Revue Internationale du Chercheur
ISSN: 2726-5889
Volume 3 : Numéro 4

Croissance des économies nord-africaines : une approche par la complexité économique

North African economies' Growth: an economic complexity approach

ELMORCHID Brahim
Enseignant chercheur
Faculté des sciences juridiques, économiques et sociales
Université Cadi Ayyad, Marrakech
Laboratoire de Recherche en Economie Sociale et Solidaire, Gouvernance et Développement
Maroc
morchid_brahim@yahoo.fr

OUNACEUR Aafaf Hayate
Doctorante
Faculté des sciences juridiques, économiques et sociales
Université Cadi Ayyad, Marrakech
Laboratoire de Recherche en Economie Sociale et Solidaire, Gouvernance et Développement
Maroc
ounaceur.aafaf.hayate@gmail.com

MARGOUM Mohammed Amine
Enseignant chercheur
École des Hautes Études, Économiques Commerciales et d'Ingénierie (HEEC), Marrakech
Laboratoire de CRME
Maroc
medamine.margoum@gmail.com

Date de soumission : 15/11/2022

Date d'acceptation : 15/12/2022

Pour citer cet article :

Elmorchid.B, & al. (2022) « Croissance des économies nord-africaines : une approche par la complexité économique », Revue Internationale du chercheur « Volume 3 : Numéro 4 » pp : 399 - 421

Résumé

En dépit des efforts déployés et des multiples réformes de politiques industrielles et commerciales adoptées afin de mener une conversion économique s'inscrivant dans un processus d'émergence, les pays nord-africains n'ont pas pu réussir cette mise à niveau de leurs exportations. Ainsi, leur croissance économique demeure statique.

Dans ce papier nous effectuerons une analyse de l'impact de la complexité économique sur la croissance dans les pays nord-africains (Mauritanie, Maroc, Algérie, Tunisie, Lybie, Égypte, Soudan) sur la période 2002-2019. Diverses conclusions sont dénombrées à l'issue de ce travail, grâce à l'application d'une méthodologie en données de panel ARDL couvrant les sept pays ciblés au cours de la période susmentionnée. Les résultats montrent que la complexité économique a un effet négatif sur la croissance économique sur le court terme, ce qui se transforme en un effet positif sur le long terme. Ainsi, la conclusion à retenir c'est que la complexité économique est -positivement- plus significative sur la croissance économique à long terme.

Mots clés : Complexité; croissance; diversification; sophistication; exportations.

Abstract

Despite the efforts made and the many industrial and trade policy reforms adopted in order to carry out an economic conversion as part of an emergence process, North African countries have not been able to successfully upgrade their exports. Thus, their economic growth remains static.

In this paper we will conduct an analysis of the impact of economic complexity on growth in North African countries (Mauritania, Morocco, Algeria, Tunisia, Libya, Egypt, Sudan) over the period 2002-2019. Various findings are enumerated at the end of this work, through the application of a ARDL panel data methodology covering the seven target countries over the above period. The results show that economic complexity has a negative effect on economic growth in the short-run, which turns into a positive effect in the long-run. Thus, the conclusion is that economic complexity is -positively- more significant on economic growth in the long run.

Keywords: Complexity; growth; diversification; sophistication; exports.

Introduction

La complexité économique indique les connaissances productives - ou autrement appelées les capacités productives- dont une économie dispose. Ce concept consiste en un dispositif de complexification et sophistication d'une structure productive dans le but de réussir sa transformation structurelle. Étant donné que le développement économique ne concerne pas seulement l'élargissement de la taille d'une économie mais implique également une amélioration touchant plusieurs dimensions, entre autres : le capital humain, les institutions, la gouvernance, les technologies, etc. Ces aspects sont considérés comme des capacités productives non échangeables qui sont au cœur de la complexité économique. Cette dernière est perçue comme le miroir des économies, du fait qu'elle donne une idée sur leurs dotations en connaissances productives et reflète leurs niveaux de développement, leurs rythmes de croissance et peut même prédire leurs trajectoires futures vers la prospérité économique.

La dernière décennie a témoigné une série de travaux mettant en avant la complexité économique comme étant une variable explicative des disparités de revenus entre les pays. Cette littérature récente a souligné l'existence d'une forte corrélation entre la complexité et la croissance (Hidalgo & Hausmann, 2009), en stipulant qu'une structure productive est dite complexe lorsqu'elle arrive à produire une gamme de biens et/ou de services qui est diversifiée et moins ubiquitaire sur la scène mondiale des échanges commerciaux, cela donne l'opportunité au pays de gagner un niveau élevé de revenu. (Hausmann & Hidalgo, 2011) trouvent que la productivité économique représente un vecteur de la croissance et la prospérité économique, et que les pays ayant une productivité élevée, disposent forcément d'un haut niveau de complexité et vice-versa. Cela permettra le positionnement du pays par rapport à d'autres nations et le regain de sa compétitivité économique à l'échelle mondiale, ainsi que sa traversée de la classe des pays à revenu faible ou intermédiaire au rang des pays riches. Néanmoins, tandis que (Hausmann, 2011); (Bastos & Wang, 2015); (Zhu & Li, 2017); (Stojkoski & Kocarev, 2017) confirment l'existence d'un impact positif de la complexité sur la croissance, (Demiral, 2016) découvre que la complexité peut avoir un effet négatif sur la croissance lorsqu'il s'agit d'une économie axée sur l'innovation.

Cet article est donc en quête de réponse à la question suivante : Quel est l'impact de la complexité économique sur la croissance économique des pays nord-africains ?

Notre travail s'inscrit dans l'optique d'actualisation de la thématique elle-même tout en se focalisant sur le contexte des pays nord-africains et il a un double objectif : le premier est

d'examiner l'impact de la complexité économique sur la croissance des sept pays (Mauritanie, Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, Égypte, Soudan) de l'Afrique du Nord sur une période de 17 ans (2002-2019) et la seconde est de mettre nos résultats en perspective en développant un cadre empirique pour prédire le poids de la complexité économique dans la croissance future des pays de la région nord-africaine. À cette fin, nous avons appliqué **le modèle a retard autorégressif avec la méthode de la moyenne de groupe agrégée PMG/MG-ARDL**.

Cet article est organisé comme suit : la première section consiste en un survol de la littérature théorique et empirique avec quelques faits stylisés portant sur la relation complexité-croissance dans la région, la deuxième section décrit la méthodologie et les données utilisées, et la troisième section met en exergue les résultats de l'étude économétrique.

1. Revue de littérature

1.1. Survol de littérature théorique

La pensée structuraliste portée par les travaux de (Lewis, 1955), Chenery (1960), (Rostow, 1960), (Kaldor, 1967), (Kuznets, 1971), entre autres, stipule que le développement et la croissance économique reposent, en grande partie sur la transformation structurelle de la structure productive, qui consiste en la réallocation des ressources depuis des activités à faible productivité vers des activités à productivité élevée. Ce processus est bénéfique pour le positionnement de l'économie sur la scène internationale du commerce et donne une certaine stabilité aux revenus et une élasticité à la demande et ce, parce que cette transformation rend la structure plus souple et résistante aux changements brusques (Hartmann et al., 2017).

Ces dernières années, une littérature empirique, plus particulièrement, les travaux de (Rodrik, 2006), (Hausmann et al., 2007), (Hidalgo & Hausmann, 2009), (Hausmann & Hidalgo, 2011), (Felipe et al., 2012), a remis en avant la transformation structurelle comme étant une variable explicative de la croissance économique. Ces travaux relient fortement la mutation de la structure productive d'une économie et l'amélioration de ses technologies à sa croissance économique, tout en soulignant que l'accumulation des capacités productives ne se limitent pas aux facteurs classiques de production, qui sont : le capital, le travail et la terre, mais s'étend à des facteurs non-monétaires et intangibles, tels que : le capital humain, les institutions, la gouvernance, l'innovation et recherche et développement (R&D), etc. Ainsi, l'assemblement de ces éléments qualitatifs de manière progressive et réfléchie, permet d'obtenir un stock de capacités productives nécessaires à la transformation structurelle de la

structure en question et permet de bonifier ses technologies (Hausmann et al., 2013), et (McMillan et al., 2014). Ces efforts de sophistication de la structure productive s'inscrivent dans le but de réussir une migration du secteur primaire au secteur secondaire et tertiaire, et par conséquent réduire les écarts de revenus entre les pays développés et ceux en voie de développement, ce qui se manifeste par une production et une exportation sophistiquée semblable à celle des pays riches (Herrendorf et al., 2014), (de Vries et al., 2015) et (van Neuss, 2019).

Ainsi, la complexité économique émerge comme étant la capacité d'un pays à moderniser sa structure productive en produisant des biens et services sophistiqués. Ici, la complexité est considérée comme un levier de la richesse des nations. (Hidalgo et al., 2007) interprètent la relation complexité-croissance de causalité, et s'appuient dans leur analyse sur les données du commerce international comme étant un réseau bipartite divisé entre des données liées aux pays (diversification), d'autres relatives aux produits (ubiquité) : plus un pays incorpore des capacités productives sophistiqués, plus sera capable de produire des biens diversifiés et moins ubiquitaires sur la scène internationale des échanges commerciaux -autrement dit, des biens sophistiqués-, ce qui reflète une nette amélioration de sa structure productive. Donc, la dotation d'un pays en capacités productives qui permettent la complexification et la sophistication de ses exportations détermine la trajectoire de sa croissance économique.

Afin de mesurer la complexité des pays, (Hidalgo & Hausmann, 2009) ont développé un indice intitulé « Indice de la complexité économique » (ICE) qui explique les différences de revenu inter-pays et peut aller jusqu'à prédire significativement leur croissance future (Orsolin , et al., 2022). L'ICE jauge le stock des capacités productives incorporées au sein d'une structure productive donnée et mesure le degré de diversification des produits et ce, dans le but de réussir une transformation structurelle dans un premier temps et d'atteindre une croissance soutenable par conséquent. Le rythme de cette dernière est influencé par le niveau de complexité économique du pays en question. En d'autres mots, la croissance dépend de la capacité d'un pays d'accumuler des connaissances productives tacites -savoir et savoir-faire- qui permettent de produire, des biens et/ou des services divers, sophistiqués et moins omniprésents. Ces pays grâce à la mise à niveau de leurs structure productive et à la création de secteurs économiques à forte valeur ajoutée, ils témoigneront une augmentation de leurs revenus qui rime avec leurs aspirations économiques (Hidalgo et al., 2007), (Hidalgo & Hausmann, 2009), (Hausmann et al., 2013) et (Hartmann et al., 2017).

Afin de situer théoriquement cette relation complexité-croissance, il serait judicieux de souligner les théories ayant établi le lien entre la croissance économique et le commerce international, entre autres : les travaux de (Solow, 1956) et (Swan, 1956) qui identifient la croissance économique comme un dispositif cumulatif de facteurs de production. Le modèle de (Solow, 1956) stipule que la croissance repose principalement sur l'augmentation de deux facteurs : le travail (via croissance démographique) et le capital (via les investissements). Cependant, la création de richesse ne repose pas seulement sur ces facteurs tangibles, mais implique en grande partie des facteurs non-échangeables, tel que le progrès technique et l'innovation que Solow les considère comme des « facteurs résiduels » qui servent à relancer la croissance, mais dont l'origine n'a pas été expliquée dans ce modèle néoclassique, ainsi, ils étaient perçus comme facteurs exogènes.

Ce modèle a été réfuté en faveur des théories de croissance endogène, se manifestant par le modèle de (Romer, 1986) et (Lucas, 1988) basé sur les rendements croissants, qui estime le progrès technique, le savoir-faire et l'innovation comme des facteurs endogènes de la croissance économique, qui sont l'aboutissement de l'investissement en capital humain et qui stimulent la productivité globale au sein de la structure productive. (Romer, 1986) considère que doter une économie de connaissances issues du renforcement de R&D, génère des externalités positives en matière d'apprentissage et de technologies, qui ne peuvent qu'être bénéfiques à la transformation structurelle de sa structure productive, et par conséquent, accélérer le rythme de sa croissance économique. Ce raisonnement va *en tandem* avec la notion de la complexité économique qui promeut l'accumulation des connaissances productives -alias, capacités productives- et le capital humain de qualité, comme un des principaux facteurs pour doper la croissance économique. Alors, on peut déduire que la complexité économique est au cœur de la croissance à long terme en général, et celle endogène en particulier.

Tout de même, il est à souligner que la majorité des analyses économétriques ayant traité la relation complexité-croissance reposent sur des méthodes dont les données utilisées sont réparties sous forme de panel. La faiblesse de cette manière de faire, c'est qu'elle traite les pays de façon égalitaire, abstraction faite de l'hétérogénéité des dynamiques et des spécificités propres à chacune de ces économies, ce qui influence d'une manière ou une autre la sophistication des structures productives y afférentes, (Cristelli et al., 2015). Cette hétérogénéité se révèle clairement à travers le « *Product Space* » (Alias, Espace produit) que

(Hidalgo et al., 2007) ont créé pour représenter une cartographie industrielle éclairant les parties prenantes concernées par la complexification de la structure productive sur les chemins les plus opportuns à suivre pour passer d'une capacité productive à une autre relativement proche. Cet outil novateur, qui a permis de localiser chaque pays selon l'intensité de la connaissance qui y est incarnée, il ne met pas seulement en exergue les proximités existantes entre les produits susceptibles d'être exportés *en tandem* par plusieurs pays, mais aussi reflète le niveau de connexion nouant les capacités productives les unes aux autres. Ainsi, on constate l'existence de produits plus connectés que d'autres et des niveaux disparates de sophistication en contraste au sein du *Product Space*. Ce qui nous renvoie vers le caractère hétérogène de ce dernier, et confirme l'impact que cette hétérogénéité qui, à la fois, explique la localisation actuelle du pays en référence au degré de sa complexité économique et régit le processus de sa transformation structurelle, et par conséquent sa croissance future.

Eu égard à ce qui précède, il est préconisé lors de l'élaboration d'analyses économétriques dans ce sens, de se focaliser sur un seul pays à la fois ou de choisir un panel de pays qui exhibe des similarités de caractéristiques. Cela justifie davantage notre choix d'étudier le cas des économies nord-africaines qui montre assez d'affinités, entre autres : politique, économique, géographique, linguistique, etc. Néanmoins, des disparités en matière de convergence persistent en dépit des multiples réformes appliquées dès l'aube de leur indépendance.

Par ailleurs, la prochaine section s'articulera autour des travaux antécédents ayant étudié la relation complexité-croissance, tout en prêtant un intérêt particulier aux études qui se sont focalisées sur un ou plusieurs cas dans la région de l'Afrique du Nord.

1.2. Survol de littérature empirique

1.2.1. Relation entre croissance et complexité économique : survol des travaux empiriques

La littérature empirique s'articulant autour de la relation complexité-croissance s'avère assez riche, et compte une panoplie de recherches qui ont tenté d'analyser cette relation en faisant appel à différentes méthodes économétriques et différentes variables qui sont jugées pertinentes afin de mieux appréhender ce phénomène.

La première étude recensée dans ce sens, est celle de (Hidalgo & Hausmann, 2009). En utilisant une modélisation des Méthode des Moindres Carrés Ordinaires (MCO) en données de panel sur 18 pays développés pour la période 1985- 2005, les deux auteurs mettent en relief que les écarts en termes de Produit intérieur brut (PIB) par habitant pouvaient être expliqués par les différences en matière de complexité économique. Leurs résultats suggèrent que l'accumulation de nouvelles capacités productives peut conduire vers une plus forte diversification de la structure économique.

En adoptant la même méthodologie sur panel plus large composée de 128 pays développés sur la période 1987-2008, (Hausmann et al., 2013) confirment l'idée que la complexité économique, contribue davantage au développement économique. Dans le même ordre d'idées, (EL Mokri, 2016) sur un panel de 98 pays - avancés et en développement - entre 1996 et 2014, constate un lien empirique positif et révélateur entre la complexité économique et la croissance économique future.

(Lee & Vu, 2020) dans leur étude présentent des preuves de l'effet positif que la complexité a sur la croissance. Ils trouvent une corrélation positive entre l'ICE et la disparité des revenus, à l'aide d'un panel dynamique système-GMM (*Generalised Method of Moments*) de 113 pays avec des moyennes sur 5 ans pour la période 1965-2014. Ce lien positif s'explique par l'augmentation des niveaux de complexité économique qui engendre des écarts salariaux considérables entre les travailleurs peu qualifiés et les travailleurs hautement qualifiés, ce qui entraîne une flambée des inégalités de revenus.

En s'intéressant au cas des pays de la région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord (MENA), (Sepehrdoust et al., 2019) examinent l'impact de la libéralisation commerciale adoptée par les économies en développement, notamment par le biais de la complexité économique au cours de la période 2002-2017. Les auteurs montrent que la complexité économique augmente suite à un choc positif de l'ouverture commerciale, d'investissements direct étrangers (IDE) et de formation brute du capital fixe.

En utilisant le même panel (la région MENA) pour la période 1970-2015, (Yalta & Yalta, 2018) trouvent un effet positif et significatif entre la croissance du PIB par habitant et la complexité économique. De surcroit, les auteurs observent que la rente de ressources naturelles tend à réduire la complexité économique, ce qui indique que la dépendance aux ressources naturelles réduit en fait l'incitation à une plus grande diversification.

En ce qui concerne la région d'Afrique du Nord, on peut citer le travail de la Commission Économique pour l'Afrique (CEA, 2013) pour la période 1995-2011. Les résultats obtenus corroborent les faits stylisés de la littérature, qui mettent en évidence que la complexité économique peut être considérée comme un moyen d'accélérer la croissance du PIB par habitant et donc à terme de favoriser la convergence vers les économies développées.

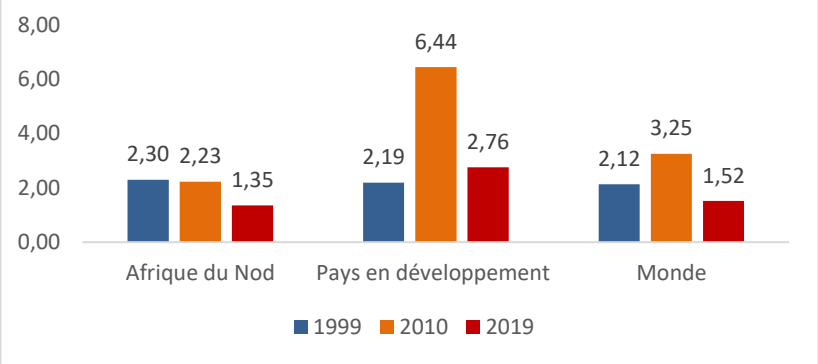
En résumé, l'ensemble des travaux empiriques s'accordent sur l'effet positif et significatif de la complexité économique sur le processus de croissance du PIB par habitant à long terme. Dans notre travail, et dans le même esprit que la Commission Économique pour l'Afrique (CEA, 2013) nous allons nous focaliser sur les sept pays de la région de l'Afrique du Nord. Toutefois, sur des données plus récentes afin d'identifier si la relation positive subsiste encore.

1.2.2. Relation complexité-croissance en Afrique du Nord : Faits stylisés

Le processus de transformation structurelle représente une question cruciale de par son effet sur la réduction des disparités de revenus entre les pays (Barro & Sala-i-Martin, 1992) ; (McMillan et al., 2014). Au cours des dernières décennies, les économies nord-africaines ont connu un taux de croissance du PIB par habitant relativement plus élevé que les pays en développement (**Figure N°1**). Toutefois, en dépit des bons résultats qu'affiche l'économie de l'Afrique du Nord au regard des circonstances internationales, leur croissance régionale a cependant diminué pour atteindre une croissance de 1,35% en 2019 contre une moyenne de 2,76% et 1,52%, respectivement pour les pays en développement et le monde.

Ce ralentissement de la croissance du PIB par habitant dans la région est imputable en grande partie imputable au ralentissement de l'économie mondiale, à la fois par une baisse de la demande de leurs exportations et le fléchissement des prix des produits de base.

Figure N°1 : Taux de croissance du PIB par habitant (1999-2010-2019)

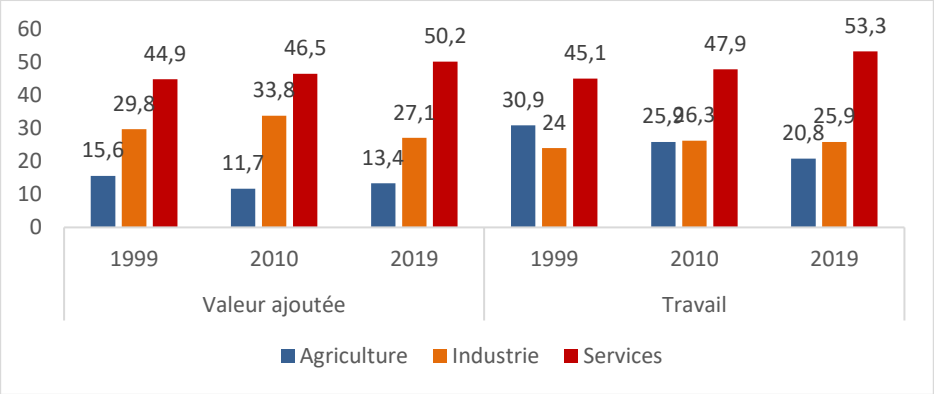


Source : Calcul des auteurs, à partir des données de la Banque Mondiale.

Le changement structurel est un phénomène évolutif caractérisé par la réaffectation de la main d'œuvre et de la valeur ajoutée entre les trois grands secteurs : l'agriculture, de l'industrie et des services. D'après les résultats de la **Figure N°2**, on constate que l'évolution des valeurs ajoutées sectorielles met en relief une diminution conjointe de la part du secteur agricole (15% en 1999 contre 13,4% en 2019) et du secteur industriel (29,8% en 1999 contre 27,1% en 2019) face à une augmentation de la part des services (44,9% en 1999 et 50,2% en 2019).

En revanche, l'analyse de la répartition sectorielle de l'emploi dans la région de l'Afrique du Nord montre que durant la période 1999-2019, il y'a une diminution importante de la part de l'emploi agricole (30,9% en 1999 contre 20,8% en 2019) et une augmentation dans le secteur des services (45,1% en 1999 et 53,3% en 2019). De surcroit, l'industrie n'a connu qu'une augmentation minimale de la main d'œuvre dans le temps, soit 24% en 1999 contre 25,9% en 2019.

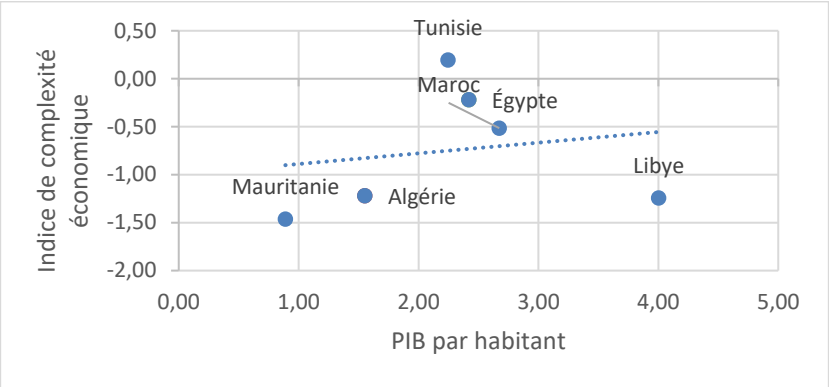
Figure N°2 : Répartition du travail et de la valeur ajoutée par secteur (1999-2010-2019)



Source : Calcul des auteurs, à partir des données de la Banque Mondiale.

L'analyse graphique de la relation entre l'indice de complexité économique et le PIB par habitant met en exergue une relation positive pour la période 1999-2019 (**Figure N°3**). La Tunisie affiche le niveau de complexité le plus élevé en moyenne sur toute la période, contrairement aux autres économies de la région (N.B: Données indisponibles pour le cas du Soudan). Toutefois, malgré un indice de complexité faible des autres pays, la relation positive avec le PIB par habitant suggère que ces économies peuvent espérer une croissance rapide.

Figure N°3 : Relation entre l'indice de complexité et PIB/habitant pour l'Afrique du Nord



Source : Calcul des auteurs, à partir des données de la Banque Mondiale et de l'ATLAS of Economic Complexity, Harvard.

2. Méthodologie et spécification économétrique

L'objectif de ce travail est d'étudier empiriquement la relation entre la complexité économique et la croissance via le PIB par habitant. Les données de fréquence annuelle pour la période 2002-2019 sont utilisées pour les différents pays de la région de l'Afrique du Nord, à savoir : Mauritanie, Maroc, Algérie, Tunisie, Lybie, Égypte, Soudan. Ce qui nous a permis de constituer un panel équilibré.

Diverses données annuelles brutes ont été utilisées : les données de la Banque Mondiale pour le PIB, la Banque Africaine de Développement (BAD) pour les données sur les investissements (FBCF) et la base de données « ATLAS de la complexité économique » par le laboratoire de croissance de l'Université de Harvard.

Au début, la relation entre les variables que nous essayons d'examiner prend la forme suivante :

$$PIBHAB = f(ICE, FBCF)$$

Où :

PIBHAB : PIB réel par habitant. Cette variable est choisie de préférence au PIB parce qu'elle permet de tenir compte de la croissance démographique. Si la population croît plus rapidement que le PIB, on ne peut pas en déduire que l'économie est en croissance.

ICE : l'indice de la complexité économique. Pour cette variable, la diversification et l'ubiquité sont les principaux critères qu'elle combine. Cet indice reflète le degré de sophistication au sein d'une structure productive donnée ainsi que l'ensemble des produits « sophistiqués » qu'elle est capable de produire.

FBCF : Formation brute en capital fixe, elle représente essentiellement un investissement public net. Elle mesure l'augmentation nette du capital fixe.

On s'attend à ce que ces variables contiennent des effets dynamiques, deux motifs principaux suggèrent cette dynamique : Premièrement, la période étudiée est importante, ce qui augmente la pertinence de la dimension temps. Deuxièmement, pour les différents pays examinés, la présence d'effets à long terme est attendue, ce qui est justifié par le fait que la littérature économique suggère que la complexité économique peut affecter la croissance économique à long terme. La présence attendue d'effets dynamiques soutient fortement l'argument selon lequel l'analyse doit être menée par des techniques économétriques qui analysent les ajustements à court et à long terme.

Conformément à ces objectifs, nous adoptons **un modèle a retard autorégressif avec la méthode de la moyenne de groupe agrégée PMG/MG-ARDL**. (Pesaran & Shin, 1999) ont proposé l'estimateur PMG associé à la mise en commun et à la moyenne des coefficients sur les unités de la section transversale. La MG, en revanche, consiste à estimer chaque unité séparément et à faire la moyenne du coefficient estimé sur les unités transversales (Pesaran & Shin, 1995).

Le PMG permet à court terme d'obtenir des réponses différentes selon les pays, tandis qu'il limite le long terme à la non-hétérogénéité. L'un des avantages de l'utilisation du PMG est que, pour un échantillon relativement restreint de données, le PMG est moins sensible à l'existence de valeurs aberrantes (Pesaran & Shin, 1999).

Le modèle ARDL est utilisé en raison de son adéquation à notre ensemble de données. Tout d'abord, il peut prendre en compte un mélange de stationnarité de variables telles que I(0) et I(1) et non I(2) comme dans cette étude. Il est également adapté aux études avec un échantillon de petite taille. Cette étude contient 5 sections transversales et des séries chronologiques de 17 ans, qui sont relativement petites pour la plupart des études de panel, mais qui peuvent être prises en compte dans les modèles ARDL. Enfin, elle saisit la dynamique de la variable d'intérêt à la fois à court terme et à long terme.

L'équation principale peut être formulée sous la forme d'un panel ARDL de (Pesaran et al., 1999), comme suit :

$$\Delta LPIB_t = \beta_0 + \varphi LPIB_{t-1} + + \sum_{q}^{p} \beta_1 \Delta\, ICE_{t-1} + \sum_{q}^{p} \beta_2 \Delta\, FBCF_{t-1} + \alpha_1 ICE_{t-1} + \alpha_2 FBCF_{t-1} + \mu_t$$

Où φ est le coefficient de la valeur passée décalée de la variable dépendante, $\beta_{21}\ et\ \beta_2$ sont les coefficients à court terme tandis que $\alpha_1\ et\ \alpha_2$ indiquent les coefficients à long terme. D'autre part, l'estimateur MG peut être écrit à la suite de (Pesaran & Shin, 1995) ainsi :

$$MG = N^{-1} \sum_{i=1}^{N} \bar{\alpha}_i$$

Où MG et α_i indiquent la moyenne de groupe agrégée et les estimations du coefficient.

2.1 L'analyse de la stationnarité des variables

Avant de passer à l'estimation inférentielle entre les variables sélectionnées, il est nécessaire de vérifier les caractéristiques des séries temporelles des variables. Cela a été fait afin d'appliquer correctement le panel ARDL qui est adapté aux variables I(0) et I(1) pures et non aux variables I(2) (Pesaran et al., 2001). En d'autres termes, les tests de stationnarité adaptés aux données de panel tels que les tests de (Levin et al., 2002) (LLC), et de (Im et al., 2003) (IPS). Ces deux tests adoptent l'hypothèse nulle de non-stationnarité.

Le tableau ci-dessous (Tableau 1) montre que l'indice de complexité économique est stationnaire en niveau, ce qui signifie que ce sont des variables I(0) en utilisant les tests de racine unitaire en panel LLC et IPS.

En ce qui concerne les variables de la formation brute de capital fixe et du PIB, elles ont montré la stationnarité après la première différence. Les différents tests le confirment. Ces résultats de racine unitaire impliquent que les variables sont des processus mixtes stationnaires, c'est-à-dire I(0) et I(1), ce qui correspond au modèle PMG/ARDL.

Tableau N°1 : ***L'analyse de la stationnarité des variables***

Variable	Niveau	LLC	P-v	IPS	P-v
ICE	0	-2.78568	0.0027	-2.78568	0.0027
PIB	0	-0.70223	0.2413	1.11283	0.8671
	1	-4.46790	0.0000	-6.41988	0.0000
FBCF	0	0.02701	0.5108	1.33989	0.9099
	1	-4.46790	0.0000	-6.41988	0.0000

LLC : Levin, Lin et Chu / IPS : Im, Pesaran et Shin / P-V : P-valeur

Source : élaboration des auteurs

2.2. L'analyse de la co-intégration des variables

Suite aux résultats de tests préliminaires de non-stationnarité, nous avions constaté que quelques variables choisies sont non stationnaires en niveau, et par conséquent, un examen de la co-intégration est exigé. En somme, après la confirmation du statut stationnaire mixte des variables dans le test de racine unitaire du panel, nous avons examiné la relation de co-intégration entre les variables en utilisant les tests de co-intégration du panel de (Kao, 1999).

Tableau N°2 : le test de co-intégration de Kao

Test	T-statistique	P-valeur
Kao Co-integration Test	-4.215102	0.0000

Source : élaboration des auteurs

Le test de co-intégration résiduel de Kao (tableau 2) montre que l'hypothèse nulle d'absence de co-intégration est rejetée à un niveau de signification de 1%, notifiant l'existence d'une relation au long terme entre la complexité économique et la croissance économique pour les différents pays examinés.

Il convient maintenant d'appréhender le signe et la grandeur de l'impact exercé par notre variable d'intérêt (ICE) sur la croissance économique.

3. Résultats du modèle PMG/ARDL et discussion

Tableau N°3 : Résultats de l'estimation du panel PMG/ARDL

Équation du long terme									
Variable	**Coefficient**			**t-Statistique**			**P-v**		
FBCF	0.735886			1.483.125			0.0000		
ICE	0.304709			3.988.187			0.0002		
Équation du court terme									
	Retard 0			**Retard 1**			**Retard 2**		
	Coefficient	**t-Statistique**	**P-valeur**	**Coefficient**	**t-Statistique**	**P-valeur**	**Coefficient**	**t-Statistique**	**P-v**
TCE	-0.410515	-4.458	0.0000						
PIB				0.2420	2.073	0.0422			
FBCF	0.258	2.225	0.0296	-0.253	-1.828	0.0721	-0.101	-1.259	0.212
ICE	-0.192	-3.834.	0.0003	-0.0204	-0.1391	0.8898	-0.1179	-1.467	0.147
C	3.157.	4.521.52	0.0000						

TCE : le terme de correction de l'erreur

Source : élaboration des auteurs

Après l'estimation du modèle PMG/ARDL, le résultat négatif et significatif du terme de correction d'erreur, corrobore l'existence d'une relation de long terme entre nos variables explicatives et la variable dépendante du modèle (Tableau 3).

En cas de déviation à long terme, la vitesse d'ajustement du déséquilibre à court terme à l'équilibre à long terme est dérivée de la valeur absolue du terme de correction d'erreur. Dans notre cas, elle s'élève à 41%.

A long terme, la complexité économique avec une valeur de coefficient de 0,3 se révèle avoir des effets positifs et significatifs sur la croissance à un niveau de signification de 0,01%. En outre, le niveau des investissements influence positivement la croissance économique avec une valeur de coefficient de 0,7 avec un niveau de signification de 1%.

Par contre, à court terme, les résultats des coefficients décalés montrent un effet non significatif de la complexité économique sur la croissance économique. Ces résultats confortent la prépondérance de la variable temps dans la relation entre la complexité économique et la croissance économique.

Conclusion

La littérature théorique et empirique récente a corroboré davantage l'idée des travaux antécédents, qui stipule que la croissance économique des pays est en grande partie le fruit d'une promotion continuelle et ciblée de leurs structures productives, et c'est ce que la complexité économique reflète en termes de capacités productives incorporées dans une économie donnée, ce qui permettra à cette dernière de produire des gammes de biens assez sophistiqués, en d'autres mots, des produits diversifiés et moins ubiquitaires sur la scène internationale.

En faisant référence à l'objectif initial du présent document, qui visait à étudier la corrélation entre la complexité économique et la croissance pour le cas des pays nord-africains sur la période 2002-2019, et ce, en se basant sur le modèle a retard autorégressif avec la méthode de la moyenne de groupe agrégée PMG/MG-ARDL. Et à la lumière des résultats obtenus, on tire plusieurs conclusions, notamment que la complexité économique n'a un effet positif sur les pays de l'Afrique du Nord que lorsqu'il s'agit du long terme. Tout de même, les faibles niveaux de PIB par habitant témoignés dans ces pays, - malgré les multiples tentatives de mise à niveau de leurs structures productives respectives-, reflètent une insuffisance en diversification et en sophistication due à plusieurs raisons, entre autres : une dépendance aux produits primaires, des politiques industrielles inappropriés, une ouverture commerciale et une attraction des IDE insuffisantes, un progrès technologique et R&D assez timides, etc.

En guise de conclusion, nous estimons que la stimulation de la croissance économique est assujettie à des orientations stratégiques et industrielles dont la complexité économique est au cœur de ces orientations, ce qui génèrera une transformation structurelle rapide et par conséquent, ces pays à fort potentiels rejoindront le rang des pays à revenu élevé.

ANNEXES :

Dependent Variable: D(LNGDP)
Method: ARDL
Date: 06/22/22 Time: 17:38
Sample: 2003 2019
Included observations: 102
Maximum dependent lags: 3 (Automatic selection)
Model selection method: Akaike info criterion (AIC)
Dynamic regressors (3 lags, automatic): LNFBCF ECI
Fixed regressors: C
Number of models evalulated: 9
Selected Model: ARDL(2, 3, 3)
Note: final equation sample is larger than selection sample

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
	Long Run Equation			
LNFBCF	0.735886	0.049617	14.83125	0.0000
ECI	0.304709	0.076403	3.988187	0.0002
	Short Run Equation			
COINTEQ01	-0.410515	0.092082	-4.458159	0.0000
D(LNGDP(-1))	0.242016	0.116729	2.073304	0.0422
D(LNFBCF)	0.258131	0.115971	2.225832	0.0296
D(LNFBCF(-1))	-0.252814	0.138248	-1.828701	0.0721
D(LNFBCF(-2))	-0.101150	0.080303	-1.259612	0.2124
D(ECI)	-0.192421	0.050178	-3.834805	0.0003
D(ECI(-1))	-0.020476	0.147176	-0.139125	0.8898
D(ECI(-2))	-0.117866	0.080306	-1.467722	0.1471
C	3.157082	0.698233	4.521528	0.0000

Kao Residual Cointegration Test
Series: LNGDP LNFBCF ECI
Date: 06/22/22 Time: 17:48
Sample: 1980 2021
Included observations: 252
Null Hypothesis: No cointegration
Trend assumption: No deterministic trend
User-specified lag length: 1
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

	t-Statistic	Prob.
ADF	-4.215102	0.0000
Residual variance	0.027523	
HAC variance	0.019460	

Panel unit root test: Summary
Series: ECI
Date: 06/22/22 Time: 18:00
Sample: 1980 2021
Exogenous variables: Individual effects
Automatic selection of maximum lags
Automatic lag length selection based on Asymptotic t-statistic (p=0.1): 0 to 4
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-2.78568	0.0027	6	106
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-1.72363	0.0424	6	106
ADF - Fisher Chi-square	18.5198	0.1008	6	106
PP - Fisher Chi-square	19.5107	0.0769	6	114

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Panel unit root test: Summary
Series: LNGDP
Date: 06/22/22 Time: 18:03
Sample: 1980 2021
Exogenous variables: Individual effects
Automatic selection of maximum lags
Automatic lag length selection based on Asymptotic t-statistic (p=0.1): 0 to 3
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-0.70223	0.2413	6	241
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	1.11283	0.8671	6	241
ADF - Fisher Chi-square	10.9763	0.5310	6	241
PP - Fisher Chi-square	9.20317	0.6855	6	246

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Panel unit root test: Summary
Series: D(LNGDP)
Date: 06/22/22 Time: 18:06
Sample: 1980 2021
Exogenous variables: Individual effects
Automatic selection of maximum lags
Automatic lag length selection based on Asymptotic t-statistic (p=0.1): 0 to 9
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-4.46790	0.0000	6	218
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-6.41988	0.0000	6	218
ADF - Fisher Chi-square	69.1963	0.0000	6	218
PP - Fisher Chi-square	132.215	0.0000	6	240

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Panel unit root test: Summary
Series: LNFBCF
Date: 06/22/22 Time: 18:08
Sample: 1980 2021
Exogenous variables: Individual effects
Automatic selection of maximum lags
Automatic lag length selection based on Asymptotic t-statistic (p=0.1): 0 to 9
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	0.02701	0.5108	6	215
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	1.33989	0.9099	6	215
ADF - Fisher Chi-square	5.87205	0.9224	6	215
PP - Fisher Chi-square	5.28062	0.9479	6	236

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Panel unit root test: Summary
Series: D(LNGDP)
Date: 06/22/22 Time: 18:10
Sample: 1980 2021
Exogenous variables: Individual effects
Automatic selection of maximum lags
Automatic lag length selection based on Asymptotic t-statistic (p=0.1): 0 to 9
Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel

Method	Statistic	Prob.**	Cross-sections	Obs
Null: Unit root (assumes common unit root process)				
Levin, Lin & Chu t*	-4.46790	0.0000	6	218
Null: Unit root (assumes individual unit root process)				
Im, Pesaran and Shin W-stat	-6.41988	0.0000	6	218
ADF - Fisher Chi-square	69.1963	0.0000	6	218
PP - Fisher Chi-square	132.215	0.0000	6	240

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi -square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

BIBLIOGRAPHIE

Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. (1992). Convergence. *Journal of Political Economy*, *100*(2), 223-251.

Bastos, & Wang. (2015). *Regional Economic Outlook, April 2015 : Western Hemisphere Department*. INTERNATIONAL MONETARY FUND. https://doi.org/10.5089/9781498312127.086

CEA-AN (2013) : « Diversification et sophistication comme levier de la transformation structurelle des économies Nord Africaines » ; Commission économique pour l'Afrique/ Bureau pour l'Afrique du Nord (CEA-AN) /PUB/2013/2

Chenery, H. B. (1960): "Patterns of Industrial Growth." The American Eco- nomic Review 50(4): pp. 624–654.

Cristelli, M., Tacchella, A., & Pietronero, L. (2015). The Heterogeneous Dynamics of Economic Complexity. *PLOS ONE*, *10*(2), e0117174. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117174

Demiral, M. (2016). *Knowledge, Complexity and Economic Growth : Multi-country Evidence by Development Stages*. *1*, 27.

de Vries, G., Timmer, M., & de Vries, K. (2015). Structural Transformation in Africa : Static Gains, Dynamic Losses. *The Journal of Development Studies*, *51*(6), 674-688. https://doi.org/10.1080/00220388.2014.997222

EL Mokri, K. (2016). *Le défi de la transformation économique structurelle : Une analyse par la complexité économique*. 43.

Felipe, J., Kumar, U., Abdon, A., & Bacate, M. (2012). Product complexity and economic development. *Structural Change and Economic Dynamics*, *23*(1), 36-68. https://doi.org/10.1016/j.strueco.2011.08.003

Hartmann, D., Guevara, M. R., Jara-Figueroa, C., Aristarán, M., & Hidalgo, C. A. (2017). Linking Economic Complexity, Institutions, and Income Inequality. *World Development*, *93*, 75-93. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.020

Hausmann, R. (2011). *The atlas of economic complexity : Mapping paths to prosperity*. http://atlas.media.mit.edu/static/pdf/atlas/AtlasOfEconomicComplexity.pdf

Hausmann, R., & Hidalgo, C. A. (2011). The network structure of economic output. *Journal of Economic Growth*, *16*(4), 309-342. https://doi.org/10.1007/s10887-011-9071-4

Hausmann, R., Hidalgo, C. A., & Bustos, S. (Éds.). (2013). *The atlas of economic complexity : Mapping paths to prosperity* (Updated edition). The MIT Press.

Hausmann, R., Hwang, J., & Rodrik, D. (2007). What you export matters. *Journal of Economic Growth*, *12*(1), 1-25. https://doi.org/10.1007/s10887-006-9009-4

Herrendorf, B., Rogerson, R., & Valentinyi, Á. (2014). Growth and Structural Transformation. In *Handbook of Economic Growth* (Vol. 2, p. 855-941). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53540-5.00006-9

Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*(26), 10570-10575. https://doi.org/10.1073/pnas.0900943106

Hidalgo, C. A., Klinger, B., Barabasi, A.-L., & Hausmann, R. (2007). The Product Space Conditions the Development of Nations. *Science*, *317*(5837), 482-487. https://doi.org/10.1126/science.1144581

Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, *115*(1), 53-74. https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7

Kaldor, N. (1967). *Strategic factors in economic development*. New york state school of industrial and labor relations, Cornell university.

Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of Econometrics*, *90*(1), 1-44. https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00023-2

Kuznets, S. S. (1971). *Economic Growth of Nations : Total Output and Production Structure*. https://doi.org/10.4159/harvard.9780674493490

Lee, K.-K., & Vu, T. V. (2020). Economic complexity, human capital and income inequality : A cross-country analysis. *The Japanese Economic Review*, *71*(4), 695-718. https://doi.org/10.1007/s42973-019-00026-7

Levin, A., Lin, C.-F., & Chu, C.-S. J. (2002). Unit root tests in panel data : Asymptotic and ÿnite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 24.

Lewis, A. (1955). The Theory of Economic Growth. By W. Arthur Lewis. Homewood, Ill. : Richard D. Irwin, 1955. Pp. 453. $7.20; text edition $6.00. *The Journal of Economic History*, *18*(1), 70-73. https://doi.org/10.1017/S0022050700088859

Lucas, R. E. (1988). *ON THE MECHANICS OF ECONOMIC DEVELOPMENT*. 40.

McMillan, M., Rodrik, D., & Verduzco-Gallo, Í. (2014). Globalization, Structural Change, and Productivity Growth, with an Update on Africa. *World Development*, *63*, 11-32. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.10.012

Orsolin Teixeira F., Missio F.J., DatheinR. (2022),"Economic complexity, structural transformation and economic growth in a regional context: Evidence for Brazil", PSL Quarterly Review, 75(300):63-79.
https://doi.org/10.13133/2037-3643/17505JEL

Pesaran, M. H., & Shin, Y. (1995). *An Autoregressive Distributed Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis¤*. 33.

Pesaran, M. H., & Shin, Y. (1999). *An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis*. 43.

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.

Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. P. (1999). Pooled Mean Group Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels. *Journal of the American Statistical Association*, *94*(446), 621-634.

https://doi.org/10.1080/01621459.1999.10474156

Rodrik, D. (2006). What's So Special about China's Exports? *China <html_ent Glyph="@amp;" Ascii="&"/> World Economy*, *14*(5), 1-19. https://doi.org/10.1111/j.1749-124X.2006.00038.x

Romer, P. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, *94*(5), 1002-1037.

Rostow, W. W. (1960). *The Stages of Economic Growth : A Non-Communist Manifesto* (3e éd.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511625824

Sepehrdoust, H., Davarikish, R., & Setarehie, M. (2019). The knowledge-based products and economic complexity in developing countries. *Heliyon*, *5*(12), e02979. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02979

Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, *70*(1), 65. https://doi.org/10.2307/1884513

Stojkoski, V., & Kocarev, L. (2017). *The Relationship Between Growth and Economic Complexity : Evidence from Southeastern and Central Europe*. 26.

Swan, T. W. (1956). ECONOMIC GROWTH and CAPITAL ACCUMULATION. *Economic Record*, *32*(2), 334-361. https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.1956.tb00434.x

UNECA_Diversification et sophistication comme levier de la transformation structurelle des économies Nord Africaines.pdf. (s. d.).

van Neuss, L. (2019). THE DRIVERS OF STRUCTURAL CHANGE : THE DRIVERS OF STRUCTURAL CHANGE. *Journal of Economic Surveys*, *33*(1), 309-349. https://doi.org/10.1111/joes.12266

Yalta, A. Y., & Yalta, A. T. (2018). *Determinants of Economic Complexity in MENA Countries*. 31.

Zhu, S., & Li, R. (2017). Economic complexity, human capital and economic growth : Empirical research based on cross-country panel data. *Applied Economics*, *49*(38), 3815-3828. https://doi.org/10.1080/00036846.2016.1270413