

Vulnérabilité aux changements climatiques et croissance économique dans les pays du Golfe de Guinée : Preuve à l'aide du modèle de variables instrumentales à longue période

Climate Change Vulnerability and Economic Growth in Gulf of Guinea Countries: Evidence Using the Long-Run Instrumental Variables Model

Mohammadou NOUROU
Université de Garoua, Cameroun.

Bybert MOUDJARE HELGATH
Université de Maroua, Cameroun.

Résumé. L'objectif de cet article est d'étudier l'impact de la vulnérabilité au changement climatique sur la croissance économique. Nous répondons à nos préoccupations en utilisant le modèle de variables instrumentales à long terme de Kripfganz et Sarafidis (2021). Nous testons ensuite l'hypothèse de Kuznets (EKC) en utilisant le modèle à seuil de Hansen (1999). Notre étude porte sur 10 pays pour la période 1995-2020. Les estimations de Kripfganz et Sarafidis (2021) utilisant ce modèle montrent que la vulnérabilité au changement climatique augmente considérablement la croissance économique à un seuil de 1 % d'environ 43,84 %. De plus, les résultats non linéaires utilisant le modèle de Hansen (1999) montrent que : (i) dans les régimes inférieurs, une augmentation de 1 % de la vulnérabilité augmente significativement la croissance économique de 5,242 % au seuil de 5 %. (ii) Sous le régime supérieur, une augmentation de 1 % de la vulnérabilité augmente significativement l'augmentation du seuil de 1 % de 5,856 %. Par conséquent, les résultats du modèle de Hansen (1999) sont cohérents avec ceux du modèle de Kripfganz et Sarafidis (2021). Ces résultats sont robustes aux évaluations de sensibilité et aux estimations des effets fixes.

Mots clés : *Changements climatiques, croissance économique, modèle instrumental avec large période, modèle de seuil de Hansen.*

Abstract. The aim of this paper is to study the impact of vulnerability to climate change on economic growth. We address our concerns using Kripfganz and Sarafidis' (2021) long-term instrumental variable model. We then test the Kuznets Hypothesis (EKC) using the threshold model of Hansen (1999). Our study covers 10 countries for the period 1995-2020. Using Kripfganz and Sarafidis (2021) model, results show that vulnerability to climate change significantly increases economic growth at a 1% threshold of approximately 43.84%. Furthermore, nonlinear results using the Hansen (1999) model show that: (i) in lower regimes, a 1% increase in vulnerability significantly increases economic growth by 5.242% at the 5% threshold. (ii) Under the higher regime, a 1% increase in vulnerability significantly increases the 1% threshold increase by 5.856%. Therefore, the results of the Hansen (1999) model are consistent with those of the Kripfganz and Sarafidis (2021) model. These results are robust to sensitivity assessments and fixed effects estimates.

Keywords: *Climate change, economic growth, long-term instrumental models, Hansen threshold models.*

1. Introduction

L'évolution de la croissance en Afrique subsaharienne (ASS) est conforme à la hausse des prix des produits de base (Devarajan et Fengler, 2013). Cependant, cette évolution a montré une tendance à la baisse entre 1995 et 2020. De ce point de vue, le Golfe de Guinée (GG), qui fait partie des pays de l'ASS, est l'une des régions les plus importantes en termes de ressources naturelles. C'est dans cette perspective qu'il importe d'analyser l'évolution de la croissance économique. Ainsi, selon la Banque mondiale (2022), la croissance d'ASS a augmenté de 3,36 % en 1995 pour atteindre 6,33 % en 2002. Au cours de la même période, la croissance du PGG est passée de 6 % en 1995 à 5,4 % en 2002. Cette baisse dans les pays d'ASS se poursuivra en 2009, à un taux de 3,04 %. De même, le taux de croissance de PGG a chuté de 3,93 % sur la même période. Ce ralentissement se poursuivra en 2017, les pays d'ASS affichant une croissance de 2,53 % et le PGG de 3,91 %. En 2020, le taux de croissance des pays d'ASS était de -1,99 % et le taux de croissance des pays PGG était de -0,507 %.

Dans le même temps, la baisse de la croissance économique s'est accompagnée d'une réduction du risque climatique. En utilisant les données de la Fondation Nostras Damus de l'ASS (2022), nous avons enregistré un risque moyen de 21,18 % pour la période 1995-2020. En revanche, sur la même période, le PGG était en moyenne de 4,60 %. De plus, ces chiffres montrent une tendance à la baisse puisque le taux de vulnérabilité au risque était de 21,51% en 1995 et de 20,78% en 2020. De même, le PGG a enregistré un taux de 4,686% en 1995, atteignant 4,517% en 2020. Il est aisé de constater que ce ratio a eu tendance à diminuer au fil des ans.

De plus, il y a encore débat dans la littérature économique sur l'impact du changement climatique sur la croissance économique. Deux écoles de pensée s'opposent : la théorie de la croissance exogène (Foster, 1972 ; Gruver, 1976 ; Siebert, 1987 ; Gradus et Smulders, 1993) suggère que le changement climatique détériore la croissance économique. Bien que la théorie de la croissance endogène (Gruver, 1976 ; Siebert, 1987 ; Gradus et Smulders, 1993) soutient une croissance économique améliorée sans pollution. Ainsi, selon les auteurs de la croissance endogène, le niveau optimal de capital physique à l'équilibre se situe en dessous du niveau du modèle sous-jacent. Les facteurs technologiques sont des facteurs clés dans le processus de croissance.

L'analyse théorique donne un aperçu de la persistance de la fracture. Suite à ce débat, peu de recherches menées aujourd'hui se sont intéressées à la relation entre croissance économique et développement durable (Gradus et Smulders, 1993 ; Aznar-Marquez et Ruitz-Tamarit, 2017). Notamment en ce qui concerne la relation entre risque climatique et croissance (Pickering *et al.*, 2017 ; Watson *et al.*, 2016). Par conséquent, Shen et Lior (2016) ont étudié la relation entre le risque climatique et le système de régénération d'énergie. En utilisant des modèles climatiques mondiaux, les résultats suggèrent que les risques climatiques n'affectent pas négativement la régénération de l'énergie. De même, Azzari et Signorelli (2020) examinent l'impact du risque climatique sur la pauvreté en ASS. Leur étude a porté sur un échantillon de 24 pays. Ce dernier utilise des modèles linéaires et spatiaux pour l'analyse. Leurs conclusions confirment que les phénomènes climatiques tels que l'instabilité des températures et des précipitations ont un impact négatif sur le développement humain. Ngoma *et al.* (2021) montrent que les impacts du changement climatique sur l'agriculture et le bien-être des ménages en Zambie sont importants. Pour ce faire, ils utilisent des modèles d'équilibre calculables climatiques, biophysiques, à l'échelle économique, basés sur des matrices comptables.

Globalement, nous observons qu'il n'y a pas de consensus sur l'impact du risque climatique sur la croissance économique (Klock et Nunn, 2019). De plus, à notre connaissance, aucune étude n'a abordé cette question dans le cadre du PGG. Par conséquent, cette étude peut d'abord combler un manque de connaissances sur la relation entre la vulnérabilité (risque) au changement climatique et la croissance économique. Deuxièmement, cela pourrait donner une certaine orientation à la politique économique des pays de la sous-région. Troisièmement, nous utilisons le modèle de variable instrumentale à long terme proposé par Kripfganz et Sarafidis (2021). L'avantage de ce modèle est qu'il prend en compte des facteurs non observés qui sont souvent autorisés à être corrélés avec des variables explicatives observées qui peuvent être induites par des facteurs communs. En outre, il résout les inconvénients potentiels tels que le biais de paramètre occasionnel et la distorsion de taille dus à une correction de biais inefficace.

L'objectif principal de cette étude est de déterminer l'impact des risques climatiques sur la croissance économique dans les PGG. Définir la relation entre la vulnérabilité au changement climatique et la croissance est donc important ; en un sens, cela permet aux acteurs publics d'agir avec rigueur en matière de politique environnementale et de croissance économique.

Les résultats montrent que la vulnérabilité (risque) au changement climatique n'a pas d'impact négatif et significatif sur la croissance économique. De plus, l'évaluation de l'hypothèse de Kuznets (EKC) à l'aide du modèle à seuil de Hansen (1999) a confirmé l'existence d'une relation non linéaire. Par conséquent, les résultats du modèle de Hansen (1999) sont cohérents avec ceux obtenus par le modèle de Kripfganz et Sarafidis (2021). Ces résultats sont robustes à partir de l'analyse de sensibilité et des méthodes à effets fixes. Le reste du document est structuré comme suit. La section 2 comprend une revue de la littérature pertinente. La section 3 présente les méthodes et les données. La section 4 passe en revue les résultats et la section 5 tire des conclusions.

2. Revue de littérature

Plusieurs études économiques ont montré que les sensibilités et les vulnérabilités au changement climatique affectent la croissance économique. C'est en ce sens que Robinson (2017) soutient que la vulnérabilité au changement climatique varie selon la situation géographique d'un pays ou les caractéristiques socio-économiques d'un pays. De même, Weir *et al.* (2018) ont donné les mêmes résultats que Robinson. Pourtant, l'impact du changement climatique sur la croissance économique reste partagé. Il y a un flot constant d'encre et de bave dans ce débat.

En outre, de nombreuses recherches confirment les conséquences néfastes de la vulnérabilité climatique sur la croissance économique. Ils utilisent principalement diverses techniques économétriques pour étayer leurs hypothèses. C'est dans ce sens que Lanzafame (2014) s'intéresse à l'impact du changement climatique sur la croissance en Afrique, mesuré par la température et les précipitations. En utilisant un modèle ARDL avec une structure de panel multifactoriel et un estimateur de panel, les résultats obtenus confirment que la température réduit la croissance économique. Cependant, les précipitations ont eu un effet plus faible sur la croissance. De même, Alagidede *et al.* (2016) ont étudié la relation entre le changement climatique en ASS et la croissance économique. Considérant les données de température et de précipitations, les auteurs ont utilisé des techniques de cointégration de données de panel. Leurs conclusions suggèrent que des températures supérieures à 24,9°C inhibent la croissance économique en ASS. De même, Adzawla *et al.* (2019) visaient à analyser la relation entre les gaz à effet de serre et la croissance économique en ASS. Sur la

base des hypothèses environnementales de Kuznets, ils utilisent des données de panel agrégées sur la période 1970-2012. De plus, ils ont effectué des régressions basées sur la régression vectorielle autorégressive et les modèles des moindres carrés ordinaires (OLS). Leurs conclusions suggèrent que la qualité de l'environnement peut saper la croissance à long terme. Par ailleurs, le rôle des gaz à effet de serre reste ambigu. De plus, Baarsh et al (2020) ont mené une étude sur ce sujet. Ils montrent que les risques liés au changement climatique réduisent la croissance économique. En outre, les auteurs examinent les effets du changement climatique sur la croissance par habitant et la convergence, en tenant compte des conséquences du changement climatique. Ce dernier utilise trois modèles économiques qui prennent en compte trois dimensions du risque pays : la vulnérabilité, l'aléa et l'exposition. Leurs conclusions suggèrent que les risques liés au changement climatique dans les pays africains ont un impact négatif sur la croissance par habitant en Afrique de l'Ouest et de l'Est.

Pour la recherche sur les effets positifs des risques liés au changement climatique sur la croissance économique, les auteurs ont choisi des techniques économétriques qui soutiennent l'hypothèse de Kuznets (EKC). D'autres utilisent une variété de technique économétrique standard. Par conséquent, de ce point de vue, Kompas *et al.* (2018), qui ont examiné l'impact du changement climatique sur la croissance ont utilisé un modèle d'équilibre général calculable pour 139 pays. Leurs conclusions suggèrent que le changement climatique peut stimuler la croissance économique en respectant les recommandations de l'Accord de Paris. Dans la même vision, Yusuf *et al.* (2020) Analysent de la relation entre les gaz à effet de serre, la consommation d'énergie et la croissance dans les pays africains de l'OPEP. Ce dernier a utilisé une approche de modèle à retard distribué autorégressif en panel pour la période 1970-2016. Par conséquent, à partir des trois modèles de panel, basés sur les variables GES, en particulier le protoxyde d'azote, le dioxyde de carbone (CO₂) et le méthane, ils ont donné plusieurs résultats : La croissance du méthane et du CO₂ a un effet positif et significatif. En revanche, l'effet des émissions de protoxyde d'azote était positif mais non significatif. De même, à long terme, il y a eu des améliorations positives, mais non significatives, de la consommation d'énergie, à savoir CO₂, méthane et protoxyde d'azote. De plus, ces effets sur toutes les composantes de l'effet de serre sont positifs et non significatifs à long terme. De plus, les auteurs soutiennent une relation non linéaire entre les émissions de méthane et la croissance. Cela met en évidence la présence d'une courbe de Kuznets (EKC) avec le méthane comme variable dépendante dans le modèle. C'est ainsi que la croissance économique a un impact positif sur les émissions de méthane. Cependant, les effets des émissions de CO₂ et d'oxyde nitreux ont eu des effets positifs et non significatifs. Enfin, ils soulignent que la consommation d'énergie augmente considérablement la composition des gaz à effet de serre à court terme. En outre, Espoir & Sunge (2021) étudient la théorie EKC sous la possibilité plus réaliste d'hétérogénéité des pays et de dépendance spatiale. Ils ont effectué une régression quadratique de 48 pays africains pour chaque pays afin de tenir compte de l'hétérogénéité. Encore une fois, ils ont testé et contrôlé les dépendances spatiales à l'aide de Global Moran. De plus, ils utilisent la relation d'estimation du maximum de vraisemblance dans les modèles fixes et stochastiques sur le modèle spatial de Durbin. Enfin, ces auteurs estiment les relations avec les MCO, les méthodes à effets fixes et aléatoires et les méthodes généralisées des moments (GMM). Leurs estimations étaient triples : (i) l'hypothèse EKC était présente dans les 48 pays, même si la relation était faible, et (ii) la sensibilité à l'hétérogénéité des facteurs caractérisait la relation. En outre, la CEK est supposée exister dans certains pays et pas dans d'autres, et (iii) il existe des effets directs et indirects dans la relation entre CO₂ et la croissance.

Au terme de cette technologie de pointe, il est aisé de constater des divergences dans l'impact de la vulnérabilité au changement climatique sur la croissance. En fait, peu d'études

ont porté sur cette relation dans le contexte des pays du Golfe de Guinée. De plus, la plupart des études qui ont mené des analyses n'ont pas utilisé de modèles de variables instrumentales à long terme. Naturellement, les résultats peuvent varier et dépendent du contexte et de la méthodologie. Par conséquent, pour combler cette lacune, notre recherche s'appuie sur une analyse de l'impact de la vulnérabilité au changement climatique sur la croissance économique.

3. Méthodologie de la recherche

Cette partie consiste à présenter le modèle à variables instrumentales des doubles moindres carrés de données de panel à longue période de Kripfganz et Sarafidis (2021). Bien avant, nous faisons une présentation des données utilisées. Pour finir, nous exposons la technique de détermination de l'effet de la vulnérabilité aux variations climatiques sur la croissance économique.

3.1. Données

Notre objectif est d'identifier l'impact de la vulnérabilité au changement climatique sur la croissance dans les pays du Golfe de Guinée. Notre étude porte donc sur 10 pays pour la période 1995-2020. A cet effet, cette période et cet échantillon ont été choisis pour plusieurs raisons. D'une part, en ce qui concerne notre variable dépendante, la plupart des pays du golfe de Guinée ont des données à partir de 1995. De plus, nous avons observé une augmentation du changement climatique au cours de cette période. De même, les données les plus récentes dont nous disposons sur la vulnérabilité de la Fondation Nostras Damus au changement climatique remontent à 2020. Par conséquent, pour l'unification des données, cette période et cet échantillon ont été sélectionnés en raison de l'indisponibilité des données. En revanche, le choix de la période et de l'échantillon dépend des conditions du modèle à variable instrumentale de Kripfganz et Sarafidis (2021). Selon le modèle, le nombre de périodes doit être plus important (T grande période). Nos données proviennent de diverses sources. Premièrement, nous utilisons les données des Indicateurs du développement dans le monde (WDI) et des Indicateurs du gouvernement mondial (WGI) de la Banque mondiale comme variables de contrôle et variables dépendantes (voir le tableau en annexe 2). Deuxièmement, nous avons utilisé les données de la Fondation Nostras Damus (2020) impliquant les variables qui nous intéressent (voir tableau annexe 2).

3.1.1. Variable dépendante

Croissance économique : Elle représente la productivité globale durable et soutenue d'un pays sur une période donnée. Il est généralement mesuré en produit intérieur brut (PIB). De plus, la dynamique économique d'un pays est souvent caractérisée par cette variable.

3.1.2. Variable d'intérêt

Vulnérabilité au changement climatique : Cette variable est unique en ce qu'elle est dérivée d'un indice composite de vulnérabilité au changement climatique. Il a été construit par la Fondation Nostras Damus sur la base de l'indice de vulnérabilité au changement climatique mondial. L'indice est simplement une moyenne arithmétique des différents secteurs touchés par le changement climatique. Il est sur l'intervalle 0 et 1. 0 représente le niveau de vulnérabilité le plus bas et 1 représente le niveau le plus élevé. Par conséquent, cette variable

se compose de différentes composantes de l'indice de risque lié au changement climatique. Ces différentes composantes sont : l'exposition, la sensibilité et l'adaptabilité. Dans le cadre de cette étude, la combinaison de ces trois composantes constitue notre indice de vulnérabilité au changement climatique. Cette variable va en droite ligne des travaux sur le changement climatique et s'explique de celui de En plus, le signe positif est celui attendu.

3.1.3. Variables de contrôle

Rente des Ressources naturelles : représentent un facteur important dans la construction des politiques économiques des pays africains. Les ressources naturelles peuvent se définir comme un ensemble des organismes que l'on retrouve dans la nature, n'ayant pas été influencé par l'action de l'homme et nécessaire à combler ses besoins. En plus, nous utilisons la rente des ressources naturelles en pourcentage de PIB. Elle est constituée d'un ensemble de bénéfices provenant des ressources naturelles. La variable est tirée des travaux de Shabbir *et al.* (2020). Nous nous attendons à des résultats positifs.

Dépenses publiques : sont les différentes ressources de l'Etat, utilisées pour son fonctionnement et la réalisation de ses différents ouvrages. Elles sont exprimées en pourcentage du PIB. En plus, elle s'inspire des travaux d'Ahuja et Pandit (2020). Le signe négatif est celui attendu. Cela s'explique par le simple fait que la plupart de nos états consacre plus les dépenses publiques dans le fonctionnement, au lieu de le faire dans les réalisations des ouvrages.

Agriculture : est une variable représentant l'apport du secteur agricole en pourcentage de PIB. En effet, l'agriculture est la pierre angulaire de tout décollage économique. Raison pour laquelle, les politiques de promotion agricole sont vivement recommandés pour lutter contre l'insécurité alimentaire et par ricochet booster la croissance économique. Cependant, le secteur agricole en Afrique reste encore un secteur peu structuré. L'agriculture de troisième millénaire n'est pas implémentée. En plus, l'agriculture de troisième génération, utilisant les techniques et les outils de production, est inexistantes. Cependant, l'apport du secteur agricole pour la croissance n'est pas négligeable. C'est dans cette logique que nous nous sommes inspirés des travaux de Nyamekye *et al.* (2021), pour retenir cette variable. Dès lors, le signe attendu est un signe positif.

Industrie : est une variable qui représente la productivité effectuée par l'ensemble des structures industrielles en pourcentage du PIB durant une année. Elle donne une idée sur la dynamique économique d'un pays dans le processus de création de la valeur. En plus, une meilleure politique industrielle permet de favoriser la croissance économique. C'est dans cette idée que cette variable s'inspire des travaux effectués par Chen et Xie (2019). Cependant, le signe négatif est celui attendu. Cela repose sur le fait que la plupart des pays de notre échantillon a une structure industrielle embryonnaire. Ainsi, elle n'a pas encore cette capacité de booster la croissance dans ces pays.

Démocratie : est une variable essentielle pour le progrès des pays Africains. Elle permet aux citoyens à travers ses représentants aux parlements de surveiller l'action du gouvernement. En plus, nous utilisons la voix et la responsabilité pour mesurer le niveau de démocratie dans notre échantillon. Cette variable provient du World Government Indicator (WGI). Elle a été construite par Kaufman *et al.* (2004) et comprise entre -2 et 2. En effet, une valeur proche de 2 soutient que le pays a une bonne qualité de démocratie et -2 le contraire. Cette variable a été étudiée par Ghardallou et Sridi (2020) avec la croissance économique. En plus, Acemoglu *et al.* (2019) ont démontré les actions avantageuses de la démocratie sur la croissance. Cependant, les pays de notre échantillon sont mal classés en matière de démocratie dans le monde, d'où le signe négatif qui est attendu.

3.2. Justification et spécification du choix du modèle à variable instrumentale à grande période de Kripfganz et Sarafidis (2021)

Dans cette sous-section, il est question de justifier le choix de notre modèle (3.2.1). En plus de faire une présentation de la spécification économétrique de cette dernière (3.2.2).

3.2.1 Justification du choix du modèle économétrique

Le modèle de variables instrumentales à large période, proposé par Kripfganz et Sarafidis (2021) est examiné dans cette étude. En effet, ses atouts reposent sur la prise des facteurs non observés généralement autorisés à être corrélés avec les variables explicatives observées, pouvant être motivées par des facteurs communs. Par contre, l'estimation des facteurs communs de l'effet corrélé commun (CCE) de Pesaran (2006), a des facteurs communs non observés qui ont été mis en exergue par des excédents transversaux observés. Dans la même veine, le modèle permet de résoudre les lacunes potentielles à l'instar des biais des paramètres accessoires et des distorsions de taille dues à une correction de biais inefficace. En plus, Norkute *et al.* (2021) et Cui *et al.* (2022) soutiennent l'idée selon laquelle, ce modèle donne une nouvelle approche des doubles moindres carrés (IV).

3.2.2 Présentation du modèle économétrique Spécifié

Nous utilisons le modèle de croissance économique modifié de Gradus et Smulders (1993) et de Kripfganz et Sarafidis (2021) ajusté en tenant compte des réalités des pays. Ainsi nous considérons le modèle économétrique suivant :

$$\text{Log PIB}_{i,t} = \mu_{i,t} + \beta_0 + \beta_1 \text{Vulnerability}_{i,t} + \beta_2 \text{Log Agri}_{i,t} + \beta_3 \text{Log RN}_{i,t} + \beta_4 \text{Log Indus}_{i,t} + \beta_5 \text{Log Dep}_{i,t} + \text{Dem}_{i,t} + \varepsilon_{i,t} [1]$$

Avec Log PIB représentant le logarithme du produit intérieur brut annuel, mesurant la croissance économique. Vulnerability est la vulnérabilité aux changements climatiques. Log Agri est le logarithme de l'Agriculture. Log RN est le logarithme des ressources naturelles. Log Indus est le logarithme de l'industrie. Log Dépense est le logarithme des dépenses publiques. En plus, i,t représente le pays i à la période t .

En prenant en considération les variables omises, de l'hétérogénéité non observée et de la dépendance transversale pour les erreurs de regression : $\mu_{i,t} = \gamma'_{\log pib,i} f_{\log pib,t} + \varepsilon_{i,t}$

$f_{\log pib,t}$ est un facteur se caractérisant par une manière compacte de résumer la variation non observée dans le temps qui est commune aux pays.

$\gamma'_{\log pib,i}$ est le facteur de charge correspondant pour les effets hétérogènes sur le résultat d'un pays.

3.3. Procédure pour estimer l'effet de la vulnérabilité aux variations climatiques sur la croissance

La procédure d'estimation de l'effet de la vulnérabilité aux variations climatiques sur la croissance économique s'appuie sur l'analyse en composantes principales (ACP). En effet, nous nous intéressons au modèle à variable instrumentale mise en exergue par Kripfganz et Sarafidis (2021), prolongé par Norkute *et al.* (2021) et Cui *et al.* (2022). Cette méthode s'effectue à partir de deux étapes :

- **Première étape :** Nous utilisons l'ACP pour projeter les facteurs communs à partir des covariables exogènes comme des instruments valides.

- **Deuxième étape :** Nous appliquons l'ACP afin d'extraire les facteurs des résidus de la première étape et pour « défactoriser » l'ensemble du modèle. En plus, l'instrument utilisé dans l'étape précédente reste inchangé. Le même instrument utilisé dans la première étape reste valable.

Par ailleurs, nous vérifions la stationnarité de nos variables. Cette vérification permet d'éviter des mauvaises régressions. Ainsi, nous utilisons les tests de premières générations et ceux de seconde génération présentées par Hurlin et Mignon (2005). Le test de première génération que nous utilisons est celui de Maddala et Wu (1999). Son hypothèse porte sur la dépendance entre les individus. En plus, est supposé une hétérogénéité entre les individus comme celui du test d'Im, Pesaran et Shin (2003). Relatif au test de seconde génération, nous utilisons le test d'Im, Pesaran et Shin (2007). Ce dernier repose sur l'hypothèse de l'indépendance entre les individus au seuil de 1% et 5%. En plus, il détermine les liaisons présentes entre les individus.

3.4. Le Test de la courbe de Kuznets

Il est usuel dans une étude relative aux changements climatiques, de tester la présence de la courbe de Kuznets. Ainsi, cette recherche opte d'utiliser le modèle à seuil à effet fixe de Hansen (1999). Le choix porté sur le modèle à seuil repose sur le fait qu'il permet de déterminer le seuil auquel la variable d'intérêt agit sur la variable dépendante. En plus, les modèles à seuil conservent l'information lors de la régression par rapport aux autres modèles à l'instar des moments généralisés. Dans la même veine, les autres méthodes (excepté les modèles à seuil) ne rassurent pas sur la détermination ou le choix du polynôme.

Par ailleurs, concernant le modèle à seuil de Hansen (1999), la valeur de seuil est générée par la machine à l'aide de la régression Bootstrap. Dès lors, nous considérons le modèle à seuil à effet fixe de Hansen (1999) comme suit :

$$\text{LogPIB}_{i,t} = \mu_{i,t} + \alpha_0 + \alpha_1 X_{i,t} - \alpha_2 \text{Vulnerability}_{i,t} + \delta (\text{Vulnerability}_{i,t} - \gamma) 1\{\text{Vulnerability}_{i,t} > \gamma\} + \varepsilon_{i,t} \quad [2]$$

Avec $\text{LogPIB}_{i,t}$ représentant la croissance du pays i à la période t . Tandis que, $\text{Vulnerability}_{i,t}$ est la variable de seuil, mesurant la vulnérabilité du pays i à la période t . Pendant que $X_{i,t}$ représente toutes les variables de contrôle du modèle. Alors que α_0 , α_1 , α_2 et γ représentent les paramètres respectifs de la constante du modèle, des variables de contrôles, de la variable de seuil au premier régime et de la variable de seuil au second régime. D'un autre côté δ est l'indicateur de la fonction indiquant la variable de seuil. Puis, nous notons $\mu_{i,t}$ représentant l'effet fixe pays. Enfin, $\varepsilon_{i,t}$ est le terme d'erreur du pays i à la période t .

4. Présentations des résultats et discussions

Nous présentons les résultats de l'influence de la vulnérabilité aux changements climatiques sur la croissance et de les discuter (4.2). Bien avant cela, nous présentons les résultats de la statistique descriptive, des tests de stationnarité et de corrélation (4.1).

4.1. Statistiques descriptives, tests de stationnarité et de corrélation des variables

Le tableau 1, nous expose les résultats de la statistique descriptive des variables de notre modèle. Ainsi, il est aisé de constater que la moyenne annuelle de la variable croissance dans les PGG est autour de 0.540, tandis que celui de la vulnérabilité se situe à 0.510. Par contre, la croissance annuelle minimale est de -0.884 et celle maximale est de 1.185. Ces

chiffres soutiennent la faible productivité réalisée dans ces pays. Par ailleurs, la vulnérabilité (le risque) au changement tourne autour d'un minimum de 0.423 et un maximum de 0.598. Ces chiffres s'expliquent par la préservation de l'environnement dans cette zone. En plus, elle reste la seconde réserve forestière dans le monde après l'Amazonie. Dans la même veine, les variables ressource naturelle, agriculture, dépenses publiques et industrie ont une moyenne respectivement de 0.862, 1.194, 1.950 et 1.461. Leur valeur minimale est respectivement de -1.265, 0,0 et 0. Par contre, l'on note leur valeur maximale respectivement de l'ordre de 1.768, 1.752, 2.502 et 1.861. Ces chiffres donnent une idée sur l'importance qu'a le bénéfice tiré des ressources naturelles, de la part de l'agriculture dans la croissance économique, du rôle des dépenses publiques et de l'industrie dans l'économie des pays PGG. Cependant, la variable démocratie a une moyenne de -0.634. Les valeurs maximales et minimales sont respectivement de -1.733 et 0.725. Ces chiffres matérialisent la faible qualité des institutions existantes dans ces pays.

Tableau 1 : Statistiques descriptives

Variabes	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum	Observations
Log PIB	0.5408275	0.364161	-0.884952	1.18552	220
Vulnérabilité	0.5105524	0.0393618	0.423869	0.598288	220
LogRN	0.8622336	0.7026003	-1.26538	1.76855	220
Log Agri	1.194904	0.3094102	0	1.75239	220
Log Indus	1.461458	0.2265486	0	1.86164	220
Log Dép	1.950065	0.286768	0	2.50281	220
Démocratie	-0.6345203	0.6243406	-1.733551	0.725645	220

Source : Auteurs.

Par ailleurs, au tableau 2, les variables à l'instar de la croissance annuelle, les ressources naturelles, l'industrie et les dépenses publiques sont stationnaires à niveau et en différence avec le test de Maddala et Wu (1999). Ceci donne une idée sur la situation des secteurs primaires, secondaires et tertiaires de l'économie des PGG. En effet, les PGG ont un souci de données provenant de ces secteurs. Les dirigeants de ces pays communiquent très peu concernant ces dernières. En plus Tandis que les variables à l'instar de la vulnérabilité, l'agriculture et la démocratie sont stationnaires en différence première. Concernant le test de Pesaran (2007), toutes les variables sont stationnaires. Excepté les variables agricultures, industries et dépenses publiques qui sont stationnaires en différence première. Ainsi, nous remarquons que nos variables sont stationnaires tant avec le test de Maddala et Wu (1999) que le test Pesaran (2007). Il est aisé de comprendre que la stationnarité de nos variables permet d'éviter des regressions fallacieuses. En plus, elle nous conforte sur la nature de nos données.

Tableau 2 : Résultats des tests de racine unitaire

Variables	Retards	Maddala et Wu (1999)		Pesaran (2007)		Décision
		Fisher		CIPS		
		Niveau	Différence	Niveau	Différence	
Log PIB	0	0.000	0.000	0.001	0.000	I(0)
Vulnérabilité	0	0.542	0.000	0.033	0.000	I(0)
LogRN	0	0.000	0.000	0.001	0.000	I(0)
Log Agri	0	0.896	0.000	0.468	0.000	I(0)
Log Indus	0	0.091	0.000	0.362	0.000	I(0)
Log Dép	0	0.000	0.000	0.212	0.000	I(0)
Démocratie	0	0.139	0.000	0.015	0.000	I(0)

Source : Auteurs.

Concernant l'analyse de la corrélation des variables, le tableau 3 ci-dessous permet de voir, s'il existe une association entre nos différentes variables. Ainsi, il est aisé de constater que plus la croissance n'augmente, plus la vulnérabilité aux changements climatiques est importante. En plus, nous avons une valeur de 0.1704 à un seuil de 5% pour ces deux variables. Ceci montre une relation étroite entre la croissance économique et la vulnérabilité climatique. En effet, une réduction des risques climatiques permet une réduction de la croissance économique. Elle s'explique par le fait que les PGG ont décidé de diversifier leur économie à travers une industrialisation. Dans la même veine, la hausse de la croissance, soutient une augmentation de l'agriculture, l'industrie et la démocratie respectivement de 0.1046, 0.0207 et 0.0854 au seuil de 5%. Par contre, la hausse de la croissance s'accompagne d'une réduction des dépenses publiques et des ressources naturelles d'une valeur respectivement de 0.0678 et 0.1235 au seuil de 5%. Ces relations négatives s'expliquent par le fait que les PGG ont décidé d'exclure les bénéfices tirés de ressources naturelles dans le processus de croissance de leur pays et de réduire les dépenses publiques, plus consacré aux dépenses de consommation.

Tableau 3 : corrélation des variables

Variables	LogPIB	Vulnérabilité	LogRN	Log Agri	Log Indus	Log Dép	Dem
Log PIB	1						
Vulnérabilité	0.1704*	1					
Log Agri	0.1046*	0.3925*	1				
LogRN	-0.1235*	-0.2394*	0.0950*	1			
Log Indus	0.0207	-0.4037*	-0.6302*	-0.0375	1		
Log Dép	-0.0678*	0.0375	0.2193*	0.2491*	-0.2283*	1	

Dem	0.0854*	0.2892*	0.3422*	0.0082	-0.2716*	0.00872*	1
-----	---------	---------	---------	--------	----------	----------	---

Source : Auteurs.

4.2. Résultats de l'estimation de l'effet de la vulnérabilité (du risque) aux variations climatiques sur la croissance

Nous avons pour objectif de déterminer des effets de la vulnérabilité (risque) aux changements climatiques sur la croissance dans les pays du golfe de guinée. Ainsi, pour l'atteinte de l'objectif, notre choix porte sur deux méthodes à savoir : la méthode de variables instrumentales du modèle de données de panel à grande période avec facteurs communs de Kripfganz et Sarafidis (2021) et la modèle à seuil de données de panel à effet fixe de Hansen (1999).

Le tableau 4 montre les résultats obtenus des effets de la vulnérabilité (du risque) climatiques sur la croissance à l'aide du modèle de Kripfganz et Sarafidis (2021). Nous remarquons que la probabilité de Hansen (P_value) est supérieure au seuil de 1%,5% et 10%. Ce qui nous rassure sur la validité de nos instruments. En plus, nous introduisons progressivement les variables dans le modèle afin d'examiner la sensibilité de notre modèle (représenté par le modèle 4). Pour ce faire, dans le modèle (1), nous considérons les variables de contrôle à l'instar de la vulnérabilité, agriculture, dépenses publiques. Dans le modèle (2), nous supprimons la variable agriculture pour introduire la variable ressource naturelle, industrie et conserver la variable vulnérabilité et dépenses publiques. Dans le modèle (3), nous introduisons les variables agricultures et supprimons les variables ressources naturelles et industrie. En fin, dans le modèle (4), nous considérons toutes les variables du modèle en ajoutant la variable démocratie.

Par ailleurs, en prenant en considération notre modèle économétrique (Modèle 4), il montre que la vulnérabilité aux changements climatiques améliore de façon significative la croissance économique au seuil de 1%. Pour ce faire, une augmentation d'1% de la vulnérabilité aux changements climatiques entraîne une hausse de la croissance de 43.84%. Ceci s'explique par le fait que la zone de golfe de guinée représente la seconde réserve forestière au monde après l'amazonie. Ainsi, les émissions à effet de serre sont faibles voir négligeables. Dès lors, un risque provenant du changement climatique n'aura pas une influence sur la croissance de ces pays. En plus, concernant la théorie de la croissance endogène, la technologie est primordiale dans les actions de la vulnérabilité aux changements climatiques. Ainsi, la technologie est presque inexistante, dans la mesure où la proportion des industries de transformations est faible. Ce résultat va en droite ligne avec ceux trouvés par Ogbuabor et Egwuchukwu (2017). Selon ces derniers, en faisant usage de la méthode des MCO et de données en coupe longitudinale, l'influence du changement climatique sur la croissance est négative et significatifs. Bien avant eux, Alagidede et al (2016) ont abouti au même résultat.

D'autre part, nous remarquons que les ressources naturelles influencent négativement et non significativement sur la croissance économique. En effet, une augmentation d'1% des ressources naturelles entraîne une réduction de la croissance soit 0.33%. Une explication économique de ce signe repose sur la thèse de l'abondance et de la dépendance en ressource naturelle. Selon cette théorie, l'abondance et/ou la dépendance en ressource naturelle participe à une augmentation des bénéfices provenant de cette ressource. Mais, celle-ci rente peut nuire la croissance économique dans les conditions d'une mauvaise répartition. Dans le même contexte, une étude récente fait par Jato & Ayaga (2022), dans le cadre du Nigéria va en l'encontre de nos résultats. En effet, les auteurs soutiennent que les ressources naturelles

agissent de façon positive et significative à long terme sur la croissance économique. Ces derniers utilisent la méthode Autoregressive Distributed Lag (ARDL). En plus, leur étude repose sur les données couvrant la période 1981 à 2021.

Concernant la variable agriculture, nous notons que la variable agriculture agit de façon négative et non significative sur la croissance économique. En effet, une augmentation de la production agricole d'1% cause la réduction de la croissance de 0.10%. Une explication économique de cette situation repose sur le fait que l'agriculture des pays du golfe de Guinée demeure rudimentaire. Ainsi, la majorité des personnes pratique l'agriculture pour survivre, au lieu de faire une agriculture industrielle. En plus, selon la théorie du développement, une agriculture industrielle permet la création de richesse qui conduit à booster la croissance économique. Dès lors, nos résultats sont contraires de ceux obtenus par Nyamekye *et al.* (2021). En effet, ces derniers ont trouvé que l'agriculture améliore la croissance au Ghana.

Une autre variable de contrôle importante est la variable industrie. Elle participe à la création de richesses d'un pays. Ainsi, cette étude montre que l'industrie participe à une hausse de la croissance de façon non significative. En effet, une augmentation d'1% de la production industrielle, conduit à une baisse de la croissance de 0.14%. Une explication de cette situation réside au niveau du tissu industriel de ces pays qui est embryonnaire. Elle ne participe pas de façon significative au processus de création de richesses. En outre, dans les PGG, la grande partie de leur économie repose sur des ressources naturelles exposées. Pour ce faire, selon la théorie économique, l'industrialisation des ressources naturelles en produits finis favorise la croissance économique. Nous relevons le contraire avec les pays de notre étude. Néanmoins, ces dernières années, des efforts ont été faits pour l'amélioration du tissu industriel de ces pays. Nous obtenons résultats opposés à ceux trouvés par Chen & Xie (2019). Pour ces derniers, une étude menée en Chine durant la période 2003 à 2015, soutient que le secteur industrie améliore la croissance économique de façon significative.

L'analyse des dépenses publiques dans la création de richesse montre que ces derniers augmentent la croissance économique de façon significative au seuil de 1%. Ainsi, une augmentation des dépenses publiques d'1% entraîne une augmentation de la croissance économique de 0.133%. L'explication économique que nous pouvons donner est repose sur une amélioration de l'utilisation des dépenses publiques dans ces pays. En effet, ces pays ont tourné, ces dernières années, leurs dépenses publiques sur les dépenses publiques d'investissement. En plus, nous constatons que ce résultat va en droite ligne avec la théorie keynésienne qui soutient qu'une hausse des dépenses gouvernementales permet de booster la croissance économique. Dans la même veine, Ahuja & Pandit (2020) ont mené une recherche menée sur 59 pays développés entre 1990-2019. Ces auteurs ont montré que les dépenses gouvernementales améliorent la croissance. Nos résultats vont en droite ligne avec ceux trouvés par ces derniers.

Enfin, la variable démocratie continue de jouer un rôle négatif dans la création de richesses. Nous soutenons que la démocratie influence positivement, mais de façon non significative sur la croissance économique. Ainsi, une augmentation d'1% de démocratie, entraîne une réduction de façon non significative de la croissance de l'ordre de 21.83%. Une explication économique de ces résultats repose sur la structure politique des pays de l'étude. En effet, malgré d'énorme effort fait dans la progression de la démocratie à travers le multipartisme, les dirigeants de ces pays jouent imposent un climat de terreur. Ce climat ne permet pas aux populations à avoir une liberté dans le processus démocratique. Ainsi, nos résultats vont à l'opposé de ceux trouvés par Acemoglu *et al.* (2019). Ces derniers ont soutenu que la démocratie augmente la croissance économique d'environ 20% à long terme.

Tableau 4 : Vulnérabilité (risque) aux changements climatiques et croissance économique : Estimation avec la méthode instrumentale à longue période robuste de Kripfganz et Sarafidis (2021).

Variables dépendante : Log PIB	Méthode d'estimation : Estimation IV			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Vulnérabilité aux changements climatiques	8.55*** (2.64)	12.28*** (4.45)	4.91* (2.54)	43.84*** (19.58)
Log RN	-	0.12*** (0.02)	0.19*** (0.07)	-0.33 (0.21)
Log Agri	-0.788*** (0.46)	-	-0.87** (0.05)	-0.10 (0.58)
LogIndus	-	-0.004 (0.27)	-	0.14 (0.22)
LogDep	-0.400*** (0.08)	0.3*** (0.03)	0.22*** (0.014)	0.133** (0.05)
Dem	-	-	-	0.06 (0.04)
Constante	-2.10* (1.20)	-6.43*** (2.73)	-1.55 (1.33)	-21.83 (15.80)
Test de Hansen	6.49	4.95	2.97	3.50
Probabilité de Hansen	0.36	0.76	0.93	0.98
Nombre d'observation	240	240	240	240
Nombre de pays	10	10	10	10

Source : Auteurs.

Concernant le test d'hypothèse de la théorie environnementale de Kuznets, nous faisons recours à la méthode de Hansen (1999). Pour ce faire, les résultats de la non linéarité entre la vulnérabilité aux changements climatiques et la croissance économique sont présentés au tableau 5 ci-dessous. Nous observons que la probabilité du test de linéarité de Bootstrap (P_value du test à effet de seuil) est inférieure au seuil de 1%, 5% et 10% (confère modèle 4 P_value = 0.0600). Ce qui suggère la présence d'une relation de non linéarité entre la vulnérabilité aux changements climatiques et la croissance économique (Confère Hansen, 1999). En plus, ce résultat nous conforte sur la présence du seuil et de l'excellence formule asymptotique de l'estimateur à seuil à effet fixe de Hansen (1999). Dans la même veine, le résultat nous conduit à la détermination d'un seuil de vulnérabilité (risque) aux changements

climatiques ayant des effets sur la croissance. Enfin, nous avons un $R^2 = 0.187$ (confère modèle 4) soutenant que notre modèle est globalement bon.

Par ailleurs, nous évaluons la sensibilité de notre modèle 4, en supprimant les variables ressources naturelles, industrie et dépenses publiques (confère modèle 1). Dans la même optique, nous avons procédé à l'ajout de la variable dépenses publiques (confère modèle 2). Enfin, nous avons fait de même avec l'ajout de la variable industries (confère modèle 3). Cependant, à la lecture du tableau 5, nous pouvons tirer quelques conclusions sur les résultats observés sur notre modèle 4. La première conclusion montre, qu'au régime inférieur, un effet direct positif et significatif de la vulnérabilité (risque) aux variations climatiques sur la croissance. Ainsi, une augmentation de la vulnérabilité (risque) aux variations climatiques d'1% entraîne une hausse de la croissance économique de 5.242% au seuil de 5%. Une explication économique de ce résultat repose sur le manque de propagation de gaz à effet de serre par les PGG. Ceci ne les expose pas à un risque climatique. Ce résultat va en l'encontre de ceux trouvés par Abidoye et Odusola (2015). Selon ces derniers, une hausse d'un degré Celsius de la température baisse la croissance économique de 0.67% dans les 34 pays africains, durant la période 1961 à 2009.

La seconde conclusion montre une relation de non linéarité entre le risque aux variations climatiques et la croissance économique. Pour ce faire, au régime supérieur, la vulnérabilité aux changements climatiques améliore significativement sur la croissance au seuil de 1%. Dès lors, une augmentation d'1% de la vulnérabilité aux changements climatiques entraîne une hausse de la croissance de l'ordre de 5.856%. Une explication économique de cette situation trouve source dans un processus de croissance industrielle des PGG qui est embryonnaire. Les émissions des CO_2 sont extrême faible par rapport à ceux des pays industrialisés. Ce résultat s'oppose à ceux trouvés par Rezai *et al.* (2018). Ces derniers ont soutenu que la variation du climat mesurée par le gaz à effet réduit la production à court terme.

Tableau 5 : Vulnérabilité (risque) aux changements climatiques et croissance économique : Estimation avec la méthode à seuil à effet fixe de Hansen (1999)

Variables dépendante : Log PIB	Méthode d'estimation : Méthode à seuil de Hansen (1999)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Log RN	-	-	-	0.063 (0.124)
LogAgri	-0.837*** (0.085)	-0.839*** (0.211)	-0.899*** (0.205)	-0.907*** (0.206)
LogIndus	-	-	0.660*** (0.159)	0.655*** (0.160)
LogDep	-	-0.127 (0.078)	-0.112 (0.075)	-0.122 (0.078)
Dem	-0.226*** (0.085)	-0.231*** (0.085)	-0.219*** (0.083)	-0.216 (0.083)
Régime inférieur :	6.375***	6.053**	5.401***	5.242**
Vulnérabilité aux changements climatiques	(2.269)	(2.270)	(2.204)	(2.230)
Régime Supérieur :	7.045***	6.419***	6.022***	5.856***
Vulnérabilité aux changements climatiques	(2.267)	(2.268)	(2.204)	(2.231)
Constante	-2.047* (1.088)	-1.633 (1.114)	-2.204** (1.088)	-2.136* (1.097)
Test à effet de seuil (P_value)	0.090	0.080	0.070	0.008
R ² within	0.120	0.129	0.186	0.187
Nombre d'observation	260	260	260	260
Nombre de pays	10	10	10	10

Les valeurs entre parenthèses sont des écart-types. ***P<0.01, **P<0.05, *P<0.1

Source : Auteurs.

4.2. Résultats du test de sensibilité et de robustesse à l'aide du modèle à effet fixe

Pour une meilleure assurance sur la solidité de nos résultats obtenus à partir de l'estimateur Kripfganz et Sarafidis (2021), nous avons décidé de trouver un autre estimateur

qui peut conforter nos résultats. Ainsi, en procédant au test de Hausman (dont les résultats se trouvent en annexe 2), notre choix s'est porté sur l'estimateur à effet fixe. Au tableau 6, nous montrons l'influence de la vulnérabilité sur la croissance, à l'aide de l'estimateur à effet fixe. Notre modèle de base est celui du modèle 4. Nous constatons que notre modèle est globalement bon, car le R^2 within est supérieur aux seuils de 1%, 5% et 10%, soit une valeur de 0.144. Ainsi, nous décidons d'évaluer la sensibilité de notre modèle 4, en supprimant les variables industrie, démocraties et dépenses publiques (confère modèle 1). Par la suite, nous ne retenons que les variables croissance, vulnérabilité, dépenses, agriculture et démocratie (confère modèle 2). Enfin, nous décidons de prendre toutes les variables excepté la variable démocratie (confère modèle 3). Pour ce faire, nous constatons que la vulnérabilité aux changements climatiques améliore de façon significative la croissance économique au seuil de 1%, soit 6.56%. Ce résultat va en droite ligne que ceux trouvés à l'aide de l'estimateur de Kripfganz et Sarafidis (2021). Ceci nous conforte sur la solidité de nos résultats.

Tableau 6 : Vulnérabilité aux changements climatiques et croissance économique : Test de robustesse avec l'estimateur à effet fixe (FE)

Variables dépendante :	Méthode d'estimation : Méthode à effet fixe de données de panel (FE)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Log PIB				
Vulnérabilité aux changements climatiques	6.563** (2.331)	6.466*** (2.327)	5.866** (2.258)	5.502** (2.81)
Log RN	0.062 (0.127)	-	0.040 (0.745)	0.096 (0.210)
LogAgri	-0.839*** (0.210)	-0.855*** (0.216)	-0.905*** (0.204)	-0.930*** (0.210)
LogIndus	-	-	0.708*** (0.163)	0.690*** (0.163)
LogDep	-	-0.132 (0.080)	-	-0.131 (0.085)
Dem	-	0.016 (0.056)	-	0.012 (0.054)
Constante	-1.860 (1.117)	-1.142 (0.200)	-2.442 (1.18)	-1.984* (1.12)
R^2 within	0.069	0.079	0.135	0.144
Nombre d'observation	220	220	220	260
Nombre de pays	10	10	10	10

Les valeurs entre parenthèses sont des écart-types. *** $P < 0.01$, ** $P < 0.05$, * $P < 0.1$

Source : Auteurs.

5. Conclusion

Les scientifiques, les gouvernements et les institutions de défenses de l'environnement se sont intéressés au phénomène de dégradation de l'environnement. C'est ainsi qu'il va se succéder ces dernières années des conférences et colloques à l'instar de la Conférence de Paris de 2021 et de Marrakech en 2022. C'est dans cette perspective que durant ces retrouvailles scientifiques, une problématique centrale va être à l'ordre du jour celle de l'action de la variation du climat sur la croissance. Dans la même optique, le but de cette étude va plus loin et s'intéresse sur l'influence du risque des variations climatiques sur la croissance des PGG. A cet effet, nous avons choisi le modèle de variables instrumentales à long terme de Kripfganz et Sarafidis (2021). En plus, nous décidons de tester la conjecture de la courbe environnementale de Kuznets à partir de l'approche de Hansen (1999). Pour ce faire, nous choisissons un échantillon de 10 pays du golfe de guinée entre 1995 à 2020. Les résultats des estimations du modèle de Kripfganz et Sarafidis (2021), montrent que la vulnérabilité (risque) aux changements climatique améliore la croissance économique significativement au seuil de 1% de l'ordre de 43.84%. En outre, pour tester l'hypothèse de la courbe de Kuznets, les solutions de la relation de non linéarité effectuent à partir du modèle de Hansen (1999) soutiennent : Premièrement, une augmentation d'1% de la vulnérabilité améliore significativement la croissance économique de 5.242% au seuil de 5%, au niveau du régime inférieur. Deuxièmement, une augmentation d'1% de la vulnérabilité améliore significativement la croissance de 5.856% au seuil de 1%, au niveau régime supérieur.

Par ailleurs, en matière de recommandations de politique économique, cette recherche permet de tirer plus enseignement. Premièrement, les autorités de ses pays doivent subventionner la recherche et le développement, relatif à la vulnérabilité aux changements climatiques. Précisément, les recherches doivent concerner des cultures résistantes à la sécheresse en cas d'évolution de leur structure économique. En plus, ces autorités Etatiques doivent investir dans la recherche relative en ressources en eau et des infrastructures de gestion à l'instar des barrages. Ces derniers seront mis en avant avec les avantages en cas de perte de de croissance économique. Deuxièmement, les autorités étatiques doivent intégrer dans les programmes de développement et également reflété dans l'exécution du budget, la vulnérabilité aux changements climatiques. En plus, les différentes initiatives sous-régionales ou transfrontalières de vulnérabilités aux changements climatiques peuvent être efficaces dans la sous-région. Dans la même logique, les gouvernements de ces pays doivent encourager les sources d'énergie verte, en les subventionnant, pour éviter la destruction de l'environnement. Troisièmement, les efforts de renforcement du commerce et d'intégration régionaux peuvent permettre d'atténuer de façon indirecte l'influence de la vulnérabilité aux variations climatiques. En ce sens que, l'ensemble des pays peut mettre des dispositifs commerciaux en matière de respect de l'environnement. Ceci pourrait permettre une amélioration de la croissance économique.

Enfin, L'une des insuffisances de cette recherche est la non considération de la relation de long terme entre la vulnérabilité (risque) aux changements climatiques et la croissance économique. En plus, cette étude ne s'est pas intéressée à l'analyse des effets des composantes de la vulnérabilité (risque) aux changements climatiques sur la croissance économique. Ainsi, les prochaines études pourront se concentrer à ces aspects.

6. Références bibliographies

- Abidoye, B.O. & Odusola, A. F. (2015), « Climate change and economic growth in Africa : an econometric analysis », *Journal of African Economies* 24 (2), 277-301.

- Acemoglu, D., Naidu, S., Restrepo, P.R. & Robinson, J. A. (2019), « Democracy Does Cause Growth », *Journal of political economy*, Volume 127, N°1.
- Adzawla, W., Sawaneh, M. & Yusuf, A.M0 (2019), « Greenhouse gasses emission and economic growth nexus of sub-saharan Africa », *Scientific African* 3, e00065. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00065>
- Ahuja, D. & Pandit, D. (2020), « public expenditure and Economic growth : evidence from the developing countries », *FIIIB Business Review*. <https://doi.org/1.1177/2319714520938901>
- Alagidede, P., Adu, G. & Frimpong, P.B. (2016), « The effect of climate change on economic growth : evidence from sub-saharan Africa », *Environmental Economics and Policy Studies*, Volume 18, pages 417- 436. <https://doi.org/10.1007/s10018-015-0116-3>
- Azzari, C. & Signorelli, S. (2020), « Climate and poverty in Africa South of the Sahara », *World development*, 125, 104691. <https://doi.org/1016/j.worlddev.2019.104691>
- Aznar-Marquez, J. & Ruiz-Tamarit, J. R. (2017), « Sustainable growth and environmental catastrophes », *Mathematical social sciences*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mathsocsci.2017.07.004>.
- Baarsh, F., Granadillos, J.R., Hare, W., Knaus, M. & Krapp, M.M. (2020), « The impact of climate change on income and convergence in Africa », *World Development*, 126, 104699.
- Barro, R. (1990), « Government spending in a simple model of Economic growth », *Journal of Political Economy*, 98.P103-125.
- Chen, J & Xie, L. (2019), « Industrial policy, structural transformation and economic growth : evidence from china », *Frontiers of Business Research in China* 13,18 <https://doi.org/10.1186/s11782-019-0065-y>.
- Cui, G., Norkute, M., Sarafidis, V. & Yamagata, T. (2022), « Two-stage instrumental variable estimation of linear panel data model with interactive effects ». *Econometrics Journal*, volume 25, Numero 2, pages 340-361.
- Devarajan, S. & Fengler, W. (2013), « Africa's economic boom : Why the pessimists and the optimists are both right ». *Foreign Affairs*, 92(1), 68-80.
- Espoir, D. K. & Sunge, R. (2021), « CO2 emissions and economic development in Africa : Evidence from a dynamic spatial panel model », *Journal of Environmental Management*, vol 300,113617. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113617>.
- Forster, B. A. (1973), « Optimal capital accumulation in a polluted environment », *Southern Economic Journal*, Vol. 39, N°4, PP. 544-547.
- Ghardallou, W. & Sridi, D. (2020), « Democracy and Economy growth : a Literature Review », *Journal of the knowledge Economy*, volume 11, pages 982-1002. <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00884-w>
- Gradus, R. & Smulders, J. (1993), «The trade-off between environmental care and long term growth : Pollution in three prototypes growth models», *Journal of Economics*, Vol. 58, N°1, PP. 23-51
- Gruver, G. W. (1976), « Optimal investment in pollution control capital in a neoclassical growth context », *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 3, PP. 165-177.
- Hansen, BE. (1999), « Threshold effects in non-dynamic panels : estimation, testing an inference », *Journal of econometrics*, 9(2), 345-368.

- Hurlin, C. & Mignon, V. (2005), « A summary of root tests on panel data », *Economics and Forecasting*, 169-170, pp.253-294.
- Im, KS, Pesaran, MH & Shin, Y. (2003), « Testing for unit roots in heterogeneous panels », *Journal of Econometrics*, 115 (1), 53-74.
- Lanzafame, M. (2014), « Temperature, Rainfall and economic growth in Africa », *Empirical Economics*, 46(1),1-18.
- Kaufman, D., Kraay, A. & Perroti.A. (2004), « Governance matters III: Governance Indicators for 1996,1998, 2000 and 2002 », *World Bank Economic Review*, 18, 253-287.
- Klock, C. & Nunn, P., (2019), « Adaptation to Climate Change in Small Island Developing States: A Systematic Literature Review of Academic Research », *Journal of Environment and Development*, N° 28, PP. 196–218.
- Kompas, T., Pham, V.H. & Che, T. N. (2018), « The effects of climate change on GDP by country and the Global Economic gains from complying with the paris climate accord », *Eath's Future*, vol.6, issue 8, p.1153-1173. <https://doi.org/10.1029/20218EF000922>.
- Lucas, R. E.(1988),« On the Mechanics of Economic Development », *Journal of Monetary Economics*, Vol. 22, N° 1, PP. 3-42.
- McKinnon, R. I. (1973), *Money and capital in Economic development*, Washington, DC, The Brookings Institution.
- Maddala, G. & Wu, S. (1999), « A comparative study of unit root test and a new simple test », *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61,631-652.
- Mandeya, S.M. T.& Ho, S-Y. (2021), « Inflation, inflation uncertainty and the economic growth nexus : An impact study of study Africa », *MethodsX*, volume 8. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2021.101501>
- Ngoma, H., Lupiya, P. and Kabisa, M. (2021), « Impacts of climate change on agriculture and household welfare in Zambia : an economy-wide analysis », *climatic change*, volume 167, N°55, PP 167 :55. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03168-z>
- Norkute, M., Sarafidis, V., Yamagata. &Cui, G. (2021), « Instrumental variable estimation of dynamic linear panel data models with defactored regressors and a multifactor error structure ». *Journal of Econometrics* 220 : 416-446.
- Nostras Damus, (2020), “Global adaptation Index countries report”, *Working paper Series*.
- Nyamekye, A., Tian, Z. and Cheng, F. (2021), « Analysis on the contribution of Agricultural Sector on the Economic development of Ghana », *Open Journal of Business and Management* Vol.9, N°3, 1297-1311. [Doi : 10.4236/ojbm.2021.93070](https://doi.org/10.4236/ojbm.2021.93070).
- Ogbuabor, J. E.& Egwuchukwu, E.I. (2017), « The impact of change on the Nigeria economy », *International journal of Energy Economic and Policy* 7 (2),217-223.
- Pesaran, MH. (2007), « A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence ». *Journal of Applied Econometrics* 22 :265-312.
- Ramsey, F. P. (1928), « A mathematical theory of saving », *The Economic Journal*, Vol. 38, N° 12, PP. 54-559.
- Rezai, A., Taylor, L. & Foley, D. (2018), « Economic growth, income distribution, and climate change », *Ecological Economics*, 146, 164-172.
- Robinson, S. (2017), « Climate change adaptation trends in small Island developing states », *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, Vol. 22, N° 4, PP. 669–691.

- Romer, P. (1986), « Increasing returns and long run growth », *Journal of Political Economy*, N° 94, PP. 1002-1037.
- Siebert, H. (1986), « Risk allocation in large-scales resources ventures », *Kyklos*, Vol. 40, PP. 476-495.
- Shabbir, A., Kousar, S. and Kousar, F. (2020), « The role of natural resources in economic growth : new evidence from Pakistan », *Journal of Economics, Finance and Administration*, volume 25, issue50, pp.221-238. [https://doi.org/ 10.1108/JEFAS-03-2019-0044](https://doi.org/10.1108/JEFAS-03-2019-0044)
- Shaw, E.S. (1973). *Financial Deepening in Economic Development*, New York, Oxford University Press.
- Shen, P. & Lior, M., (2016), « Vulnerability to climate change impact of present Renewable Energy systems designed for achieving net zero energy building », *Energy*, Vol. 114, <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.07.078>
- Yusuf, M. A. Abubakar, A.B. & Mamman, S.O. (2020), « relationship between greenhouse gas emission, Energy consumption, and economic growth : evidence from some selected oil producing African countries », *Environmental Science and Pollution Research*, 27 (13), 15815-15823.
- Weiler, F., Klock, C. & Dornan, M. (2018), « Vulnerability, good governance, or donors interests ? The allocation of aid for climate change adaptation », *World Development*, Vol. 104, PP. 65 – 77.

Annexe 1 : Description des variables et leur source de données

Variables	Description des variables	Sources de données
Croissance économique	C'est la hausse permanente et constante de la richesse produite durant une année. Elle est mesurée en produit intérieur brut.	WDI (2022)
Vulnérabilité aux changements climatiques	Elle représente le risque auquel les différents secteurs économiques sont exposés. Elle est constituée de : l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation.	Nostras Damus (2022)
Ressources naturelles	C'est une variable reflétant l'ensemble de bénéfice tiré des ressources naturelle dans un pays en (% du PIB)	WDI (2022)
Démocratie	Elle représente la participation des citoyens au choix de leurs dirigeants	WGI (2022)
Industrie	C'est la part du secteur industrie dans la croissance en % du PIB	WDI (2022)
Agriculture	C'est la part du secteur agricole dans la croissance	WDI (2022)

en % du PIB

Dépenses publiques C'est l'ensemble des charges qui incombent à WDI (2022)
l'Etat durant une période en %PIB.

Source : Auteurs.

Annexe 2 : Résultats du test de Hausman

```
. hausman eq1
```

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) eq1	(B) .		
vulnerabil~y	5.502959	1.374186	4.128773	2.182003
logagrival~p	-.9302625	.1956624	-1.125925	.1871705
logrngdp	.0962319	-.0438619	.1400938	.1228981
logindusgdp	.6901271	.2917991	.398328	.0993235
logdepense~p	-.1315865	-.064451	-.0671354	.
va	.0123749	.0233092	-.0109343	.0388085

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

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(6) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
= 42.45
Prob>chi2 = 0.0000
(V_b-V_B is not positive definite)

Source : Auteurs