respectifs.

AR (1) fournit les statistiques pour le test de corrélation en série. Le test de Hansen est le test de sur-identification des restrictions pour les variables instrumentales. Les valeurs entre parenthèses correspondantes pour ces tests de spécification sont des valeurs *p*.

**Source :** Auteure, à partir des données de Comtrade et de la Banque Mondiale

### Liste des pays

Afrique du Sud, Benin, Botswana, Comores, Cote d'Ivoire, Egypte, Gambie, Madagascar, Maroc, Maurice, Namibie, Sénégal, Tunisie, Zambie et Zimbabwe.

## BIBLIOGRAPHIE

Abdon, A., & Felipe, J. (2011). The product space: What does it say about the opportunities for growth and structural transformation of Sub-Saharan Africa?.

Alaya, M. (2012, September). The determinants of MENA export diversification: An empirical analysis. In *Corruption and Economic Development ERF 18th Annual Conference March* (pp. 25-27).

Arawomo, D. F., Oyelade, A. O., & Tella, A. T. (2014). Determinants of Export Diversification in Nigeria: Any Special Role for Foreign Direct Investment (FDI)?. *Journal of economics and business research*, 20(2), 21-33.

Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The review of economic studies*, 58(2), 277-297.

Arif, I. (2021). Productive knowledge, economic sophistication, and labor share. *World Development*, 139, 105303.

Assche, A. V., & Gangnes, B. (2010). Electronics production upgrading: Is China exceptional?. *Applied Economics Letters*, 17(5), 477-482.

Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of econometrics*, 87(1), 115-143.

Broda, C., & Weinstein, D. E. (2006). Globalization and the Gains from Variety. *The Quarterly journal of economics*, 121(2), 541-585.

Brunnschweiler, C. N. (2008). Cursing the blessings? Natural resource abundance, institutions, and economic growth. *World development*, 36(3), 399-419.

Coe, D. T., & Helpman, E. (1995). International r&d spillovers. *European economic review*, 39(5), 859-887.

Dixon, J., Hong, B., & Wu, L. (2021). The robot revolution: Managerial and employment consequences for firms. *Management Science*, 67(9), 5586-5605.

Fu, X., & Gong, Y. (2011). Indigenous and foreign innovation efforts and drivers of technological upgrading: evidence from China. *World development*, 39(7), 1213-1225.

Funke, M., & Ruhwedel, R. (2001). Product variety and economic growth: Empirical evidence for the OECD countries. *IMF Staff papers*, 48(2), 225-242.

Gylfason, T. (2001). Natural resources, education, and economic development. *European economic review*, 45(4-6), 847-859.

Harding, T., & Javorcik, B. S. (2011). FDI and Export Upgrading.

Hausmann, R., Hwang, J., & Rodrik, D. (2007). What you export matters. *Journal of economic growth*, 12(1), 1-25.

Holtz-Eakin, D., Newey, W., & Rosen, H. S. (1988). Estimating vector autoregressions with panel data. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 1371-1395.

Hummels, D., & Klenow, P. J. (2005). The variety and quality of a nation's exports. *American economic review*, 95(3), 704-723.

Iwamoto, T., Booser, D., Valero, V., Murray, J. L., Koenig, K., Esteva, F. J., ... & Pusztai, L. (2012). Estrogen receptor (ER) mRNA and ER-related gene expression in breast cancers that are 1% to 10% ER-positive by immunohistochemistry. *Journal of Clinical Oncology*, 30(7), 729-734.

Jarreau, J., & Poncet, S. (2009). *Export sophistication and economic performance: evidence from Chinese provinces*. CEPII.

Jarreau, J., & Poncet, S. (2012). Export sophistication and economic growth: Evidence from China. *Journal of development Economics*, 97(2), 281-292.

Khandelwal, A. (2010). The long and short (of) quality ladders. *The Review of Economic Studies*, 77(4), 1450-1476.

Krugman, P. (1980). Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade. *The American Economic Review*, 70(5), 950-959.

Lall, S., Weiss, J., & Zhang, J. (2006). The “sophistication” of exports: A new trade measure. *World development*, 34(2), 222-237.

Lo, D., & Chan, T. M. (1998). Machinery and China's nexus of foreign trade and economic growth. *Journal of International Development*, 10(6), 733-749.

Li, C., & Lu, J. (2018). R&D, financing constraints and export green-sophistication in China. *China economic review*, 47, 234-244.

Lucas Jr, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, 22(1), 3-42.

Minondo, A. (2010). Exports' quality-adjusted productivity and economic growth. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 19(2), 257-287.

Okey, M. K. (2016). Corruption and emigration of physicians from Africa. *Journal of Economic Development*, 41(2), 27.

Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of applied econometrics*, 16(3), 289-326.

- Rodrik, D. (2006). What's so special about China's exports?. *China & World Economy*, 14(5), 1-19.
- Romer, P. M. (1990). Capital, labor, and productivity. *Brookings papers on economic activity. Microeconomics*, 1990, 337-367.
- Sandu, S., & Ciocanel, B. (2014). Impact of R&D and innovation on high-tech export. *Procedia Economics and finance*, 15, 80-90.
- Schott, P. K. (2008). The relative sophistication of Chinese exports. *Economic policy*, 23(53), 6-49.
- Song, Y., Hao, X., & Zheng, L. (2022). Intermediate import, independent innovation and export sophistication of Chinese manufacturing enterprises. *Structural Change and Economic Dynamics*, 60, 126-140.
- Stijns, J. P. C. (2005). Natural resource abundance and economic growth revisited. *Resources policy*, 30(2), 107-130.
- Xu, B. (2010). The sophistication of exports: Is China special?. *China Economic Review*, 21(3), 482-493.
- Zhu, S., & Fu, X. (2013). Drivers of export upgrading. *World Development*, 51, 221-233.
- Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. H. (2013). Institutional-based antecedents and performance outcomes of internal and external green supply chain management practices. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 19(2), 106-117.