
Actes de la troisième Conférence internationale sur la Francophonie économique

VERS UNE ÉCONOMIE RÉSILIENTE, VERTE ET INCLUSIVE

Université Cheikh Anta Diop de Dakar – Sénégal, 16 – 18 mars 2022

**ANALYSE DE LA RELATION ENTRE L'URBANISATION, LA VARIABILITE CLIMATIQUE
ET LES INEGALITES DE REVENUS EN AFRIQUE SUB-SAHARIENNE**

AHOU MARIE-LOPEZ ANGAMAN

Doctorante en Politiques Économiques et Modélisation, Université Alassane Ouattara de Bouaké,
Côte d'Ivoire

lopezangaman1301@gmail.com

BI KOUAME ANGE KACOU

Assistant de recherche au Programme de Formation en Gestion de la Politique Économique
(GPE) Abidjan, Côte d'Ivoire

kbikange2312@gmail.com

RÉSUMÉ – Le but principal de cette étude est d'analyser les interrelations entre l'urbanisation, la variabilité climatique et les inégalités de revenus en Afrique subsaharienne. En nous servant des données sur les inégalités extraites de World Inequality database, quant aux données sur les précipitations, elles proviennent de Climatic Research Unit (CRU) database. Les autres variables macroéconomiques et institutionnelles que nous avons utilisées sont issues respectivement de World Development Indicator (WDI) et Worldwide Governance Indicators (WGI), nous avons estimé un modèle VAR en panel à partir de la méthode moments généralisés (GMM) développée par Arellano et Bond (1991). Les résultats montrent qu'il existe une relation bidirectionnelle entre urbanisation et les inégalités de revenus. Cette relation bidirectionnelle montre que l'urbanisation a un impact négatif sur les inégalités de revenus. A l'issue de ce travail, comme implications de politiques économiques, les gouvernements des pays d'Afrique subsaharienne doivent continuer à promouvoir l'urbanisation. La croissance économique ne jouant pas un rôle insignifiant dans la réduction des inégalités de revenus, les politiques visant à accroître le bien-être social doivent être maintenues afin de réduire l'écart entre les riches et les pauvres.

Mots-clés : Urbanisation, climat, inégalités, panel

Les idées et opinions exprimées dans ce texte n'engagent que leur(s) auteur(s) et ne représentent pas nécessairement celles de l'OFE ou de ses partenaires. Aussi, les erreurs et lacunes subsistantes de même que les omissions relèvent de la seule responsabilité de ou des auteurs.

Introduction

L'Afrique subsaharienne à l'instar des autres régions en développement a enregistré au cours de ces dernières décennies une performance économique remarquable avec un taux de croissance moyen de 5,9% entre 2000 et 2016 (UA, OCDE, 2018 ; BAD, 2020 ; Banque Mondiale, 2020).

Malgré cette performance, elle reste l'une des régions les plus inégalitaires au plan mondial. Selon le rapport du Programme des Nations pour le Développement (PNUD) en 2017, l'Afrique subsaharienne compte 10 des 19 pays les plus inégalitaires de planète avec une dualité des inégalités de revenus. En Afrique de l'Ouest et en Afrique Orientale on observe une baisse des inégalités de revenus alors qu'en Afrique centrale et australe les inégalités de revenus ne cessent d'augmenter.

Depuis septembre 2015, l'adoption du Programme des Objectifs de Développement Durable (ODD) a attiré l'attention sur l'inégalité de revenus en Afrique subsaharienne.

Cependant, pour atteindre les objectifs d'inégalités, il est important que les déterminants relatifs à l'inégalité ainsi que ses conséquences dans la région soient correctement documentés (PNUD, 2017).

Dans la littérature, nous constatons que la plupart des travaux sur les déterminants des inégalités de revenus en Afrique se sont concentré sur le triangle croissance économique, pauvreté et inégalités. Peu d'études ont évalué le rôle des facteurs environnementaux notamment l'urbanisation et la variabilité climatique dans les inégalités de revenus.

Or, l'Afrique subsaharienne est la région où la croissance de la population urbaine est la plus élevée dans le monde avec taux 4,15% contre 2, 3% en Asie, 1,4% en Amérique et 0,4% dans l'UE (WDI, 2020).

Elle est l'une des régions les vulnérables aux impacts physiques changement climatique. Selon les estimations de Byers et al (2018), l'exposition aux risques climatiques porte à environ 90 % sur l'Afrique et l'Asie du Sud-Est.

On ne peut s'attaquer au problème des inégalités de revenus sans tenir compte de ces défis (, (Guivarch et Taconet, 2020 ; Liddle, 2017 ; Sulemana et al, 2019). Dès lors, la principale question cette recherche est de savoir :

- Quelle relation existe-t-il entre l'urbanisation, la variabilité climatique et les inégalités de revenus en Afrique subsaharienne ?
- Existe-t-il des liens de causalité entre l'urbanisation, la variabilité climatique et les inégalités de revenus ?
- Quels sont les effets de l'urbanisation et la variabilité climatique sur les inégalités de revenus ?

L'objectif général de cette étude est d'analyser les interrelations entre l'urbanisation, la variabilité climatique et les inégalités de revenus en Afrique subsaharienne.

De façon spécifique, il s'agira :

- De déterminer les liens de causalité entre l'urbanisation, la variabilité climatique et les inégalités de revenus ;
- D'évaluer les effets de l'urbanisation et la variabilité climatique sur les inégalités de revenus.

Comme hypothèse générale, nous postulons une relation significative entre l'urbanisation, la variabilité climatique et les inégalités de revenus. De façon spécifique nous affirmons que :

- L'urbanisation et la variabilité climatique causent les inégalités de revenus ;
- La variabilité climatique cause l'urbanisation ;
- L'urbanisation et la variabilité climatique influence positivement les inégalités de revenus ;
- La variabilité climatique a un effet positif sur l'urbanisation.

Le reste du document est organisé comme suit : la section 1 passe en revue la littérature, la section 2 présente quelques faits stylisés sur l'urbanisation, la variabilité climatique et les inégalités de revenus en Afrique subsaharienne, la section 3 présente la méthodologie, la section 4 est consacrée à la discussion des résultats et terminerons par la conclusion et les recommandations de politiques.

1. Revue de littérature sur les interrelations entre l'urbanisation, la variabilité climatique et les inégalités de revenus

1.1. Revue de littérature théorique

La relation entre l'urbanisation, la variabilité climatique et les inégalités de revenus n'a pas été analysée de façon conjointe dans la littérature. Par conséquent, nous présentons d'abord, les théories portant sur lien entre l'urbanisation et les inégalités de revenus, ensuite, sur le lien entre la variabilité climatique et les inégalités de revenus et enfin, sur le lien entre la variabilité climatique et les inégalités de revenus.

Urbanisation et inégalités de revenus

Il n'existe pas de cadre théorique spécifique à l'analyse de la relation entre l'urbanisation et les inégalités de revenus. Par conséquent, la plupart des études dans ce domaine se focalisent sur les travaux de Kuznets (1955), qui expliquent la relation entre la croissance économique et les inégalités de revenus.

L'idée de Kuznets (1955) était de savoir si les inégalités de revenus augmentaient ou diminuaient au cours des périodes où les pays enregistraient des taux de croissance élevés.

L'auteur a observé une relation en forme de U inversé entre les inégalités de revenus et la croissance économique. Il a également prouvé que la nature de la répartition des revenus dans les économies avancées était due à l'industrialisation et à l'urbanisation. Et que dans la plupart du temps, les habitants des zones rurales passent du secteur agricole à faible productivité à des secteurs à forte productivité dans les centres urbains. La productivité par habitant étant plus élevée pour les citadins que pour les ruraux, Kuznets a soutenu que l'urbanisation entraînerait une plus grande inégalité des revenus à mesure que les pays s'urbanisent.

Variabilité climatique et inégalités de revenus

La relation entre la variabilité climatique et les inégalités même si elle paraît évidente est aussi complexe. Dans une synthèse de travaux récents sur les liens entre climat et inégalités, Guivarch et Taconet (2020) montrent comment les enjeux liés aux impacts et à l'atténuation du changement climatique affectent les inégalités, à la fois entre pays et entre individus.

À l'échelle mondiale, il est démontré que les conditions climatiques expliquent en partie les écarts de performances économiques entre les pays. En général, on constate que les pays moins riches sont les plus vulnérables aux impacts du changement climatique, une situation qui risque de ralentir

la convergence espérée entre les pays et rendre plus difficile la réduction des inégalités au l'échelle planétaire.

Au sein des pays, on constate que les différents effets du changement climatique (vagues de chaleur, sécheresses, montée du niveau de la mer, ...) touchent de manière disproportionnée les populations. Les individus pauvres et modestes qui vivent dans les zones rurales où urbaines à haut risque sont en général les plus vulnérables aux impacts du changement climatique. Ils sont à la fois plus exposés, plus sensibles à ces impacts et ont une moins grande capacité d'adaptation. À cet effet, le rapport spécial 1.5 du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) montre que le changement climatique exacerbe déjà et risque d'exacerber encore davantage les inégalités existantes.

Variabilité climatique et urbanisation

Bien que cette thématique attire l'attention ces dernières années, les travaux portant sur la relation entre l'urbanisation et la variabilité climatique sont rares. Barrios et al, (2006) sont les pionniers dans ce domaine. Ils montrent que la variabilité climatique par son effet sur la production agricole et l'habitat précipite la migration rural-urbain, accroît les bidonvilles et la population urbaine. Une théorie parfaitement vérifiée dans une étude sur l'Afrique subsaharienne en 2006.

1.2. Revue empirique

Un survol de la littérature montre que les études empiriques arrivent à des résultats contraires.

Urbanisation et inégalités de revenus

Sagala et al (2014) ont étudié la relation entre l'inégalité des dépenses et l'urbanisation en Indonésie. Une analyse de régression des données de panel a été réalisée pour tester l'hypothèse de Kuznets en forme d'U inversé sur la base d'un ensemble de données de 33 provinces en 2000-2009. Les résultats de l'étude confirment l'hypothèse de la forme en U inversé, que le coefficient de Gini ou l'indice de Theil soit utilisé comme mesure de l'inégalité. L'inégalité des dépenses devrait atteindre un pic à un taux d'urbanisation d'environ 46 %. Comme le taux d'urbanisation en Indonésie en 2010 était de 50 %, cela indique que l'inégalité des dépenses a atteint sa valeur maximale. Par conséquent, la poursuite de l'urbanisation réduira l'inégalité des dépenses, les autres facteurs étant constants. Dépenses, les autres facteurs étant constants.

Nguyen et al (2019) explorent l'impact de l'urbanisation sur l'inégalité des revenus au Vietnam, en utilisant trois méthodes d'estimation (effets fixes, Driscoll et Kraay, et Pooled Mean Group). Les résultats suggèrent que l'urbanisation réduit les inégalités de revenus à long terme. Mais à court terme, son impact n'est pas significatif. En outre, l'hypothèse d'une relation en forme de U inversé entre l'urbanisation et l'inégalité des revenus est confirmée.

Liddle (2017) évalue l'effet de l'urbanisation sur les inégalités, l'accès à l'électricité et la pauvreté. Il trouve que l'augmentation du PIB par habitant a permis de réduire la pauvreté et les écarts entre les zones rurales et urbaines. En revanche, les niveaux d'urbanisation n'étaient pas liés aux indicateurs de pauvreté et inégalités. Tandis qu'à des niveaux plus élevés, l'urbanisation exacerbe la pauvreté et les écarts entre les zones rurales et urbaines.

Sulemana et al (2019) utilisent un ensemble de données de panel non équilibrées pour examiner les effets de l'urbanisation sur les inégalités de de revenus en Afrique subsaharienne de 1996 à 2016. Ils trouvent des preuves d'une association positive entre l'urbanisation et l'inégalité des revenus dans la région.

Pour leur part, Oyvat (2016) a étudié l'impact de la structure agricole et de l'urbanisation sur l'inégalité des revenus. L'auteur a étudié la relation empirique entre l'inégalité de la détention de terres, l'urbanisation et l'inégalité des revenus en utilisant des ensembles de données croisées. Les résultats estimés ont indiqué que l'inégalité de la détention de terres a un impact significatif sur l'urbanisation et le revenu urbain et l'inégalité. En outre, l'analyse a révélé qu'une urbanisation excessive augmente l'inégalité des revenus. Les résultats de l'étude ont montré que les décideurs politiques doivent avoir une vision plus large de l'importance des politiques agricoles. Une réforme foncière progressive et des subventions pour protéger les petits agriculteurs pourraient également réduire les inégalités de revenus et la pauvreté en milieu urbain sur le long terme.

Wu et Rao (2017) ont étudié les inégalités en Chine, en s'attachant à identifier les principales causes de l'inégalité. L'objectif principal de l'étude était d'examiner la relation entre l'urbanisation et l'inégalité des revenus en utilisant des données provinciales. Les données de panel dans 20 provinces ont été collectées à partir de l'annuaire statistique de la Chine pour cinq années comprenant 1998, 2000, 2002, 2005 et 2010. L'analyse empirique a été basée sur l'estimateur des moindres carrés ordinaires et des modèles à effets fixes et aléatoires, montrant une forte relation en forme de U inversé entre l'inégalité et l'urbanisation. Un taux d'urbanisation de 0,53 a été déterminé, avec l'implication que les provinces ayant des niveaux d'urbanisation plus élevés peuvent réduire l'inégalité des revenus.

Cependant, Angeles (2010) a utilisé la densité de population urbaine pour représenter le taux d'urbanisation et son carré comme variables explicatives. Avec des données de panel sur 226 pays et régions en 1960-2005, une relation en forme de U a été trouvée, et non une relation en forme de U inversé. Bien qu'il ne soit pas statistiquement significatif, ce résultat ne soutient pas l'hypothèse de Kuznets.

Effet de la variabilité climatique sur l'urbanisation et les inégalités de revenus

Dans une étude sur l'Afrique subsaharienne, Barrios et al (2006) ont montré qu'une réduction des précipitations nationales de 1 % est associée à une augmentation de la part urbaine nationale de 0,45 %.

Henderson et al (2013) constatent des effets plus imprécis des précipitations. Brückner (2012) utilise les précipitations comme variable d'intérêt et constate qu'une diminution de cette part entraîne une urbanisation accrue. Ces trois études présentent deux limites. Premièrement, ils utilisent des données nationales, dans un contexte où il existe d'importantes variations climatiques à l'intérieur des pays et où la plupart des migrations sont locales.

Dans une étude récente, Mouleye et al (2019) ont analysé les effets du changement climatique sur le niveau de pauvreté et des inégalités en Afrique subsaharienne. Ils ont utilisé un modèle paramétrique et semi-paramétrique d'un système triangulaire, appliqué aux données de panels de 20 pays d'Afrique subsaharienne couvrant la période allant de 2000 à 2016. La procédure « Generalised Joint Regression Modelling (GJRM) » a été utilisée pour estimer le modèle. Les résultats ont montré que si la variabilité climatique (hausse de température et baisse de la pluviométrie) induit des rendements agricoles faibles, leurs effets sur la pauvreté et les inégalités se présentent sous la forme de relation non linéaire. Les chocs climatiques n'affectent négativement et significativement que le rendement du sorgho au seuil de pauvreté de 3,20 \$, alors que leurs effets sont positifs et significatifs sur les prix des céréales (mil, maïs, sorgho).

Henderson et al (2017) analysent les conséquences de la variabilité et du changement climatique sur l'urbanisation de l'Afrique. Leur analyse suggère que les conditions agro-climatiques

influencent effectivement les taux d'urbanisation, entraînant une plus grande croissance de la population urbaine. Cependant, les effets mesurés sont limités à environ 20-25%.

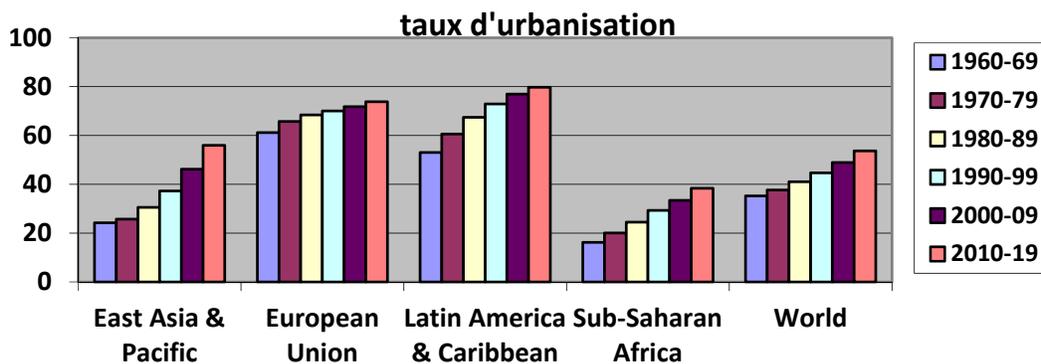
2. Faits stylisés relatifs à l'urbanisation, la variabilité climatique et les inégalités de revenu

Dans cette section, nous analysons les tendances des trois variables en procédant à des comparaisons entre l'Afrique Sub-saharienne et les autres régions. Le but est de faire ressortir au mieux les spécificités existantes entre les régions et les pays.

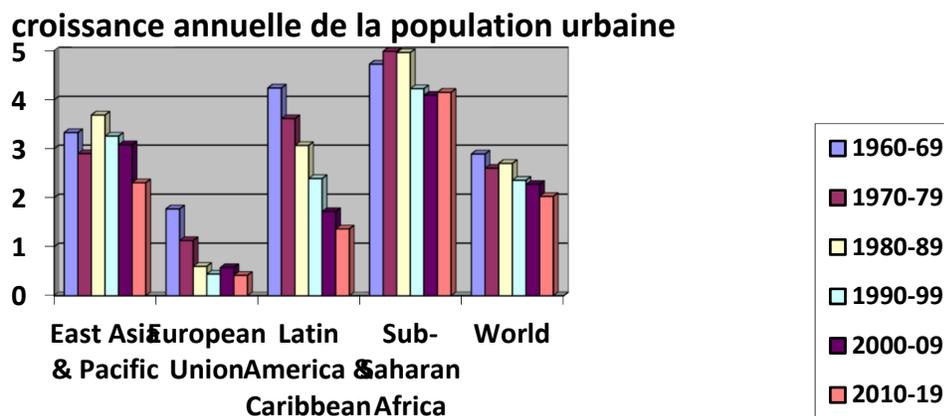
2.1. Analyse des tendances de l'urbanisation dans le monde

L'Afrique Subsaharienne est la région la moins urbanisée au monde avec un taux moyen d'urbanisation estimé à 38,34% sur la période 2010-2019 contre 55,97% en Asie de l'Est et Pacifique, 73,83% dans l'UE et 79,73% en Amérique Latine et Caraïbes (graphique 1).

Graphique 1 : Évolution du taux d'urbanisation dans le monde, 1960-2019



Graphique 2 : Évolution de la croissance de la population urbaine dans le monde, 1960-2019

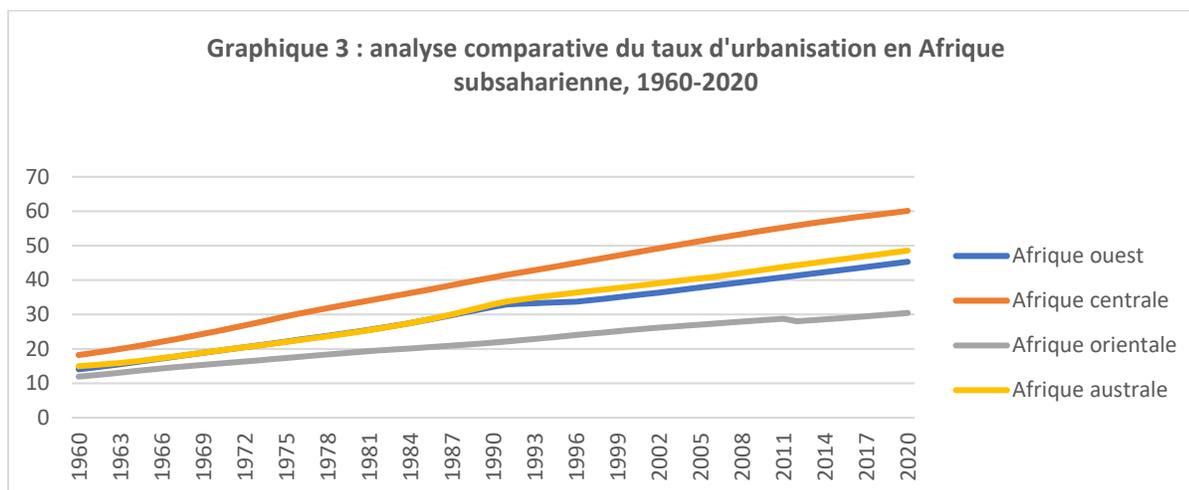


Source : Auteur à partir des données de la Banque mondiale (WDI, 2020)

Cependant, elle est la région où la croissance de la population urbaine est la plus élevée dans le monde. Le taux de croissance moyen de la population urbaine en Afrique Subsaharienne de 2010 à 2019 est de 4,15% contre 2,30% en Asie de l'Est et Pacifique, 1,36% en Amérique Latine et Caraïbes et 0,41% dans l'UE et (graphique 1).

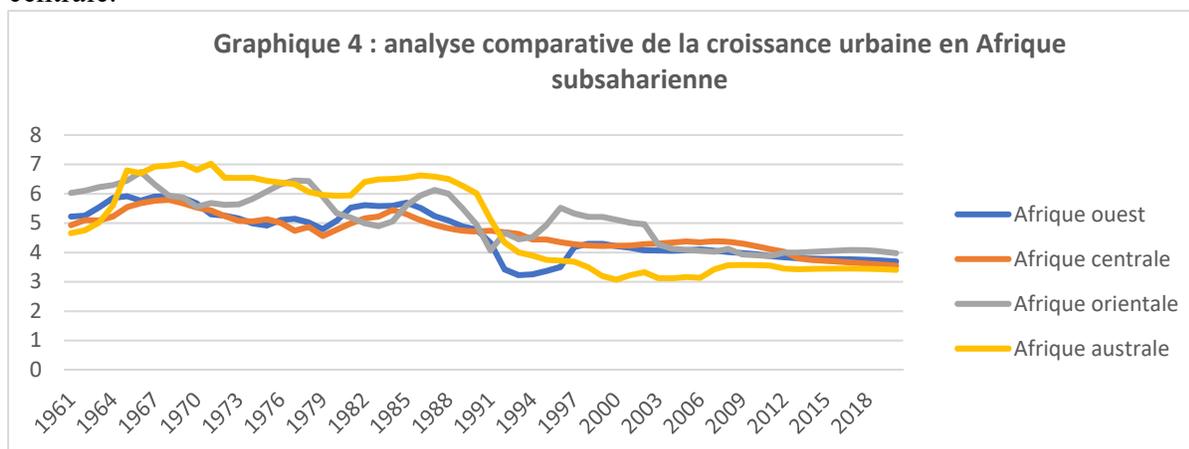
Ce taux élevé s'explique essentiellement à l'exode rural et à une augmentation constante de la population vivant dans les zones urbaines.

De fortes disparités sont également notées pour les taux de croissance annuelle de la population urbaine en Afrique Subsaharienne (graphique 3 et 4).



Source : Auteur à partir des données de la Banque mondiale (WDI, 2020)

Quelques pays enregistrent des croissances annuelles relativement faibles, inférieures à 4 %. Ils sont majoritairement localisés en Afrique australe, en Afrique de l'ouest. Plusieurs autres pays ont, en revanche, des taux de croissance annuelle de leur population urbaine très élevés, supérieurs à 4 %. Ces pays sont essentiellement situés à l'intérieur du continent et en Afrique orientale et Afrique centrale.



Les graphiques 3 et 4 montrent également que ces deux indicateurs démographiques urbains (taux d'urbanisation et taux de croissance de la population urbaine) se répartissent de façon inverse à l'échelle du continent. Les pays qui présentent les plus importants pourcentages de population urbaine sont ceux qui enregistrent en général les taux annuels de croissance urbaine les plus faibles.

2.2. Analyse de la vulnérabilité des pays à la variabilité climatique

D'une façon générale, les données sur la vulnérabilité des pays au changement climatique dans le monde montrent que les pays en développement et les individus les plus modestes sont les plus vulnérables aux impacts du changement climatique du fait de leur localisation (Guivarch et Taconet ; 2020). Ils sont à la fois plus exposés, plus sensibles à ces impacts (que ce soit le stress hydrique, l'intensité des sécheresses ou les vagues de chaleur, les pertes de rendements agricoles ou la dégradation des habitats naturels) et ont une moins grande capacité d'adaptation. On estime ainsi, que l'exposition aux risques climatiques porte à environ 90 % sur l'Afrique et l'Asie du Sud-Est (Byers et al, 2018).

En Afrique subsaharienne, on observe également une distribution inégale de la vulnérabilité physique des pays au changement climatique (Tableau 1).

Tableau 1 : Vulnérabilité physique des pays d'Afrique subsaharienne au changement climatique, 2018

Country	PVCCI	Rank	Country	PVCCI	Rank
Angola	50,2372371	112	Mali	62,834649	22
Burundi	50,7899885	108	Malawi	50,3024138	111
Benin	48,2187293	132	Namibia	63,4810268	19
Burkina Faso	61,1480076	33	Niger	64,6939687	11
Botswana	61,2073552	31	Nigeria	53,8790742	79
Central African Republic	49,4641871	118	Rwanda	51,7859817	97
Cote d'Ivoire	46,0054079	151	Soudan	65,8626466	5
Cameroun	48,5365928	129	Sénégal	60,8841758	36
Congo, DRC	49,0140796	121	Sierra Leone	48,9314932	123
Congo	47,5720294	137	Sao Tome & Principe	46,925615	143
Comores	52,6329869	83	Seychelles	55,2575116	73
Cape Verde	52,5911747	84	Chad	64,1547097	13
Djibouti	63,8504785	15	Togo	51,3925236	103
Gabon	47,5632147	138	Tanzanie	51,4790161	101
Ghana	51,1239473	106	Uganda	52,5020514	85
Guinée	50,1018748	114	South Africa	57,8567264	55
Guinea-Bissau	51,1960737	104	Zambie	51,7872697	96
Equatorial Guinea	48,6003411	126	Zimbabwe	57,9813599	53
Kenya	58,4616754	50	Madagascar	61,2678968	30
Liberia	45,9838966	152	Afrique subsaharienne	54,03998431	

Note : L'indicateur de vulnérabilité physique au changement climatique (PVCCI) mesure les chocs climatiques et l'exposition des pays à ces chocs. Le PVCCI combine dix composants, 5 mesurant les chocs climatiques et 5 l'exposition des pays à ces chocs. Sa particularité est qu'il est indépendant des politiques présentes et futures des pays et a donc vocation à être utilisé comme critère possible à l'allocation géographique des fonds internationaux pour l'adaptation au changement climatique.

Source : Base de données de Ferdi version 2018, Mathilde Closset, Sosso Feindouno, Patrick Guillaumont, Catherine Simonet.

Dix pays (10) pays d'Afrique subsaharienne font partie des quarante (40) pays les vulnérables aux impacts physiques du changement climatique. Les pays les plus touchés sont respectivement le Soudan, le Niger, le Chad, le Djibouti, le Mali, le Botswana et Burkina Faso qui occupent respectivement le rang de 5, 11, 13, 15, 22, 31 et 33 sur les 191 pays. Une analyse par sous-région montre que les pays d'Afrique de l'ouest en particulier les pays sahéliens sont les plus vulnérables au changement climatique. En revanche, les pays côtiers tels que la Côte d'Ivoire, le Bénin, le Libéria, le Nigéria et le Ghana sont moins vulnérables au changement climatique.

Cette hétérogénéité montre qu'en Afrique subsaharienne les impacts physiques du changement climatique ne se traduisent pas par les mêmes dommages, du fait de la sensibilité et des capacités d'adaptation différentes entre les pays. La plus grande sensibilité des pays sahéliens aux impacts physiques du changement climatique peut s'expliquer par l'importance des activités agricoles dans ces pays. Une part importante de la population dépend directement d'activités susceptibles d'être affectées par le changement climatique, en particulier les plus modestes dont la survie dépend davantage du capital naturel à portée de main que du capital physique ou humain, et qui bénéficient de nombreux services rendus par la nature, lesquels peuvent être menacés par le changement climatique.

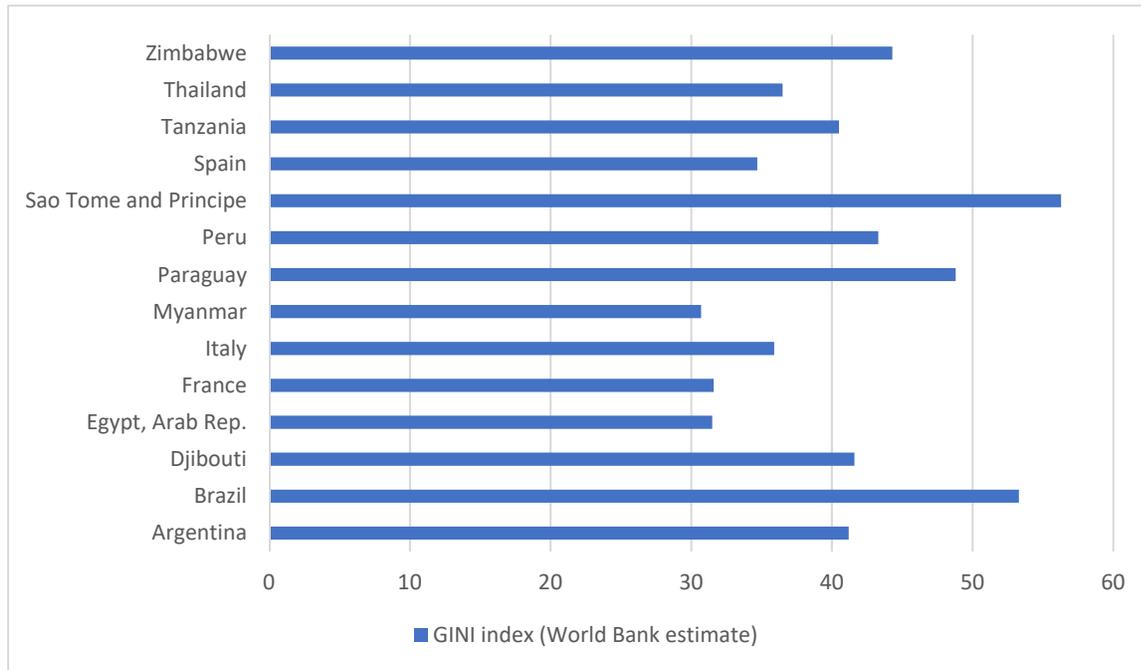
2.3. Tendances des inégalités de revenus dans le monde

L'adoption du Programme de développement durable à l'horizon 2030 et de ses 17 objectifs de développement durable (ODD) en septembre 2015 a attiré l'attention sur l'inégalité de revenus en Afrique subsaharienne (SSA).

Bien que l'Afrique subsaharienne ait observé une baisse de 3,4 points de pourcentage de la valeur moyenne non pondérée de son coefficient de Gini entre 1991 et 2011, elle reste l'une des régions qui présentent les niveaux les plus élevés d'inégalité au plan mondial (PNUD, 2017).

L'indice de Gini est un indicateur synthétique permettant d'évaluer les écarts de revenu entre au sein d'une population donnée. Il varie entre 0 (égalité parfaite) et 1 (inégalité extrême). Entre 0 et 1, l'inégalité de revenu est d'autant plus forte que l'indice de Gini est élevé. Dans le graphique ci-dessous, nous utilisons l'indice de GINI estimé par la Banque Mondiale pour apprécier le niveau des inégalités de revenu dans le Monde

Graphique 5 : Inégalités de revenu dans le monde, 2017



Source : Auteur à partir des données de la Banque mondiale (WDI, 2020)

3. Méthodologie

Nous spécifions d'abord notre modèle, ensuite nous présentons notre méthode d'estimation et enfin nous analysons et discutons nos résultats.

3.1. Spécification du modèle

Nous nous sommes inspirés des travaux de Sagala et al (2014), Wu et Rao (2017) et d'études connexes pour spécifier notre modèle, qui se présente comme suit :

$$Gni_{it} = \beta_0 + \beta_1 URB_{it} + \beta_2 Precip_{it} + \delta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Où Gni représente les inégalités de revenus mesurée par l'indice de GINI, URB l'urbanisation mesurée par le taux d'urbanisation, Précip les précipitations qui mesure la variabilité climatique et X un ensemble de variables de contrôles, selon la littérature qui sont susceptibles d'influencer les inégalités de revenus (Nguyen et Trung-Kien, 2019). Les définitions des variables du modèle de recherche sont résumées dans le tableau 2.

Tableau 2. Définition des variables dans le modèle de recherche

Variables	Codes	Description	Source
Inégalités de revenus	Gni	Indice de GINI	WID
Variabilité climatique	Precip	Précipitations (Total des précipitations mensuelles en mm)	CRU
Urbanisation	URB	population urbaine (% total de la population)	WDI
Croissance économique	TPIBh	Croissance du PIB par habitant (% annuel)	WDI
Stabilité macroéconomique	INFL	Inflation, déflateur du PIB (% annuel)	WDI
Ouverture commerciale	DO	somme des exportations et des importations (% of GDP)	WDI

3.2. Données

Nos données proviennent de plusieurs bases de données. Elles couvrent un échantillon de 26 pays d'Afrique subsaharienne sur la période 1980-2018. Les données sur les inégalités sont extraites de World Inequality database. Quant aux données sur les précipitations, elles proviennent de Climatic Research Unit (CRU) database. Les autres variables macroéconomiques et institutionnelles que nous avons utilisées sont issues respectivement de World Development Indicator (WDI) et Worldwide Governance Indicators (WGI).

3.3. Méthode d'estimation

Pour estimer l'équation 1, nous avons utilisé un modèle Vectorielle Autorégressive en Panel (PVAR). La spécificité de cette approche est qu'elle combine deux choses. D'une part, elle utilise l'approche VAR traditionnelle, en traitant les variables du système comme endogènes. D'autre part, elle utilise la méthode des données de panel, qui permet une hétérogénéité individuelle non observée en introduisant des effets fixes, ce qui améliore la cohérence de l'estimation (Love et Zicchino, 2006).

Ainsi, en utilisant le modèle PVAR, nous contrôlons explicitement les effets de rétroaction entre l'urbanisation, la variabilité climatique et les inégalités de revenus. De plus, l'approche PVAR nous offre la possibilité d'étudier conjointement les effets et la causalité les effets et la causalité entre l'urbanisation, la variabilité climatique et les inégalités.

Si les variables de notre étude sont tous stationnaires alors l'équation 1 peut prendre la forme suivante :

$$Y_{it} = A(L)Y_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Où Y_{it} est un vecteur de dimension $(1 \times k)$ contenant toutes les variables stationnaires de l'étude ; $A(L)$ est une matrice polynomiale dont l'opérateur de retard $A(L) = A_1 L^1 + A_2 L^2 + \dots + A_p L^p$; μ_i est le vecteur des effets fixes et ε_{it} le vecteur des termes d'erreur.

En considérant trois variables Gni, URB et Precip on a :

$$Gni_{it} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \theta_{1i} URB_{it-1} + \sum_{i=1}^p \varpi_{1i} Pr ecip_{it-1} + \sum_{i=1}^p \varphi_{1i} Gni_{it-1} + \mu_{1i} + \varepsilon_{1it} \quad (3)$$

$$URB_{it} = \eta_0 + \sum_{i=1}^p \theta_{2i} URB_{it-i} + \sum_{i=1}^p \varpi_{2i} Pr ecip_{it-i} + \sum_{i=1}^p \varphi_{2i} Gni_{it-i} + \mu_{2i} + \varepsilon_{2it}$$

$$Pr ecip_{it} = \lambda_0 + \sum_{i=1}^p \theta_{3i} URB_{it-i} + \sum_{i=1}^p \varpi_{3i} Pr ecip_{it-i} + \sum_{i=1}^p \varphi_{3i} Gni_{it-i} + \mu_{3i} + \varepsilon_{3it}$$

Dans le cadre du VAR en panel, il est important d'imposer certaines restrictions pour s'assurer que la structure sous-jacente est la même pour tous les individus du panel. Dans la pratique, de telles contraintes risquent de ne pas être respectées ; on peut résoudre ce problème en utilisant les effets fixes indiqués par μ_t dans l'équation (1) pour permettre l'hétérogénéité individuelle dans toutes les variables. Toutefois, l'approche conventionnelle de différenciation moyenne, couramment utilisée pour éliminer les effets fixes, peut conduire à des coefficients biaisés parce que l'hypothèse de l'effet fixe signifie que l'effet spécifique individuel est corrélé avec les variables indépendantes. Dans le modèle VAR en panel, pour supprimer les effets fixes, toutes les variables du modèle sont transformées comme suit :

$$\tilde{y}_{it}^m = \delta_{it} (y_{it}^m - \bar{y}_{it}^m) \quad \tilde{\varepsilon}_{it}^m = \delta_{it} (\varepsilon_{it}^m - \bar{\varepsilon}_{it}^m)$$

$$\text{Avec : } \delta_{it} = \sqrt{\frac{1}{(T_i - t)(T_i - t + 1)}} ; \bar{y}_{it}^m = \sum_{s=t+1}^{T_i} y_{is} / (T_i - t) ; Y_{it} = (y_{it}^1, y_{it}^2, \dots, y_{it}^M)$$

\bar{y}_{it}^m désigne les moyens obtenus à partir des valeurs futures de y_{it}^m et T_i dénote pour une série donnée de pays, la dernière période des données disponibles,

Cette procédure donne plus de poids aux données de la première période et ne permet aucune transformation sur la dernière puisque aucune observation future n'est disponible, La même transformation est appliquée au vecteur d'erreur ; en effet, avec l'hypothèse de non autocorrélation et hétéroscédasticité, la procédure ne modifie pas ses caractéristiques, Le modèle transformé final est ainsi donné par :

$$\tilde{Y}_{it} = A(L)\tilde{Y}_{it} + \tilde{\varepsilon}_{it} \quad (4)$$

$$\text{Avec } \tilde{Y}_{it} = (\tilde{y}_{it}^1, \tilde{y}_{it}^2, \dots, \tilde{y}_{it}^M) ; \tilde{\varepsilon}_{it} = (\tilde{\varepsilon}_{it}^1, \tilde{\varepsilon}_{it}^2, \dots, \tilde{\varepsilon}_{it}^M) ;$$

Les paramètres du système 3 peuvent être estimés par la méthode des moindres carrés ordinaires (LSDV) surtout quand le panel a une dimension temporelle moyenne et un nombre relativement restreint de pays (Bun et Kiviet, 2006 ; Nickell, 1997). Cependant, avec la présence de variables dépendantes retardées dans la partie droite du système d'équations, les estimations seraient biaisées même avec un grand N (Nickell 1981). Bien que le biais se rapproche de zéro lorsque T devient plus grand, les simulations de Judson et Owen (1999) révèlent un biais significatif même lorsque T = 30 (Abrigo et Love, 2016). En outre, l'hétéroscédasticité peut également exister en raison de la présence d'erreurs hétérogènes avec différents pays dans le panel (Traoré, 2018). Ainsi, pour corriger ces biais économétriques, Abrigo et Love (2016) ont introduit l'estimation du VAR en panel dans le cadre de la méthode des moments généralisés (GMM). Nous nous inspirons de leur approche d'estimation.

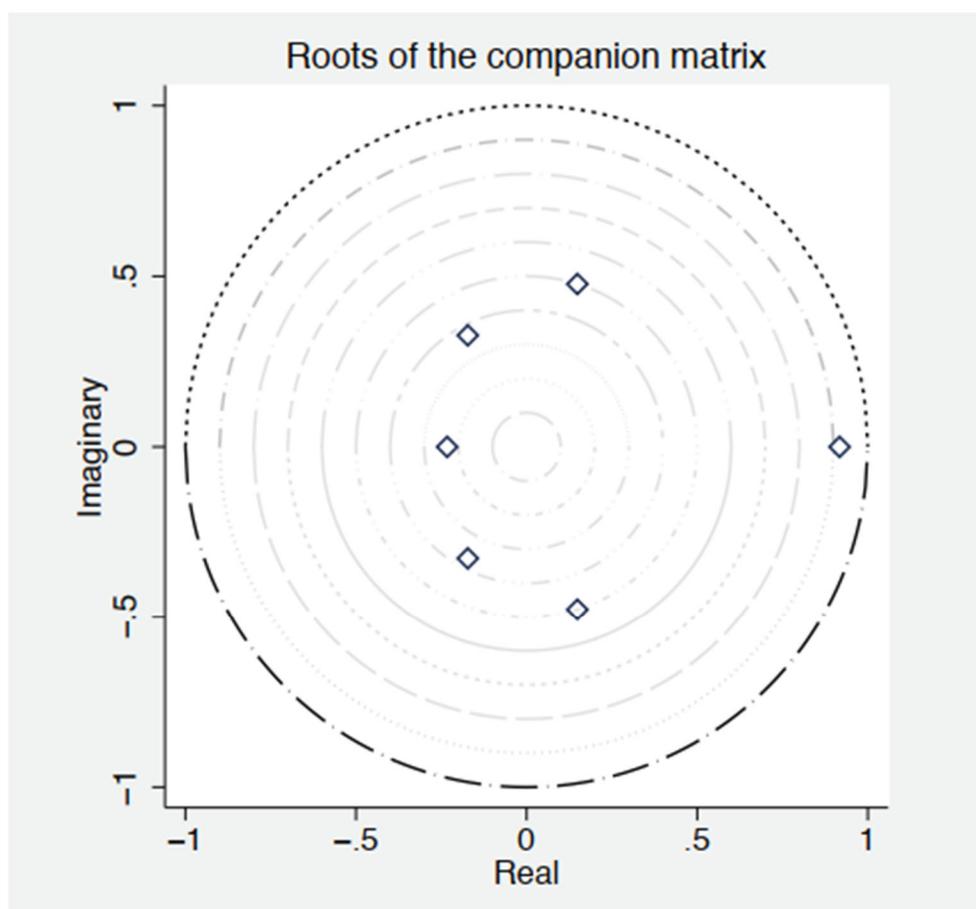
En ce qui concerne la causalité, il faut noter que le test de causalité de Granger du modèle PVAR est basé sur les tests de causalité de Granger de Wald pour les variables stationnaires. Dans la pratique, la commande `pvargranger` est utilisée pour effectuer les tests de Wald pour chaque équation du modèle PVAR sous-jacent (Abrigo et Love, 2016).

Pour que les résultats du PVAR soit valides, il est important que le PVAR soit stable. Lütkepohl (2005) et Hamilton (1994) ont montré qu'un PVAR est stable si tous les modules de la matrice A sont strictement inférieurs à 1, où la matrice A est formée par :

$$A = \begin{bmatrix} A_1 & A_2 & \dots & A_p & A_{p-1} \\ I_k & 0_k & \dots & 0_k & 0_k \\ 0_k & I_k & \dots & 0_k & 0_k \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0_k & 0_k & \dots & I_k & 0_k \end{bmatrix}$$

Dans la pratique, la stabilité du PVAR exige que le module des valeurs propres de la matrice dynamique A se situe dans le cercle unitaire comme l'indique le graphe ci-dessous :

Graphique 1 : Condition de stabilité de la valeur propre



Source : Abrigo et Love (2016)

La stabilité implique également que le PVAR est inversible et a une représentation vectorielle moyenne mobile (VMA) d'ordre infini, fournissant une interprétation connue des fonctions de réponse impulsionnelle (FRIs) et des décompositions de variance d'erreur de prévision (FDVEP) estimées.

4. Résultats et discussions

Dans le tableau 3 ci-dessous, nous présentons les résultats du test de causalité entre les variables de notre modèle.

Tableau 3 : Résultats du test de causalité en panel

Hypothèse nulle	Stat Chi2	P-value	Décision
Precip ne cause pas Gni	0,439	0,507	Acceptée
URB ne cause pas Gni	69,532	0,000	Rejetée
TPIBh ne cause pas Gni	0,196	0,658	Acceptée
Infl ne cause pas Gni	1,909	0,167	Acceptée
DO ne cause pas Gni	18,625	0,000	Rejetée
Gni ne cause pas Precip	7,540	0,006	Rejetée
URB ne cause pas Precip	96,902	0,000	Rejetée
TPIBh ne cause Precip	6,261	0,012	Rejetée
Gni ne cause pas URB	128,605	0,000	Rejetée
Precip ne cause pas URB	0,017	0,895	Acceptée
TPIBh ne cause pas URB	0,005	0,942	Acceptée
Gni ne cause pas TPIBh	0,965	0,326	Acceptée
URB ne cause pas TPIBh	7,688	0,006	Rejetée
Precip ne cause pas TPIBh	0,302	0,583	Acceptée

Source : Auteur à partir des données de WDI, WID et CRU

Nos résultats montrent qu'il existe une causalité bidirectionnelle entre l'urbanisation et les inégalités de revenus. En revanche, il existe une causalité unidirectionnelle entre la variabilité climatique et les inégalités de revenus. La variabilité ne cause pas les inégalités de revenus, mais c'est plutôt les inégalités de revenus qui causent la variabilité climatique.

En ce qui concerne le lien entre l'urbanisation et la variabilité climatique, nos résultats suggèrent une causalité unidirectionnelle allant de l'urbanisation à la variabilité climatique.

En outre, la croissance économique cause la variabilité climatique mais elle ne cause pas les inégalités et l'urbanisation. Quant à l'urbanisation, elle cause la croissance économique tandis que les inégalités de revenus ne causent pas la croissance économique.

Ces différentes analyses de causalité ont été appuyées par régressions (tableau 4).

Tableau 4 : Résultats de la régression pvar-gmm

	Variables dépendantes					
	Gni (1)	Precip (2)	URB (3)	TPIBh (4)	Gni (5)	Gni (6)
L1.Gni	0,935*** (0,000)	367,79*** (0,006)	-9,837*** (0,000)	-4,541 (0,326)	0,9753*** (0,000)	0,9853*** (0,000)
L1.Precip	1,59e-06 (0,507)	0,0324 (0,423)	0,00002 (0,895)	-0,0007 (0,583)	1,19e-06 (0,616)	1,77e-06 (0,410)
L1.URB	-0,001*** (0,000)	18,466*** (0,000)	0,8666*** (0,000)	0,2156*** (0,006)	-0,0001*** (0,000)	-0,0002*** (0,006)
L1.TPIBh	0,00001 (0,658)	1,3112** (0,012)	0,0002 (0,942)	-0,075*** (0,002)	0,0001 (0,004)	0,0001*** (0,000)
L1.TPIBh_sq	4,84e-07 (0,686)	0,0625*** (0,002)	0,00001 (0,905)	0,0100*** (0,000)	4,79e-0*** (0,000)	
L1.URB_sq	7,96e-0*** (0,000)	-0,1749*** (0,000)	0,0010*** (0,000)	-0,001 (0,048)	-	1,40e-06 (0,150)
L1.Infl	-0,00002 (0,167)	-0,0525 (0,767)	0,0034*** (0,003)	0,0033 (0,678)	-0,00001 (0,370)	-0,00002*** (0,055)
L1.DO	0,00008*** (0,000)	-0,8109** (0,026)	0,0106** (0,000)	0,0425 (0,000)	0,00005 (0,003)	0,00006 (0,001)

Source : Auteur à partir des données de WDI, WID et CRU

Les résultats des modèles économétriques conduisent aux conclusions suivantes :

L'urbanisation a un coefficient négatif et significatif au seuil de 1% dans le modèle 1, indiquant l'impact négatif de l'urbanisation sur les inégalités des revenus en Afrique subsaharienne. Cela signifie qu'une urbanisation plus importante contribue à réduire les inégalités de revenus, ce qui est cohérent avec l'impact de l'urbanisation sur les inégalités de revenus dans les modèles (5) et (6). Ce résultat est similaire à celui de Nguyen et Trung-Kien, (2019) et contraire à celui de Sulemana et al (2019).

En effet, en Afrique subsaharienne, l'urbanisation est associée à la formation de zones industrielles. Les personnes qui ont peu ou pas de terres dans les zones rurales migrent vers les villes pour travailler dans des usines avec des salaires plus élevés que les emplois précédents dans les zones rurales, ce qui augmente leur revenu. Par conséquent, l'urbanisation contribue à réduire les inégalités de revenus en Afrique subsaharienne.

Toutefois, l'effet de l'urbanisation sur les inégalités des revenus peut être non linéaire, en d'autres termes, cet effet peut être conforme à l'hypothèse de Kuznets, qui stipule que l'urbanisation augmente les inégalités de revenus dans les premiers stades jusqu'à ce qu'elle atteigne un certain seuil, après quoi elle réduit les inégalités de revenus. Ce résultat est conforme à celui de Sagala et al. (2014) en Indonésie et de Wu et Rao (2017) en Chine.

Dans le modèle (2), nous évaluons les facteurs qui affectent la variabilité climatique. Les résultats révèlent que les inégalités de revenus, l'urbanisation et la croissance économique sont des déterminants de la variabilité climatique. Toutefois, ces relations peuvent être non linéaires.

En ce qui concerne le modèle 3, les résultats suggèrent que la variabilité climatique a un effet positif et significatif sur le taux d'urbanisation. Mais, cet effet est très insignifiant. Les inégalités de revenus sont négativement associées au taux d'urbanisation. Ces résultats confortent les conclusions de certains travaux de sur les effets imprécis des précipitations et des inégalités de revenus sur le taux d'urbanisation (Henderson et al, 2013 ; Mouleye et al, 2019).

Les résultats du modèle 4 prouvent que l'urbanisation a un effet statistiquement positif sur le taux de croissance en Afrique subsaharienne. De même, il existe une relation non linéaire entre l'urbanisation et la croissance économique. Notre résultat est conforme à celui de Dia et Beaudelaire (2021).

Les coefficients de la variable TPIBh dans les modèles (5) et (6) montre que la croissance économique contribue faiblement à la réduction des inégalités de revenus en Afrique subsaharienne. Par ailleurs, nos résultats prouvent que la relation la croissance économique et les inégalités de revenus est non-linéaire. L'hypothèse de Kuznets est donc confirmée dans notre étude. Ce résultat est similaire à ceux Nguyen et Trung-Kien, (2019).

Conclusions et implications politiques

Cette étude avait pour objectif principal d'analyser les interrelations entre l'urbanisation, la variabilité climatique et les inégalités de revenus en Afrique subsaharienne de 1980 en vue de contribution à une meilleure formulation des politiques d'inégalités.

Pour atteindre cet objectif, nous avons utilisé un modèle Vectoriel Autorégressif en Panel (PVAR). Cette approche, est avantageuse car elle permet de corriger les biais des rétroactions entre les trois variables d'intérêt. Les résultats de nos recherches nous amènent à tirer les conclusions suivantes :

L'urbanisation permet de réduire les inégalités de revenus en Afrique subsaharienne. Nous confirmons la relation en forme de U inversé entre l'urbanisation et les inégalités de revenus en Afrique subsaharienne, où la croissance économique ne contribue pas à la réduction des inégalités de revenus. L'effet de la croissance économique sur les inégalités de revenus est non linéaire. L'hypothèse d'une relation en forme de U inversé entre la croissance économique et les inégalités de revenus confirmée au cours de la période étudiée. L'urbanisation a un effet statistiquement positif sur le taux de croissance en Afrique subsaharienne. L'urbanisation a un effet non linéaire sur la variabilité climatique. L'ouverture commerciale influence la réduction de la réduction des inégalités de revenus.

Comme l'urbanisation contribue à la réduction des inégalités de revenus et aussi est facteur de croissance économique, les gouvernements des pays d'Afrique subsaharienne doivent continuer à promouvoir l'urbanisation. La croissance économique ne jouant pas un rôle insignifiant dans la réduction des inégalités de revenus, les politiques visant à accroître le bien-être social doivent être maintenues afin de réduire l'écart entre les riches et les pauvres. Étant donné que la variabilité

climatique affecte l'urbanisation, des bonnes politiques environnementales sont nécessaires pour améliorer pour améliorer le cadre urbain.

Bibliographie

Abrigo, M., et Love, I. 2016. «Estimation of Panel Vector Autoregression in Stata: a Package of Programs». *The Stata Journal*, 16(3), 1–27.

Angeles, L. 2010. «An alternative test of Kuznets' hypothesis». *The Journal of Economic Inequality*, 8(4), 463-473.

Barrios, S., Bertinelli, L., et Strobl, E. 2006. «Climatic change and rural–urban migration: The case of sub-Saharan Africa». *Journal of Urban Economics*, 60(3), 357-371.

Byers, E., Gidden, M., Leclère, D., Balkovic, J., Burek, P., Ebi, K., ... et Riahi, K. 2018. «Global exposure and vulnerability to multi-sector development and climate change hotspots». *Environmental Research Letters*, 13(5), 055012.

Cornia, G. A. 2019. «Niveaux, tendances et déterminants des inégalités en Afrique subsaharienne: aperçu des principales évolutions depuis le début des années 1990». In *Inégalités de revenus en Afrique subsaharienne* (pp. 24-56). United Nations.

Dia, K. B., et Beaudelaire, D. W. 2021. «Climate Variability and Urbanization in sub-Saharan Africa: Mitigating the Effects on Economic Growth», *AERC Working Paper Series: CC-010*.

El Allam, A., et Abdouni, A. 2021. «Urbanisation, inégalité et croissance économique: investigation empirique sur les régions marocaines». *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 2(2), 151-162.

Gérard (coord.) Winter, Guénard, C., et Dubois, J. L. 2001. «Inégalités, croissance et pauvreté en Afrique subsaharienne» (pp. 41-56). IRD.

Gini, Corrado. 1921. «Measurement of inequality of incomes». *The Economic Journal* 31: 124–26.

Guivarch, C., et Taconet, N. 2020. «Inégalités mondiales et changement climatique». *Revue de l'OFCE*, 165(1), 35-70.

Henderson, J. V., Storeygard, A., et Deichmann, U. 2014. «50 years of urbanization in Africa: Examining the role of climate change». *World Bank Policy Research Working Paper*, (6925).

Henderson, J. V., Storeygard, A., et Deichmann, U. 2017. «Has climate change driven urbanization in Africa? ». *Journal of development economics*, 124, 60-82.

Henderson, J. V., Storeygard, A., et Roberts, M. 2013. «Is Urbanization in Sub-Saharan Africa Different? ». *World Bank policy research working paper*, (6481).

Judson, R.A., et Owen, A., L. 1999. «Estimating dynamic panel data models: A guide for macroeconomists». *Economics Letters*, 65(1), 9-15.

Kuznets, S.1955. «Economic growth and income inequality». *The American economic review*, 45(1), 1-28.

Liddle, B. 2017. «Urbanization and inequality/poverty». *Urban Science*, 1(4), 35.

- Love, I. et Zicchino L. 2006. «Financial development and dynamic investment behavior: Evidence from panel VAR». *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 46(2), 190-210.
- Mouleye, I. S., Diaw, A., et Daouda, Y. H. 2019. «Effets du changement climatique sur la pauvreté et les inégalités en Afrique subsaharienne». *Revue d'économie du développement*, 27(3), 5-32.
- Nguyen, M., Le, N. D., et Trung-Kien, P. 2019. «The Impact of Urbanization on Income Inequality: A Study in Vietnam». *Journal of Risk and Financial Management*, 12(3), 1-14.
- Nkoa, B. E. O., et Song, J. S. 2019. «Urbanisation et inégalités en Afrique: une étude à partir des indices désagrégés». *Revue d'Economie Regionale Urbaine*, (3), 447-484.
- Oyvat, C. 2016. «Agrarian structures, urbanization, and inequality». *World Development*, 83, 207-230.
- Sagala, P., Akita, T., et Yusuf, A. A. 2014. «Urbanization and expenditure inequality in Indonesia: Testing the Kuznets hypothesis with provincial panel data». *Letters in Spatial and Resource Sciences*, 7(3), 133-147.
- Sulemana, I., Nketiah-Amponsah, E., Codjoe, E. A., et Andoh, J. A. N. 2019. «Urbanization and income inequality in Sub-Saharan Africa». *Sustainable Cities and Society*, 48, 101544.
- Traoré M. 2018. «Government spending and inclusive growth in sub-Saharan Africa: A panel VAR analysis», *Études et Documents*, n° 15, CERDI.

Annexes

Tableau I: Statistiques descriptive

Variabes	Obs	Moyenne	Ecart-type	Min	Max
Gni	1014	0,6142088	0,0650245	0,4773621	0,8326871
Precip	1014	1036,171	581,6775	75,9	2748,7
URB	1014	35,03683	16,96469	4,339	89,37
TPIBh	1014	0,8167492	5,392391	-47,50332	37,53553
Infl	1014	11,72806	20,15045	-29,69107	219,0028
DO	1014	61,40375	31,35046	6,320343	225,0231

Tableau II: Matrice de corrélation

	Gni	Precip	URB	TPIBh	Infl	DO
Gni	1,0000					
Precip	0,0269 (0,3930)	1,0000				
URB	0,0279 (0,3742)	0,3178* (0,0000)	1,0000			
TPIBh	0,0108 (0,7304)	-0,0429 (0,1722)	0,0197 (0,5315)	1,0000		
Infl	0,0336 (0,2847)	0,0755* (0,0162)	-0,0957* (0,0023)	-0,0617* (0,0495)	1,0000	
DO	0,2360* (0,0000)	0,2388* (0,0000)	0,4878* (0,0000)	0,0854* (0,0065)	-0,1519* (0,0000)	1,0000

Note : * représente la significativité ; les valeurs entre parenthèses sont les p-values

Tableau III : Resultat des tests d'homogénéité de Hasio

F statistique	Probabilité
15.31	0.0000

Tableau IV : Resultat du test de dépendance de Pesaran (2015)

CD	P-value
0.377	0.707

Tableau V : Résultats du test de stationnarité de Pesaran (2007)

Variable	CIPS	Valeurs critiques		
		10%	5%	1%
Gni	-2.324	-2.04	-2.11	-2.23
Precip	-5.566	-2.04	-2.11	-2.23
URB	-2.630	-2.54	-2.61	-2.73
TPIBh	-5.190	-2.04	-2.11	-2.23
Inf	-5.031	-2.04	-2.11	-2.23
DO	-2.391	-2.04	-2.11	-2.23