

Désiré AVOM

Bernard NGUEKENG

**Comprendre la vulnérabilité
économique en Afrique
subsaharienne : le capital
humain importe-t-il ?**

D

epuis le début du
troisième millénaire, le monde est régulièrement confronté à des
bouleversements importants : le conflit militaire entre la Russie

et l'Ukraine déclenché en mars 2022, précédé par la pandémie de la Covid-19 qui a débuté en décembre 2019 en Chine, les catastrophes naturelles, la montée du terrorisme, les dissidences politiques et sociales, les crises financières, etc. Les conséquences sont multiples et différent selon les pays, ainsi que les facteurs historiques, géographiques, institutionnels. L'une d'elles est l'accélération de la vulnérabilité de certains pays, induisant l'élaboration des stratégies visant à court et à moyen termes son atténuation. Selon les études empiriques récentes, la vulnérabilité affecte le développement des pays de différentes manières. Elle inhibe la croissance économique des États (Guillaumont [2019], Ndiaye *et al.* [2019]), entraîne la baisse de revenus et plonge les populations dans une pauvreté extrême. Elle constitue également un obstacle majeur à l'intégration durable et bénéfique des pays en développement dans le commerce international (Chatri [2018], Conférence des Nations unies pour le commerce et le développement (CNUCED) [2019]).

La vulnérabilité économique est définie comme le risque pour un pays d'être durablement affecté par des facteurs exogènes et endogènes imprévus (Brodiez-Dolino [2016], Guillaumont [2012 et 2024]). Elle est généralement la combinaison de trois éléments : *i*) la régularité et l'ampleur des « chocs » ; *ii*) l'exposition du pays à ces chocs ; et, *iii*) la faible résilience, c'est-à-dire les difficultés à y faire face ou à les gérer. L'occurrence de la vulnérabilité économique des États a conduit à construire des indices de perception de sa réalité. Parmi ceux-ci¹, nous retenons l'indice de vulnérabilité économique² (IVE) qui présente de nombreux avantages. Il est, selon Guillaumont [2024], universel, multidimensionnel et exogène. Bien plus, il synthétise mieux l'importance et l'exposition aux chocs (Guillaumont *et al.* [2017 et 2020], Cornier et Wagner [2022]). De même, les données pour son calcul sont disponibles sur un large échantillon de pays.

La vulnérabilité économique, mesurée par l'IVE³ a faiblement baissé en Afrique subsaharienne (ASS) au cours des deux dernières décennies. Plus précisément, il est passé de 40 points en 2000 à 37 points en 2018 (Guillaumont *et al.* [2020]). Mais,

son niveau moyen (38,31 points), reste largement supérieur à celui de certaines régions du monde notamment en Afrique du Nord (25,68 points), en Amérique du Sud (23,87 points) et en Asie du Sud-Est (22,18 points).

Malgré les évolutions variées d'un pays à l'autre de l'ASS⁴, le niveau de vulnérabilité économique demeure assez préoccupant⁵, induisant la nécessité d'apporter des réponses adaptées. La littérature empirique, qui examine ses déterminants, insiste sur la modification de la structure productive (CNUCED [2019]). Elle suggère, pour la réduire, l'accumulation des réserves de change et le contrôle du niveau d'endettement (Hugon et Salama [2009], Allégret *et al.* [2012]), le renforcement de l'intégration régionale (Ferdinand [2012]), l'amélioration de la qualité des institutions (Collier et Dollar [2002] et North *et al.* [2006]), le recours à l'Aide publique au développement (APD) (Guillaumont [2006]), la construction des infrastructures (CNUCED [2019], Duy *et al.* [2019], Canh et Thanhb [2020]) et le renforcement du capital humain (Goumrhar [2017], Banque mondiale (BM) [2019] et Banque africaine de développement (BAfD) [2020]).

Toutefois, malgré la multiplicité des indices, l'impact du capital humain sur la vulnérabilité économique des États reste insuffisamment documenté dans les pays en développement, et notamment en ASS. Pourtant, la pertinence de sa prise en compte se justifie doublement. Premièrement, malgré les progrès réels observés dans ses différentes dimensions, l'ASS reste à la traîne par rapport aux autres régions du monde (BM [2018]). Deuxièmement, bien qu'il apparaisse comme un déterminant pertinent pour comprendre la vulnérabilité économique, le capital humain est, à notre connaissance, insuffisamment pris en considération.

Intuitivement considéré dans les analyses économiques par Smith [1776], ce n'est qu'à partir des années 1960 que le capital humain s'est définitivement imposé dans la théorie économique avec les travaux sur la croissance endogène menés par Romer [1986], Lucas [1988] et Mankiw *et al.* [1992]. Selon Becker [1993], il est appréhendé comme « la somme des

connaissances, des compétences et de la santé qu'un individu accumule le long de sa vie, et qui lui permettent de réaliser son potentiel en tant que membre productif de la société ».

Dans la littérature, les effets (directs et indirects) du capital humain sur la vulnérabilité économique sont complexes et non consensuels. Les effets directs sont appréhendés aussi bien au niveau microéconomique que macroéconomique.

Au niveau microéconomique, un individu doté de connaissances, de compétences et de qualifications, accroît son employabilité et son revenu (Mincer [1970]) et réduit sa vulnérabilité. De nombreuses études dont celles de Boniol *et al.* [2019], Choi *et al.* [2020], Devercelli et Beaton-Day [2020], Autharte *et al.* [2021] et De La Flor *et al.* [2021] convergent pour soutenir que les gains associés aux années supplémentaires de scolarisation sont plus élevés dans les pays à faible revenu. Ainsi, Fotso [2008] montre, à partir de l'exemple du secteur formel au Cameroun, qu'une année supplémentaire d'étude génère un accroissement potentiel du revenu d'emploi de 5,81 %.

Au niveau macroéconomique, le capital humain contribue à la croissance économique de long terme. Ses effets passent par au moins deux canaux. Le premier est celui de l'innovation tel que développé par Romer [1990]. En effet, le capital humain permet aux individus d'acquérir des savoirs et des savoir-faire favorables à la production de nouvelles idées et à l'innovation portant sur les produits et les procédés de fabrication (Guriev *et al.* [2020]). Le second concerne le taux de diffusion de la technologie. Dans cette perspective, les travaux d'Olena [2021] soutiennent qu'une augmentation de la durée de scolarisation d'une année s'accompagne de celle de la productivité et d'une progression d'environ 6 % du Produit intérieur brut (PIB) par habitant. Cependant, Goumrhar [2017], pour le cas des pays en développement, met l'accent sur la qualité de l'éducation, le ciblage des investissements éducatifs et la capacité du système éducatif à distribuer de façon équitable les services d'éducation. Azevedo *et al.* [2020], en revanche, insistent sur la santé qui accroît la richesse du pays et le revenu par habitant. Ainsi, un environnement économique marqué par une faible mortalité et

morbidity attire, toutes choses étant égales par ailleurs, les investissements directs étrangers (IDE), qui contribuent à booster la croissance.

Bien plus, le capital humain réduit indirectement la vulnérabilité en agissant sur certaines variables telles que la stabilité politique, la violence, la technologie, etc. Son accumulation contribue à façonner des politiques publiques efficaces et durables (Rosenberg *et al.* [2018]). Dans cette perspective, Anderson *et al.* [2019] concluent qu'une amélioration de l'éducation de la population contribue à l'appropriation des principes démocratiques et à la consolidation de la stabilité politique. De même, elle est associée à une participation inclusive à la vie civique (Andrews *et al.* [2019]), à la réduction des activités génératrices des externalités négatives telles que la criminalité (Acemoglu *et al.* [2014], Scholten *et al.* [2017]).

Les effets indirects apparaissent à travers les interactions entre les variables, mises en évidence par Karlson *et al.* [2012] et Breen *et al.* [2013, 2018] dans les modèles de médiation. L'analyse de la médiation causale est une méthode statistique permettant d'étudier les mécanismes définissant les relations entre trois entités : la cause, la réponse et les variables intermédiaires, encore appelées médiateurs. Cette technique sera mobilisée dans cette étude.

De ce qui précède, il ressort que la littérature présente un gap quant à l'effet du capital humain sur la vulnérabilité économique. L'objectif de cet article est de le combler en y contribuant de deux manières. Premièrement, en proposant, à partir des pays de l'ASS, le dépassement de la considération traditionnelle du capital humain qui s'appuie uniquement sur le niveau d'éducation pour prendre en compte ses deux différentes déclinaisons, à savoir éducation (ou formation) et santé. Deuxièmement, en adoptant une démarche méthodologique à deux étapes pour tester notre hypothèse. D'une part, nous appréhendons la vulnérabilité économique par l'IVE, l'indice proposé par Guillaumont *et al.* [2017, 2020], et repris par Cornier et Wagner [2022]. Nous retenons comme indicateurs complémentaires l'importance et l'exposition aux chocs pour analyser la sensibilité de nos

résultats. D'autre part, nous adoptons la méthode des moments généralisés en système (MMG-S) en deux étapes pour corriger le biais d'endogénéité potentiel. Elle présente l'avantage de corriger simultanément l'endogénéité des variables explicatives, et les problèmes des effets fixes-pays inobservables et invariants dans le temps. Cette démarche méthodologique est mobilisée pour tester notre hypothèse selon laquelle le capital humain réduit significativement la vulnérabilité économique des pays de l'ASS.

À la suite de cette introduction, le reste de l'article est structuré en quatre sections. La première section présente les différentes mesures de la vulnérabilité économique et du capital humain complétées par quelques faits stylisés. La deuxième section est consacrée à la méthodologie empirique. La troisième section discute des résultats. La dernière section conclut et formule des suggestions de politique économique.

Vulnérabilité économique et capital humain : mesure et faits stylisés en ASS

Nous présentons les différentes mesures de ces deux notions, puis nous retenons les plus pertinentes pour notre analyse, ainsi que leurs évolutions récentes dans le cas des pays de l'ASS.

Mesure de la vulnérabilité économique et quelques faits stylisés en ASS

Mesure de la vulnérabilité économique

Sans prétendre à l'exhaustivité, la vulnérabilité économique est capturée dans la littérature par quatre indices : diversification économique, volatilité de la croissance (Easterly *et al.* [2001]), vulnérabilité économique (Guillaumont *et al.* [2017 et 2020], Cornier et Wagner [2022]) et vulnérabilité multidimensionnelle

(Guillaumont et Wagner [2022]). Certains présentent quelques limites. C'est le cas de la volatilité du taux de croissance du revenu par tête qui ne dépend pas uniquement des facteurs exogènes. Elle reflète une instabilité macroéconomique *ex post*, captée par des chocs exogènes et des facteurs structurels d'exposition à ces chocs. En outre, elle est liée à des facteurs d'ordre politique, soit en réaction aux chocs, soit indépendamment d'eux. Nous considérons l'IVE développé par l'United Nations Committee for Development Policy (UNCDP). Ce choix est justifié non seulement par les différents aspects de vulnérabilité que cet indicateur considère, et qui sont assez préoccupants dans les pays de notre échantillon, mais aussi par la disponibilité des données. En effet, l'IVE mesure la vulnérabilité structurelle des pays en développement. Contrairement aux autres indicateurs, il considère à la fois l'importance et l'exposition des pays à ces chocs (Guillaumont [2006]). S'agissant de l'importance, deux catégories de chocs exogènes sont considérées. En premier lieu, les chocs naturels (les tremblements de terre ou les raz-de-marée) et les chocs climatiques (sécheresses, cyclones, ou inondations). En second lieu, les chocs externes ou commerciaux, liés à l'instabilité des prix internationaux, aux fluctuations de la demande mondiale de produits primaires, ou encore aux variations des taux d'intérêt internationaux. Les chocs endogènes liés à l'instabilité politique et sociale ne sont pas pris en compte, puisque pouvant être considérés comme dépendants de la politique économique (Easterly *et al.* [2001]). Quant à l'exposition aux chocs, elle est probablement plus grande quand le pays est de petite taille, spécialisé dans la production des biens primaires et l'exploitation des ressources naturelles et/ou éloigné des marchés mondiaux.

Les composantes nécessaires au calcul de l'IVE sont présentées dans le tableau n°1 en annexe. Il est calculé à partir de la formule suivante proposée par l'UNCDP :

$$IVE = 0,5 \times exposition + 0,5 \times chocs \quad (1)$$

L'indice d'exposition est la moyenne de ses sous-indices, pondérée de la manière suivante :

$$\text{Exposition} = 0,5 \times \text{taille}^6 + 0,25 \times \text{emplacement géographique}^7 + 0,25 \times \text{spécialisation}$$

Le sous-indice de spécialisation est la moyenne simple de ses composantes :

$$\text{Spécialisation} = 0,5 \times \text{concentration des exportations} + 0,5 \times \text{part de l'agriculture, du secteur forestier et de la pêche dans le PIB.} \quad (2)$$

L'indice de choc est la moyenne simple de ceux des chocs naturels et commerciaux :

$$\text{Choc} = 0,5 \times \text{chocs naturels} + 0,5 \times \text{chocs commerciaux}^8 \quad (3)$$

L'indice de chocs naturels⁹ est la moyenne simple de ses deux composantes :

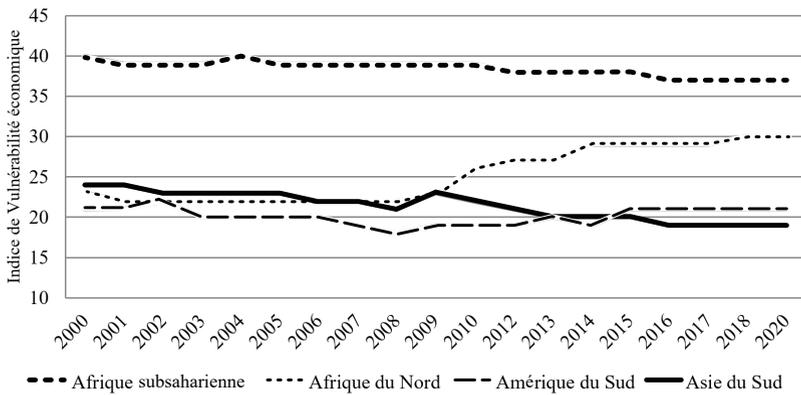
$$\text{Chocs naturels} = 0,5 \times \text{sans abris} + 0,5 \times \text{instabilité de la production agricole} \quad (4)$$

La vulnérabilité économique reste importante en ASS

La figure n°1 montre que, bien qu'en légère baisse, l'IVE de l'ASS demeure élevé comparativement à d'autres régions. Il est passé de 40 points en 2000 à 37 points en 2020, correspondant à une moyenne de 38,31 points contre, par exemple, 21,89 points pour l'Asie du Sud. Les explications tiennent à la régularité et la gravité croissantes des crises économiques, financières, sanitaires et sécuritaires. Malgré cette situation peu reluisante, nous constatons que, contrairement à l'Afrique du Nord qui a vu sa vulnérabilité augmenter, l'ASS a connu, une tendance baissière entre 2000 et 2020. Cette évolution est la conséquence

des politiques publiques adoptées par les dirigeants des pays africains avec le concours des partenaires au développement. Elles ont, par exemple, consisté en la réduction des activités à forte émission de gaz à effets de serre conformément aux objectifs de développement durable, en la promotion de la diversification intensive et extensive en cohérence avec l'agenda 2063, en un renforcement de l'intégration régionale.

Graphique 1
Évolution de l'indice de vulnérabilité économique dans quelques régions du monde

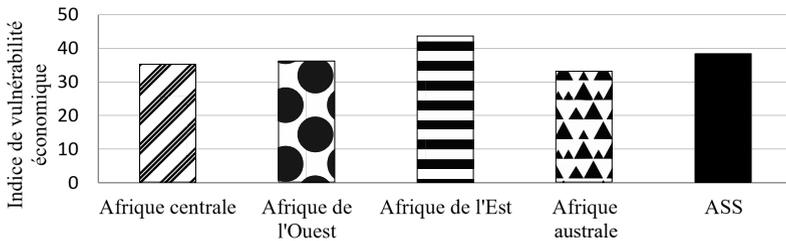


Source : auteurs, à partir de la base de données de l'IVE des Nations unies.

Le graphique n°2 présente le niveau moyen de l'IVE entre 2000 et 2020 des différentes sous-régions de l'ASS. Il montre que l'Afrique de l'Est est la plus vulnérable avec un niveau de 43,63 points. Les conflits politiques, la faible diversification des activités productives, les mauvaises conditions climatiques sont, sans être exhaustifs, les facteurs les plus explicatifs. En revanche, l'Afrique australe est la moins vulnérable en raison des effets d'entraînement des investissements réalisés par l'Afrique du Sud pour diversifier son économie.

Graphique 2

Moyenne de l'indice de vulnérabilité économique des différentes sous-régions de l'ASS (2000-2020)



Source : auteurs, à partir de la base de données de l'IVE des Nations unies.

Capital humain : mesures et quelques faits stylisés

Mesures du capital humain

Le capital humain est une ressource incorporée à une personne, qui peut s'accumuler et se détériorer. Il concourt à l'amélioration de la performance individuelle et plus généralement d'une économie par ces deux éléments constitutifs que sont l'éducation et la santé. Plusieurs indicateurs sont élaborés pour mesurer le niveau de capital humain dans un pays. Certains auteurs l'appréhendent à partir des politiques publiques implémentées pour l'améliorer. C'est le cas, par exemple, de Schultz [1961], de la BM [2018], qui considèrent : *i*) les investissements dans les infrastructures et services de santé qui affectent l'espérance de vie et la vitalité des individus ; *ii*) la formation professionnelle organisée par les entreprises ; *iii*) le système éducatif organisé de l'école élémentaire au supérieur ; *iv*) les programmes d'études et de formation.

En revanche, certains travaux retiennent le résultat observé dans le capital humain. C'est le cas de De la Fuente et Ciccone [2002], qui l'assimilent aux connaissances et compétences possédées par les individus et accumulées au cours de la scolarité, de la formation et des expériences.

À cet égard, trois composantes sont généralement retenues : *i)* les compétences générales relatives à l'alphabétisation et aux notions de calcul de base, avec le niveau scolaire retenu (Mincer [1958], Aghion et Cohen [2004]) ; *ii)* les compétences spécifiques liées au fonctionnement de technologies ou de processus de production particuliers ; *iii)* les connaissances techniques et scientifiques, qui renvoient à la maîtrise de masses organisées de connaissances et de techniques analytiques spécifiques qui peuvent être importantes pour la production ou le progrès technologique. Pour ces deux dernières composantes, c'est celle de la spécialisation qui est retenue dans les analyses (Mankiw *et al.* [1992]).

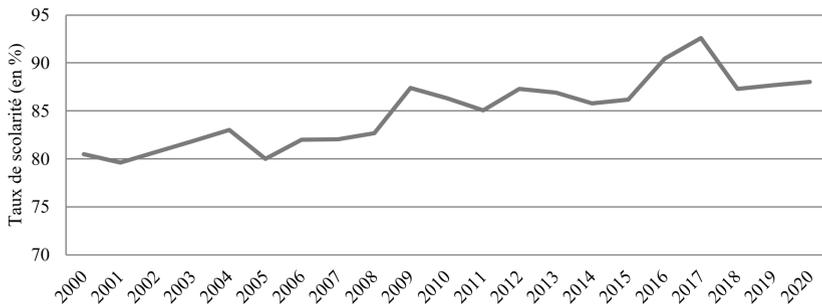
D'autres retiennent également, dans leurs analyses du capital humain, la santé (Becker [1993]). L'amélioration de la situation sanitaire s'accompagne d'une baisse de l'absentéisme scolaire, d'une diminution des abandons précoces, ainsi que d'une augmentation du potentiel cognitif des enfants, ce qui, à terme, contribue à élargir la base de capital humain (Becker [1993]). Dans le même ordre d'idée, Dufflo [2010], Banerjee et Dufflo [2012], trouvent une situation nettement améliorée du capital humain après la mise en œuvre des programmes spécifiques en faveur d'une population bien ciblée.

Ainsi, la BM [2019] a adopté un indice de capital humain (ICH) composite proposé par Kraay [2018]. Il a été construit pour approcher l'accumulation espérée en termes de capital humain d'un enfant, né aujourd'hui, à l'âge de 18 ans. Trois dimensions sont considérées : *i)* les chances de survie ; *ii)* les années de scolarité corrigées des acquis ; *iii)* la santé. Son calcul s'appuie sur des métriques démographiques, de santé et d'éducation, et sur des approches économétriques. Bien que présentant quelques limites¹⁰ qui ne remettent pas en cause sa pertinence, l'ICH est utilisé dans plusieurs travaux (Caselli [2016], Abdelkhalek et Boccanfuso [2020], Campbell et Üngör [2020], Collin et Weil [2020] et Pasquini et Rosati [2020]). Il est retenu comme mesure principale du capital humain dans cette étude. Des mesures alternatives sont suggérées, notamment celle de Lim *et al.* [2018]. Avec une philosophie proche de l'ICH, elle

est construite pour 195 pays et s'appuie sur quatre dimensions : *i)* le niveau d'éducation ; *ii)* l'apprentissage ; *iii)* la santé ; *iv)* la survie. De même, Angrist *et al.* [2019] ont construit une autre base de données prenant exclusivement en compte la dimension éducation du capital humain.

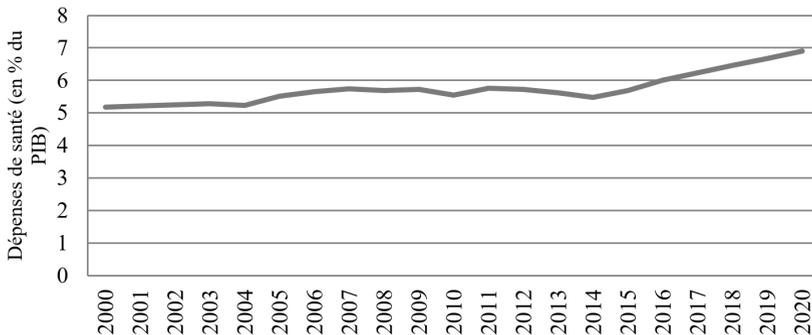
Le capital humain s'améliore considérablement en ASS

Graphique 3
Évolution du taux de scolarité totale en ASS entre 2000 et 2020



Source : auteurs, à partir de la base de données WDI de la Banque mondiale.

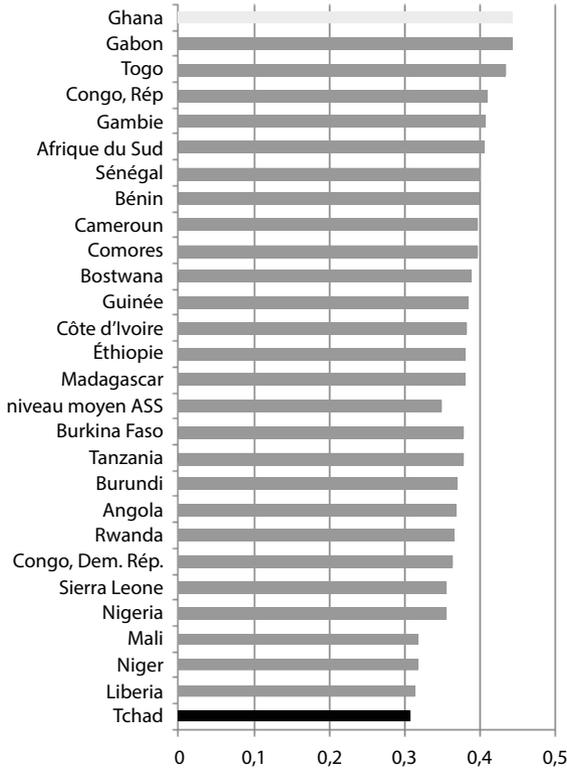
Graphique 4
Évolution des dépenses de santé en ASS entre 2000 et 2020 (en % du PIB)



Source : auteurs, à partir de la base de données WDI de la Banque mondiale.

Graphique 5

Valeurs moyennes de l'indice de capital humain pour les pays de l'ASS entre 2000 et 2020



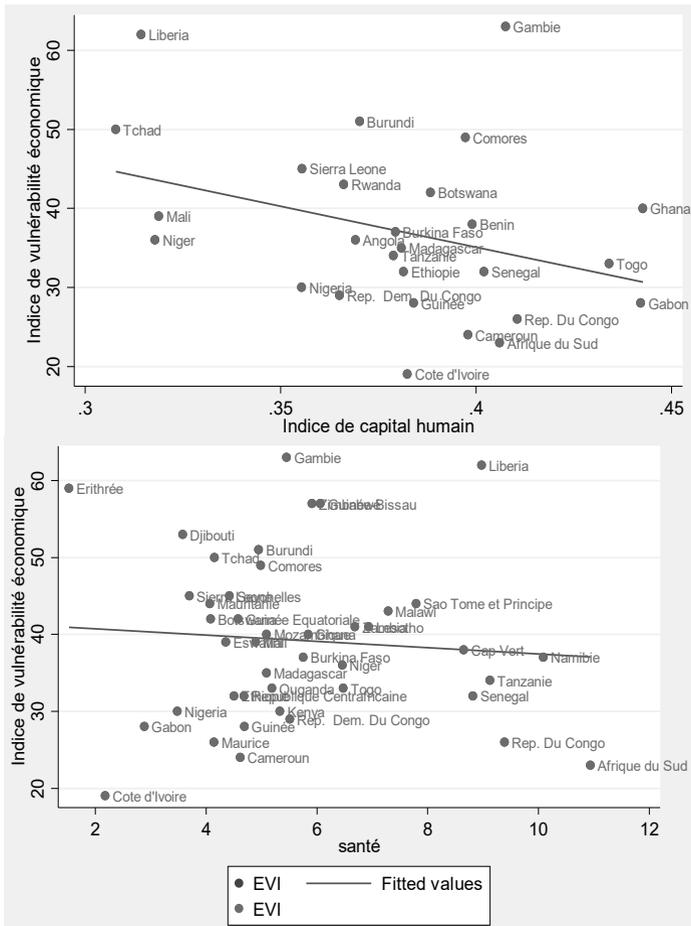
Source : auteurs, à partir de la base de données WDI de la Banque mondiale.

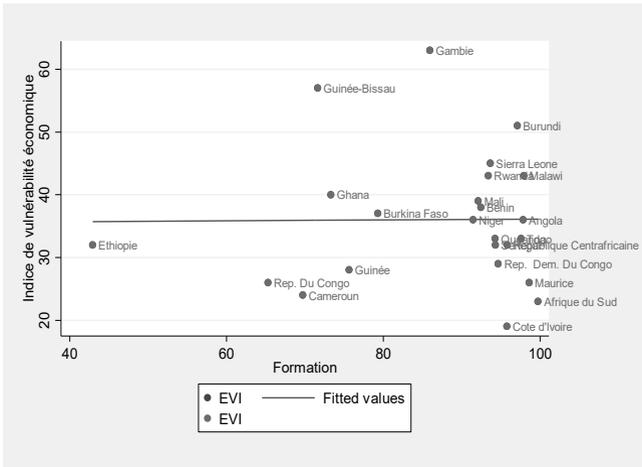
Le graphique n°3 présente l'évolution de l'éducation (mesurée ici par le taux de scolarité au premier cycle du secondaire) en ASS entre 2000 et 2020. Il en ressort qu'il a augmenté de plus de 7 points, passant de 80,98 % à 88,05 % entre 2000 et 2020. Cette évolution résulte des efforts mutuels consentis par les gouvernements africains et bailleurs de fonds internationaux dans le domaine de la formation du capital humain.

La nécessité de consolider cette évolution s'est accompagnée d'une augmentation des dépenses de santé et d'éducation comme le montre le graphique n°4.

L'observation à l'échelle des pays de l'ASS (*cf.* graphique n°5) montre que le Sénégal, le Ghana, le Gabon et le Togo ont un indice de capital humain supérieur à 0,4 point. Alors que la Gambie, le Tchad, le Libéria, le Mali et le Niger enregistrent des indices faibles. Ces pays sont également ceux qui ont connu des instabilités sociopolitiques récurrentes.

Graphique 6
Relation entre l'IVE et les indicateurs de capital humain en ASS





Source : auteurs, à partir des bases de données WDI de la Banque mondiale et CNUCED.

Le graphique n°6 présente les nuages de points entre l'IVE et quelques indicateurs de capital humain. Il montre que l'indice de capital humain est négativement corrélé à l'IVE. En considérant séparément chaque composante du capital humain, on observe la même évolution en ce qui concerne la santé et l'IVE. C'est également le cas pour la santé. En revanche, la formation et l'IVE en ASS sont faiblement corrélés positivement. La corrélation n'étant pas nécessairement synonyme de causalité, nous fournirons des preuves empiriques robustes dans la section suivante.

La méthodologie empirique

La stratégie méthodologique est présentée en trois étapes successives : le modèle, les données de l'échantillon et la technique d'estimation.

Spécification du modèle empirique

Le modèle estimé est une extension de ceux développés par Zio [2016], Fleming-Muñon *et al.* [2020] et Rocchetta [2022]. Ces auteurs ont mis en évidence les vulnérabilités environnementale et sociale dans les pays développés et en développement. Le modèle réduit est présenté par l'équation (5).

$$\ln(IVE)_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln(IVE)_{it-1} + \beta_2 \ln(\ln CapHum)_{it} + \beta_3 \ln(\ln StucProd)_{it} + \beta_4 \ln(\ln DiverCom)_{it} + \beta_5 \ln(\ln ResChan)_{it} + \beta_6 \ln(\ln Infrac)_{it} + \beta_7 \ln(\ln Gouv)_{it} + \beta_8 \ln(\ln RégPolit)_{it} + \beta_9 \ln(\ln Conflit)_{it} + \mu_t + \nu_i + \varepsilon_t \quad (5)$$

où IVE_{it} représente l'indice de vulnérabilité économique du pays i à l'année t . C'est le principal indicateur de vulnérabilité économique.

Nous considérons ensuite les composantes de cet indice pour tester la sensibilité de nos résultats. Il s'agit de : *i*) l'indice d'exposition aux chocs ; *ii*) l'indice de l'importance des chocs (Guillaumont *et al.* [2017 et 2020] ; Cornier et Wagner [2022]). Par la suite, pour tester la robustesse de nos résultats, nous considérons deux indicateurs concurrents de la vulnérabilité, à savoir le World Risk Index¹¹ et l'indice de vulnérabilité développé par l'Université Notre-Dame.

IVE_{it-1} représente l'indice de vulnérabilité économique retardée d'une période qui permet de capter son effet mémoire.

La variable explicative d'intérêt est $CapHum_{it}$ qui représente le capital humain du pays i à l'année t . Nous retenons comme principal indicateur l'indice proposé par Kraay [2018], la BM [2019], Campbell et Üngör [2020], Collin et Weil [2020], Pasquini et Rosati [2020]. En guise d'analyse de la sensibilité de cette variable, nous considérons les politiques publiques en faveur du capital humain (dépenses en santé et éducation) et les résultats obtenus (taux de scolarisation aux cycles secondaire et supérieur, formations académique et pro-

fessionnelle et espérance de vie à la naissance). Nous tenons également compte de l'indice de capital humain développé par Lim *et al.* [2018].

Les variables de contrôle sont constituées de :

- *StrucProd_{it}*, la structure productive du pays *i* à la date *t*. Cette variable est intégrée dans notre modèle en référence aux travaux de la CNUCED [2019]. Elle est mesurée par la part du secteur primaire dans le PIB. Nous anticipons un effet positif sur la vulnérabilité. En d'autres termes, plus la structure productive est diversifiée, moins le pays est vulnérable aux changements climatiques et fluctuations des prix sur les marchés internationaux ;
- *DiverCom_{it}* représente la diversité des partenaires commerciaux du pays *i* à la date *t*. Pour Lectard [2017], la dépendance au petit nombre de marchés d'exportation a progressivement accentué la vulnérabilité des pays africains face aux chocs de diverses natures. Cette variable est captée par l'indice de diversification commerciale proposé par la CNUCED [2019]. L'effet attendu est négatif. La diversification des partenaires réduit la vulnérabilité.
- *ResChang_{it}* désigne les réserves de change. Cette variable est introduite dans notre modèle en référence aux travaux de la CNUCED [2019], qui ont montré qu'un faible niveau de réserve de change limite la capacité à éviter les crises de paiement et par conséquent le rend plus vulnérable.
- *Infrast_{it}* représente le niveau des infrastructures dans le pays *i* à l'année *t*. Dans la suite de Duy *et al.* [2019], nous retenons l'indice de développement des infrastructures en Afrique élaboré par la BAfD. C'est un indicateur composite dont la construction est faite en quatre étapes¹² (BAfD [2018]). Son calcul prend en compte : *i*) l'électricité qui est mesurée par la production d'un pays donné, qu'elle soit publique, privée, importée ou pas ; *ii*) le transport mesuré par l'ensemble du réseau routier en kilomètres (km) et le total des routes pavées ; *iii*) les TIC mesurées par le nombre d'internautes pour 100 habitants et le nombre total des abonnements téléphoniques ; *iv*) l'eau et l'assainissement,

qui sont une approximation de l'amélioration des installations sanitaires et le pourcentage de la population ayant accès à la source d'eau.

- $Gouv_{it}$ indique ici la gouvernance. Il est reconnu dans la littérature que les bonnes institutions favorisent la croissance économique et réduisent la vulnérabilité économique (Dollar et Kidder [2017]). La gouvernance est captée par la corruption.

- $RégPolit_{it}$ capte la nature du régime politique, appréhendé à partir des scores calculés par le Polity IV Project du Center for Systemic Peace. Cette variable mesure la concurrence et l'ouverture dans le recrutement de l'exécutif, la contrainte sur l'exécutif, la régulation et la concurrence dans la participation à la vie politique. Sa codification est faite dans un intervalle définissant un *continuum* de régimes allant de -10 (régime purement autocratique) à +10 (régime purement démocratique). Plus précisément, le régime politique est qualifié d'« autocratique » lorsque son score annuel est compris entre -10 et -6, d'« anocratique » entre -5 et +5, et de « démocratique » entre +6 et +10.

- $Conflit_{it}$ est une mesure du niveau de conflit pour un pays. Deux dimensions de conflit sont considérées : interne et externe. Chacun de ces indicateurs est évalué sur une échelle de 0 à 12 (ICRG¹³ [2021]). L'indice de conflit dans un État combine alors les scores sur ces deux indicateurs et va de 0 « sans conflit » à 24 « extrême conflit ». En se référant aux travaux de Stiglitz et Bilmes [2008], nous anticipons un effet positif du conflit sur la vulnérabilité des pays de l'ASS.

- μ_t représente l'effet fixe temporel, qui mesure l'effet sur les variations temporelles de la vulnérabilité économique de chaque pays, de l'évolution de variables inobservables supposées communes à tous les pays (notamment les chocs macroéconomiques, politiques et technologiques) ; v_i est l'effet fixe pays qui contrôle pour les caractéristiques inobservables invariantes dans le temps et spécifiques à chaque pays (possession de ressources naturelles, politique industrielle, etc.) et ε_{it} est le terme d'erreur.

Présentation des données et de l'échantillon

Tableau 1
Statistiques descriptives des variables de l'étude

Variables	Observations	Moyenne	Écart type	Minimum	Maximum	Sources de données
Indice de vulnérabilité économique	890	38, 696	10,786	16,382	70,048	UNCDP
Indice de capital humain de la Banque mondiale	895	0,350	0,358	0,266	0,440	WDI
Indice de développement des infrastructures en Afrique	925	17, 815	15,014	0,369	94,323	BAfD
Part agriculture dans le PIB	910	40, 975	18,529	2,418	92,049	WDI
Indice de diversification commerciale	920	0,766	0,077	0,454	0,9364	CNUCED
Réserves de change	905	3,71e+09	8,92e+09	7376739	5,30e+10	WDI
Taux d'accès à internet (en %)	903	39,250	19,258	12,947	79,258	WDI
Niveau moyen de corruption dans un pays	865	2,285	0,977	0	5	ICRG/PRS
Régime politique (Polity2)	873	0,0478	5,446	-10	10	PolityIV
Instabilité politique	889	-0,502	0,886	-3,312	1,201	WGI
Conflit (combinaison des conflits interne et externe)	869	94,96011	399,3563	0	20	(IFHV)
Variables pour analyses de la sensibilité et robustesse						
Indice d'exposition aux chocs	885	37, 789	9,072	21,992	65, 115	UNCDP
Indice d'intensité des chocs	884	38,607	17,438	2,372	88,172	UNCDP

.../...

.../...

World Risk Index	851	5,977	5,984	0,428	34,15	Institute for International Law of Peace and Armed Conflict (IFHV)
Indice de vulnérabilité de l'université Notre-Dame	952	0,531	0,0634	0,384	0,690	Notre-Dame Global Adaptation Initiative
Mesure alternative du capital humain de Lim <i>et al.</i> [2018]	682	0,432	0,529	0,218	0,495	Auteurs
Dépenses publiques en éducation (% du PIB)	960	4,960	1,973	0,622	13,2195	WDI
Part de dépenses de santé (en % des dépenses publiques)	960	6,420	3,541	2,960	17,781	WDI
Part des dépenses de formation (en % des dépenses publiques)	960	84,183	6,908	41,331	75,995	WDI
Part inscription en formation théorique	960	48,821	15,016	21,894	68,562	WDI
Taux inscription en formation professionnelle	869	25,198	12,289	10,882	45,359	WDI
Taux de scolarité cycle primaire (% scolarité totale)	899	58,256	11,479	21,319	71,159	WDI
Taux de scolarité cycle secondaire (% scolarité totale)	899	48,829	19,479	15,623	68,822	WDI
Taux de scolarité cycle supérieur (% scolarité totale)	899	21,349	22,344	9,722	36,301	WDI
Espérance de vie à la naissance	899	58,53	6,907	42,132	76,59	WDI

Source : auteurs.

L'étude porte sur 46 pays d'ASS et couvre la période 2000-2020 pour laquelle les données sont disponibles (*cf.* annexe 2). Les données sont extraites de plusieurs bases (*cf.* sources en annexe 3). Le tableau n°1 présente les statistiques descriptives tandis que le tableau A5 en annexe présente les corrélations entre les variables de l'étude. En général, l'écart-type est inférieur à la moyenne, ce qui suggère une faible dispersion des variables de notre échantillon. Il est généralement admis que de faibles fluctuations des données conduisent à des résultats non biaisés. L'IVE moyen est de 38,6969 avec un score minimum de 16,382 (Afrique du Sud) et un score maximum de 70,048 (Gambie). En ce qui concerne le capital humain, le score moyen est de 0,35, compris entre un minimum de 0,30 (Tchad) et un maximum de 0,44 (Ghana).

Technique d'estimation

Nous recourons à la spécification en panel dynamique, dans laquelle les effets spécifiques aux pays inobservables sont corrélés à la variable dépendante retardée, ce qui conduit à des estimateurs inconsistants. En utilisant les valeurs retardées de la différence première de la variable endogène comme instruments, Arellano et Bond [1991] ont développé l'estimateur MMG en différence. Toutefois, Arellano et Bover [1995], puis Blundell et Bond [1998], ont démontré que, lorsque la variable dépendante est persistante dans le temps, les valeurs retardées sont de mauvais instruments. En utilisant les conditions de moments additionnelles, ces auteurs proposent le MMG en système, qui combine les équations en différence avec celles en niveau. Ces deux équations sont estimées simultanément. Les variables sont instrumentées par leurs différences premières et leur valeur retardée.

Nous retenons l'estimateur des moments généralisés en système. Pour tester la validité des variables retardées comme instruments, nous effectuons, suivant Arellano et Bond [1991], Arellano et Bover [1995] et Blundell et Bond [1998], les tests

de suridentification et de différence de Hansen pour les conditions d'orthogonalité et celui d'autocorrélation de second ordre d'Arellano.

La multiplication des instruments est une fonction quadratique du nombre de périodes. La conséquence est que l'estimateur des moments généralisés en système peut être biaisé pour deux raisons. Premièrement, la mise en œuvre des deux tests de Hansen peut être problématique (Blundell et Bond [2000] et Roodman [2009]). Deuxièmement, Roodman [2009b] met en évidence le risque de surajustement de la variable endogène, qui conduit à des estimations biaisées des paramètres. Ce risque est maximal en présence de la prolifération des instruments. Forts de ces constats, nous limitons le nombre de variables à instrumenter et le nombre de retards. Dans la première régression, seules les variables explicatives endogènes retardées en niveau sont instrumentées et les retards sont considérés à partir de $t-2$.

Bien plus, nous retenons l'estimateur des moments généralisés en système, en deux étapes, car il est asymptotiquement plus efficace que l'estimateur en une étape (Blundell et Bond [1998]). Partant de Windmeijer [2005], qui a montré à partir de simulations de Monte Carlo que les écarts-types asymptotiques estimés de l'estimateur des moments généralisés à deux étapes peuvent être biaisés, nous utilisons la méthode de correction de la matrice de covariance d'échantillon fini de deuxième étape proposée par Windmeijer [2005].

Résultats et tests de robustesse

Nous présentons, puis discutons tout d'abord les résultats de base. Ensuite, nous mettons en exergue les effets indirects du capital humain sur la vulnérabilité à travers quelques canaux de transmission. Enfin, nous soumettons ces résultats à quelques tests de sensibilité et de robustesse.

Discussion des résultats de base

Le tableau n°2 présente les résultats des estimations avec le MMG en système de notre équation de vulnérabilité économique pour l'échantillon total. Sept modèles sont estimés. Dans le modèle (1), l'indice de capital humain est la seule variable explicative en dehors de la variable dépendante retardée. Dans les six modèles suivants, les autres variables explicatives sont progressivement introduites afin de voir si leur prise en compte graduelle modifie les effets du capital humain sur la vulnérabilité économique. La partie inférieure du tableau rapporte le nombre d'instruments utilisés ainsi que les résultats du test de Hansen. Dans toutes les spécifications, tous les instruments utilisés sont valides. En effet, le test de sur-identification de Hansen ne rejette pas l'hypothèse de validité des variables retardées en niveau et en différence comme instruments. Par ailleurs, le test d'autocorrélation de second ordre d'Arellano et Bond ne rejette pas l'hypothèse d'absence d'autocorrélation de second ordre de nos spécifications.

Dans le modèle (1), le coefficient du capital humain est négatif et statistiquement significatif à 1 %. Ce résultat montre l'existence d'une relation inverse entre le capital humain et la vulnérabilité économique en Afrique subsaharienne. Plus spécifiquement, une amélioration du niveau de capital humain de 1 % entraîne la réduction de la vulnérabilité de 0,032 %. Le niveau d'éducation combiné à la santé contribue donc à la réduction de la vulnérabilité économique des pays de l'ASS. L'ajout progressif des autres variables ne modifie pas l'effet du capital humain. Ce résultat est non seulement conforme à l'intuition économique, notamment à celle développée dans les nouvelles théories de la croissance économique (Romer [1986], Lucas [1988], Mankiw *et al.* [1992]) qui stipule que le capital humain a un effet positif sur la croissance économique des pays, mais aussi aux travaux empiriques, notamment ceux de Goumrhar [2017] et Autharte *et al.* [2021].

La dotation d'un pays en individus bien formés et en santé permet de prendre des décisions favorables à la réduction de la vulnérabilité. Plus précisément, les individus ayant reçu

une formation dans le domaine agricole contribueront à améliorer la production et à réduire par conséquent la dépendance du pays aux chocs extérieurs. C'est le cas, par exemple, des pays tels que le Cameroun, le Gabon, la Tanzanie où de vastes programmes de formation sont vulgarisés avec comme résultat la hausse du niveau de production. De même, la formation des individus dans les techniques de protection de l'environnement leur permettra de mener les activités non susceptibles de porter atteinte à l'environnement.

La structure productive, appréhendée ici par la part du secteur agricole dans le PIB, a un signe positif et statistiquement significatif. Ce résultat confirme les analyses de la CNUCED [2019] qui montrent que la production des pays de l'ASS, fortement dominée par le secteur agricole, augmente leur niveau de vulnérabilité économique. En effet, la concentration de la production dans le secteur agricole caractérisé par les produits à faible valeur ajoutée réduit les recettes. Pire encore, ces produits sont marqués par la forte volatilité de leurs cours. C'est surtout le cas lorsque les prix de ces matières premières chutent sur le marché mondial, entraînant ainsi la baisse des recettes d'exportation et, par conséquent, la réduction du taux de couverture des importations. Nous avons, par exemple, la Côte d'Ivoire avec le cacao, le Cameroun avec le café et le coton.

La diversification commerciale, quant à elle, contribue à la réduction de la vulnérabilité économique en ASS. Son coefficient a un signe négatif et significatif à 5 % en moyenne. En effet, la multiplication des activités et des partenaires est bénéfique. Elle permet, par les mécanismes de péréquation, d'amortir les chocs exogènes et endogènes qui affectent certains secteurs d'activité économique. Autrement dit, le pays est moins exposé aux effets négatifs parce qu'il a la possibilité de s'investir dans d'autres secteurs ou de s'orienter vers d'autres partenaires. Mais, la faible valeur des coefficients de cette variable, bien que statistiquement significatifs, montre que l'effet de la diversification sur la vulnérabilité est limité.

Tableau 2
Résultats des estimations avec le MMG-S de l'équation de vulnérabilité économique

VARIABLES	Variable dépendante : Indice de vulnérabilité économique							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
L.inIVE	0,075*** (0,0118)	0,071*** (0,0149)	0,063*** (0,0172)	0,057*** (0,0191)	0,074*** (0,0217)	0,068*** (0,0209)	0,058*** (0,0262)	0,058*** (0,0262)
Capital humain	-0,0327*** (0,0021)	-0,0312*** (0,00281)	-0,0530*** (0,0151)	-0,0401*** (0,00184)	-0,0351*** (0,00113)	-0,0504** (0,0205)	-0,0238*** (0,0029)	-0,0238*** (0,0029)
Structure productive		0,0381** (0,0190)	0,0392** (0,0198)	0,0199** (0,0098)	0,0283** (0,0132)	0,0293** (0,0127)	0,0401** (0,0204)	0,0511** (0,0279)
Diversification commerciale			-0,0400** (0,0195)	-0,0522 (0,0404)	-0,0943** (0,0474)	-0,0954** (0,0476)	-0,0263* (0,0135)	-0,0362* (0,0125)
Réserves de change				-0,0224* (0,0014)	-0,0581* (0,0341)	-0,0521** (0,0252)	-0,0321** (0,0102)	-0,0383** (0,0184)
Infrastructures						-0,045** (0,0226)	-0,038** (0,0164)	-0,0275** (0,0123)
Gouvernance							0,00627* (0,00328)	0,00581* (0,00354)
Taux d'accès à internet								-0,0136** (0,00253)
Régime politique								0,0032* (0,00193)
Conflits								0,0237* (0,0131)

.../...

.../...

Constante	-0,0752 (0,0821)	-0,08521 (0,0894)	-0,0598** (0,0048)	-0,0452** (0,0106)	-0,243*** (0,0252)	-0,149** (0,0180)	-0,191** (0,0571)	-0,1851** (0,0521)
Instruments	31	31	32	32	31	30	32	32
Observations	874	879	868	864	862	834	832	831
Nombre pays	46	46	46	46	46	45	45	45
Effets fixes temps	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Sargan	39,24	45,12	23,15	45,19	48,32	55,24	54,37	54,82
P-value	0,034	0,182	0,121	0,058	0,321	0,062	0,751	0,778
Hansen	33,66	36,33	40,24	36,33	29,59	32,15	41,57	41,91
P-value	0,122	0,510	0,237	0,320	0,271	0,230	0,615	0,546
AR (1)	0,005	0,002	0,003	0,002	0,000	0,001	0,000	0,000
AR (2)	0,273	0,231	0,270	0,231	0,273	0,304	0,301	0,354

Note : écarts-types robustes entre parenthèses ***, ** et * : significativité statistique respectivement à 1 %, 5 % et 10 %.
Source : auteurs.

Les réserves de changes réduisent également la vulnérabilité des pays africains. Constituées par ces pays, elles donnent la possibilité de faire face aux engagements internationaux et de réduire la probabilité d'occurrence des crises de balances de paiement. Mais, la faible valeur des coefficients des réserves de change traduit leur niveau insuffisant.

Les coefficients de la variable gouvernance sont positifs et statistiquement significatifs traduisant le fait que la mauvaise qualité de la gouvernance, malgré les efforts faits par les gouvernements, amplifie la vulnérabilité.

Le coefficient de l'indice de développement des infrastructures en Afrique a un signe négatif et significatif à 5 %. Ce qui signifie que le développement des infrastructures contribue à la réduction de la vulnérabilité en ASS. Ces résultats sont conformes à ceux trouvés par Canh et Thanhb [2020]. Plus précisément, une hausse de cet indice de 10 % entraîne la réduction de la vulnérabilité à hauteur de 0,4 %.

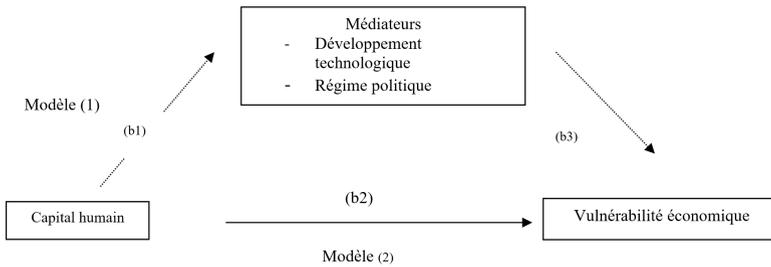
La gouvernance, appréhendée ici par la corruption favorise la vulnérabilité économique en ASS. En d'autres termes, les pratiques marquées par les pots de vins, et toutes autres formes d'achat de service public ne favorisent pas la réduction de la vulnérabilité.

Les signes des variables régime politique et conflit ont toutes des coefficients de signes positifs, traduisant leur effet bénéfique sur la vulnérabilité en ASS. En effet, certains pays de cette sous-région d'Afrique font face à des conflits armés aussi bien internes qu'externes. Ces conflits sont des chocs qui impactent négativement l'économie. C'est également le cas pour l'instabilité politique.

Analyse de la médiation des effets du capital humain sur la vulnérabilité économique

Au-delà des effets directs, le capital humain a des effets indirects sur la vulnérabilité économique. Les variables médiatrices capables de booster ou d'inhiber ces effets sont, entre autres : le

développement technologique (Guriev [2020], Olena [2021]) et le régime politique (Acemoglu *et al.* [2014], Scholten *et al.* [2017], Rosenberg *et al.* [2018]). Nous appréhendons leur incidence sur la relation entre le capital humain et la vulnérabilité économique à partir d'une analyse de médiation inspirée des travaux de Ndoya *et al.* [2023] et Ndoya et Bakouan [2023]. Cette relation est illustrée sur le graphique ci-dessous :



Source : auteurs.

- Modèle 1 : $Med_{it} = a_1 + b_1 CapHum_{it} + c'_1 X_{it} + \mu_{it}$ (6a)

- Modèle 2 : $VE_{it} = a_2 + b_2 CapHum_{it} + b_3 Med_{it} + c'_2 X_{it} + \varepsilon_{it}$ (6b)

où Med_{it} représente les variables de médiation (développement technologique et régime politique).

L'effet composé est dérivé des mécanismes suivants : effet indirect : $b_1 * b_3$; effet direct : b_2 et effet total: $(b_1 * b_3) + b_2$.

Plusieurs techniques sont utilisées dans la littérature pour estimer ce modèle (Buis [2010]). Mais dans le cadre de cette étude, nous recourons à la technique KHB¹⁴(Karlson *et al.* [2012], Breen *et al.* [2013, 2018]) qui est aujourd'hui la mieux indiquée pour ce type de modèle. Comme d'autres techniques, la méthode KHB considère au moins trois variables (dépendante, indépendante et de médiation). D'une part, KHB produit un ensemble de résultats comprenant l'estimation du coefficient et de l'erreur type pour le modèle réduit. D'autre part, il estime le coefficient et l'erreur pour le modèle complet, ce qui donne l'effet du capital humain sur la vulnérabilité en contrôlant pour les différents médiateurs (Smith *et al.* [2019]). Ainsi, nous estimons le modèle 1 qui retient l'effet du capital humain sur les médiateurs (développement technologique et

régime politique). Dans ce modèle, b_1 est le paramètre qui définit cet effet. Puis nous estimons le modèle 2 qui implique une régression de la vulnérabilité économique sur le capital humain en contrôlant les médiateurs. Cet effet est fourni par le paramètre b_2 . L'effet indirect est donc obtenu en faisant le produit $b_1 * b_3$. Le paramètre b_3 mesure la force de la corrélation entre le capital et le médiateur dans le modèle 2. Ce terme reflète également l'ampleur de la médiation, qui est principalement déterminée par la mesure dans laquelle le capital humain affecte les médiateurs (b_1) et le degré de l'influence des médiateurs sur la vulnérabilité économique.

Tableau 3
Effets médiateurs du capital humain sur la vulnérabilité économique

VARIABLES	Médiateur : développement technologique		Médiateur : régime politique		Estimation de base
	(1a)	(1b)	(2a)	(2b)	(3)
	Développement technologique	Indice de vulnérabilité économique	Régime politique	Indice de vulnérabilité économique	Indice de vulnérabilité économique
Capital humain	0,052*** (0,016)	-0,031*** (0,003)	0,083*** (0,027)	-0,058*** (0,019)	-0,0238*** (0,0029)
Dévelop. technol.		-0,048** (0,013)			
Régime politique				0,022*** (0,007)	
Constante	2,229*** (0,124)	2,187*** (0,433)	2,203*** (0,442)	2,229*** (0,124)	2,229*** (0,124)
Variables de contrôle	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Observ.	829	829	830	831	832
Nombre de pays	45	45	45	45	45
Effets fixes temps	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

Note : écarts-types robustes entre parenthèses. ***, ** et * : significativité statistique respectivement à 1 %, 5 % et 10 %. Variables de contrôle : structure productive, infrastructures et diversification commerciale.

Source : auteurs.

Le tableau n°3 présente les résultats des effets de médiation. Les colonnes 1a et 2a présentent les résultats des estimations du modèle 1, le développement technologique (mesuré par l'accès à internet) et le régime politique (mesuré par Polity2). Les estimations du modèle 2 avec les médiateurs comme variables explicatives sont représentées dans les colonnes 1b et 2b. Les résultats du modèle de base sont repris dans la colonne 3. Il ressort de ce tableau que le capital humain agit favorablement sur les deux médiateurs et ces effets sont statistiquement significatifs à 1 % (colonnes 1a et 2a). Chacun des deux médiateurs a un effet distinct sur l'IVE. Plus précisément, le développement technologique renforce l'effet négatif du capital humain sur l'IVE. En d'autres termes, l'effet négatif du capital humain sur l'IVE est accentué lorsque les individus bien formés et en santé ont accès aux nouvelles techniques de pointe.

En revanche, la deuxième variable médiatrice (régime politique) ne permet pas de réduire l'IVE en ASS. En effet, un pays doté d'un bon niveau de capital humain demeure vulnérable si son régime politique est moins démocratique. Les hommes bien formés ont tendance à contester les régimes autoritaires par les revendications, les dissidences et les soulèvements, ce qui accroît la vulnérabilité du pays concerné.

Nous effectuons enfin une évaluation formelle des effets de médiation à partir de plusieurs approches statistiques. Les résultats de ces tests sont présentés dans le tableau n°4 ci-après. Des tests complémentaires sont effectués pour analyser l'effet indirect du capital humain sur l'IVE et sa significativité statistique.

En retenant l'effet de la médiation du développement technologique, nous estimons la statistique du test de Sobel à 0,87 avec une p-value inférieure à 5 %. L'hypothèse nulle d'absence de médiation est donc rejetée. Les résultats restent globalement inchangés lorsque l'on utilise des tests de médiation alternatifs (Delta et Monte Carlo). De plus, l'utilisation d'intervalle de confiance bootstrap ne modifie pas les résultats.

Tableau 4
Analyse des tests de médiation

Tests de médiation	Effets médiateur du développement technologique			Effet médiateur du régime politique		
	Coeff.	Std. Error	P-value	Coeff.	Std. Error	P-value
Delta	0,841	0,217	0,000	0,482	0,107	0,000
Sobel	0,841	0,213	0,000	0,418	0,113	0,000
Monte Carlo	0,842	0,214	0,000	0,425	0,114	0,000
Tests composite						
Effets indirects		0,841			0,542	
Effets directs		0,231			0,469	
Effet total		1,072			1,011	
Effets de médiation Total (%)		78,45 %			53,61 %	

Source : auteurs.

Analyses de la sensibilité et la robustesse des résultats

Dans l'analyse de sensibilité, nous recourons aux indicateurs concurrents, d'une part, et à la variation de l'échantillon de l'étude, d'autre part. L'évaluation de la robustesse mobilise, quant à elle, d'autres techniques d'estimation.

Analyse de la sensibilité des résultats

- Sensibilité des résultats aux différents indicateurs du capital humain

Nous analysons ici la sensibilité des résultats aux différentes dimensions de capital humain. Nous considérons d'abord les politiques publiques axées sur l'éducation (dépenses consacrées à l'éducation) et la santé (dépenses consacrées à la santé), ensuite les résultats observés dans ces domaines (taux de scolarisation, types de formation, espérance de vie à la naissance). Enfin, l'indicateur concurrent de capital humain développé par Lim *et al.* [2018].

Tableau 5
Sensibilité des résultats aux différentes dimensions de l'indice de capital humain (estimations avec le GMM en système)

VARIABLES	Politiques publiques sur le capital humain		Résultats des actions en faveur du capital humain						
	Dépenses de santé	Dépenses d'éduc.	Cycle secondaire	Cycle supérieur	Formation théorique	Formation profes.	Espérance de vie à la naissance	Indice de capital humain de Lim et al. (2018)	Indice de capital humain
Indicateurs de capital humain	-0,024*** (0,0041)	-0,017*** (0,0032)	-0,0243** (0,0102)	-0,0204** (0,0047)	-0,01606** (0,0047)	-0,02345* (0,0123)	-0,024** (0,0051)	-0,0814** (0,0231)	-0,0238*** (0,0029)
Variables de contrôle	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Observations	851	889	868	854	852	854	851	671	832
Nombre de pays	45	46	46	46	46	46	45	45	45
Hansen	50,74	49,13	48,21	45,97	53,02	35,82	49,42	48,82	33,66
P-value	0,082	0,251	0,243	0,304	0,185	0,204	0,077	0,621	0,122
AR (1)	0,002	0,000	0,001	0,000	0,005	0,001	0,000	0,003	0,000
AR (2)	0,514	0,457	0,356	0,520	0,386	0,620	0,385	0,381	0,301
Effets temps	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

Note : écarts-types robustes entre parenthèses. ***, ** et * : significativité statistique respectivement à 1 %, 5 % et 10 %.
Source : auteurs.

Il ressort du tableau n°5 que toutes les dimensions du capital humain contribuent à la réduction de l'IVE des pays de l'ASS. Que ce soient les dépenses d'éducation ou celles de santé, nous observons l'existence d'une relation inverse avec l'IVE. Plus précisément, l'augmentation des dépenses en éducation et en santé permettent, toute chose étant égale par ailleurs, d'améliorer qualitativement et quantitativement le capital humain et de limiter la vulnérabilité. À titre d'exemple, lors de la pandémie de la Covid-19, les chercheurs africains ont apporté des solutions endogènes qui ont permis de limiter les conséquences de cette pandémie sur les populations africaines alors que toutes les prévisions, même celles de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) annonçaient une grande catastrophe pour l'Afrique. De même, l'indicateur concurrent de capital humain nous permet d'avoir des résultats semblables à ceux obtenus avec le principal indicateur retenu dans cette étude.

- Sensibilité des résultats aux composantes complémentaires de la vulnérabilité économique en ASS

Le tableau n°6 analyse la sensibilité des résultats aux composantes complémentaires de l'IVE que sont les indices d'exposition aux chocs et d'intensité de ces chocs. Les résultats présentés confirment la solidité de la relation négative entre l'IVE et le capital humain en ASS. Ses effets sont plus élevés sur l'intensité des chocs que sur le niveau d'exposition. Autrement dit, plus le capital humain est de bonne qualité dans un pays, moins les répercussions des chocs sont élevées, car les hommes bien formés apportent des solutions efficaces pour faire face à ces différents chocs.

Tableau 6
Sensibilité aux composantes complémentaires de l'indice de vulnérabilité économique (estimations avec le GMM en système)

VARIABLES	Variable dépendante		
	Indice de vulnérabilité économique	Indice d'exposition aux chocs	Indice d'intensité des chocs
L1. Vulnérabilité économique	0,058*** (0,0262)	0,034*** (0,0098)	0,063*** (0,0021)
Indice de capital humain (ICH)	-0,0238*** (0,0029)	-0,0360*** (0,0045)	-0,068*** (0,0247)
Constante	2,620*** (0,0585)	3,978*** (0,0327)	-0,191*** (0,0571)
Observations	832	868	866
Nombre de pays	45	45	45
Hansen	41,57	55,71	46,83
P-value	0,615	0,231	0,510
AR (1)	0,000	0,003	0,004
AR (2)	0,301	0,452	0,398
Effets fixes temporels	Oui	Oui	Oui

Note : écarts-types robustes entre parenthèses. ***, ** et * : significativité statistique respectivement à 1 %, 5 % et 10 %.

Source : auteurs.

- **Sensibilité des résultats aux différents groupes de pays**

Nous évaluons enfin la sensibilité des résultats selon trois groupes de pays (*cf.* tableau annexe 2) : *i*) le premier groupe est constitué des 16 pays les moins vulnérables de notre échantillon, dont l'IVE est inférieur à 0,35 point ; *ii*) le second groupe est constitué de 23 pays considérés comme moyennement vulnérables avec un IVE compris entre 0,35 et 0,50 ; *iii*) le troisième regroupe les 7 pays les plus vulnérables avec un IVE supérieur à 0,50. Ainsi considéré, nous constatons que la condition de Roodman [2009] selon laquelle le nombre de pays de l'échantillon doit être supérieur au nombre d'années (période) de l'étude

n'est plus respectée pour tous les groupes. Nous effectuons donc un regroupement de 4 ans, ce qui nous donne 5 périodes entre 2000 et 2020.

Tableau 7

Sensibilité des résultats aux différents groupes de pays

	Variable dépendante : indice de vulnérabilité économique			
VARIABLES	Échantillon total	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Variable dépendante retardée	0,623*** (0,0021)	0,535*** (0,0014)	0,472*** (0,00263)	0,609*** (0,021)
Indice de capital humain	-0,0238*** (0,0029)	-0,156*** (0,011)	-0,046** (0,028)	-0,020* (0,012)
Constante	-0,191** (0,0571)	0,192** (0,076)	2,978** (1,267)	1,371** (0,706)
Observations	832	276	406	131
Nombre de pays	45	16	23	7
Hansen	41,57	12,54	16,80	12,14
P-value	0,615	0,521	0,715	0,569
AR (1)	0,000	0,005	0,002	0,004
AR (2)	0,301	0,403	0,353	0,347
Effets fixes temporels	Oui	Oui	Oui	Oui

Note : écarts-types robustes entre parenthèses. ***, ** et * : significativité statistique respectivement à 1 %, 5 % et 10 %.

Source : auteurs.

Le tableau n°7 ci-dessus présente les résultats simplifiés des estimations qui sont non homogènes comparativement aux estimations globales. En effet, l'effet du capital humain est beaucoup plus élevé, aussi bien en intensité (-0,156) qu'en significativité statistique (1 %), dans le groupe de pays les moins vulnérables. Ceci confirme qu'une main-d'œuvre bien formée réduit l'IVE. En revanche, les résultats obtenus dans le troisième groupe montrent que l'effet du capital humain est limité.

Tests de robustesse des résultats

Les tests de robustesse des résultats sont faits en recourant aux indicateurs concurrents de l'IVE, d'une part, et aux techniques d'estimation concurrentes, d'autre part.

- Robustesse des résultats aux indicateurs concurrents de l'IVE en ASS

Tableau 8

Robustesse des résultats aux indicateurs concurrents de l'indice de vulnérabilité économique

VARIABLES	Variable dépendante		
	Indice de vulnérabilité économique	World Risk Index	IV-UND
L1. vulnérabilité économique	0,058*** (0,0262)	0,065*** (0,0214)	0,047*** (0,0035)
Indice de capital humain (ICH)	-0,0238*** (0,0029)	-0,0301*** (0,0054)	-0,053*** (0,0204)
Constant	-0,191** (0,0571)	-0,988*** (0,0327)	-0,431*** (0,125)
Variables de contrôle	Oui	Oui	Oui
Observations	832	834	830
Nombre de pays	45	45	45
Hansen	41,57	39,18	48,32
P-value	0,615	0,283	0,508
AR (1)	0,000	0,002	0,001
AR (2)	0,301	0,452	0,506
Effet fixe temporel	Oui	Oui	Oui

Note : écarts-types robustes entre parenthèses. ***, ** et * : significativité statistique respectivement à 1 %, 5 % et 10 %.

Source : auteurs.

Deux indicateurs concurrents de la vulnérabilité sont retenus ici, à savoir : la World Risk Index (WRI) construite par l'Institute for International Law of Peace and Armed Conflict (IFHV) et l'indicateur de vulnérabilité développé par l'université Notre-Dame (IV-UND). Le premier indicateur tient

compte des risques naturels. Le second, quant à lui, mesure l'exposition, la sensibilité et la capacité d'un pays à s'adapter aux effets négatifs du changement climatique. Six principaux facteurs sont retenus dans le calcul de cet indicateur : les aliments, l'eau, la santé, l'écosystème de service, l'habitat humain et les infrastructures.

Il ressort des résultats présentés dans le tableau n°8 que les effets du capital humain sur la vulnérabilité économique (appréhendée par la WRI et l'indicateur de vulnérabilité développé par l'université Notre-Dame (IV-UND)) restent négatifs et statistiquement significatifs. Ces résultats confirment la solidité de la relation négative entre la vulnérabilité économique et le capital humain en ASS et, par conséquent, la robustesse du principal indicateur de vulnérabilité économique retenu dans cet article (IVE).

- Robustesse des résultats aux estimateurs concurrents

L'endogénéité est une question assez préoccupante en économie. La diversité de ses sources est à l'origine de la multiplicité des techniques économétriques visant son traitement. Si les MMG en système permettent de mieux contrôler le biais de double causalité, ils ne sont pas toujours efficaces en cas d'omission de variables et d'erreur de mesure. Pour y remédier, nous recourrons à l'estimateur des doubles moindres carrés qui consiste à proposer un instrument pertinent pour la variable explicative soupçonnée endogène, notamment lorsque l'on suppose que l'hétérogénéité est faible. À cet effet, nous adoptons deux stratégies d'instrumentation. La première considère l'indice de capital humain comme endogène. Nous l'instrumentons, en nous inspirant de la méthode de Lewbel [2012, 2021] par son retard d'ordre 1. La seconde consiste à adopter une instrumentation externe en choisissant une variable alternative comme instrument. Pour ce faire, nous retenons l'approche d'Angrist *et al.* [2019] pour construire cet indicateur. Par ailleurs, les effets fixes pays et temporel sont intégrés pour corriger le biais dû à l'omission des variables.

Tableau 9

Robustesse à l'estimateur concurrent par les doubles moindres carrés

Instruments	Retard d'ordre 1	Taux de scolarisation global
Capital humain	-0,0351*** (0,013)	-0,0142*** (0,004)
Variables de contrôle	Oui	Oui
Observations	852	868
R-carré	0,732	0,801
Hansen	32,03	15,58
P-value	0,514	0,284
Effet temps	Oui	Oui
Effets fixes pays	Non	Oui

Note : écarts-types robustes entre parenthèses. ***, ** et * : significativité statistique respectivement à 1 %, 5 % et 10 %.

Source : auteurs.

Il ressort de l'observation et de l'analyse de ce tableau, que l'emploi de la technique concurrente confirme les résultats précédents. De même, l'instrument externe utilisé permet de conforter la robustesse du principal indicateur retenu dans cette étude.

Conclusion et suggestions de politiques économiques

L'objectif de cet article était d'analyser les effets du capital humain sur la vulnérabilité économique des pays de l'Afrique subsaharienne. L'hypothèse formulée est que le capital humain réduit la vulnérabilité économique des pays de l'ASS. Deux principaux faits ont permis d'affiner notre problématique. L'importance

grandissante de la vulnérabilité économique au cours des deux dernières décennies, et l'amélioration considérable du capital humain. Pour y parvenir, nous avons spécifié un modèle de vulnérabilité économique (appréhendée par l'IVE) qui considère le capital humain comme l'une des variables explicatives. Partant d'un échantillon de 46 pays de l'ASS observés sur la période 2000-2020 plusieurs variantes de modèle ont été estimées par la MMG-S pour corriger le problème d'endogénéité. Nos résultats montrent que le capital humain, mesuré par l'indice de capital humain, réduit significativement l'IVE. Cependant, cet effet est contrarié par la mauvaise qualité de gouvernance. Les résultats obtenus restent globalement stables lorsqu'on les contrôle par les différentes dimensions de capital humain. Par ailleurs, ils gardent leur robustesse face à l'usage d'estimateurs concurrents.

À partir de ces résultats, quelques suggestions non exhaustives de politiques économiques peuvent être faites dans le but d'atténuer la vulnérabilité économique en Afrique subsaharienne. Premièrement, une consolidation qualitative du capital humain à travers des stratégies inclusives en matière d'éducation. Deuxièmement, le renforcement de la formation professionnelle surtout dans les filières de l'ingénierie et de l'informatique. Troisièmement, assurer une meilleure offre des soins de santé. Quatrièmement, améliorer l'environnement institutionnel par la mise en place de règles qui délimitent et soutiennent l'activité transactionnelle.

Les auteurs remercient sincèrement les deux référés anonymes de la RFE pour leur commentaires et suggestions, dont la prise en compte a permis d'améliorer substantiellement la version publiée. Ils ont également bénéficié de l'accompagnement de nombreux collègues : Brice Kamguia, Hermann Ndoya, Emmanuel Bruno Nkoa, Dieudonné Mignamissi, Jacques Simon Song, Sosson Tadamjeu. Leurs remerciements s'adressent aussi à Sylvie Boucly pour son accompagnement patient et très professionnel dans l'édition de l'article. Les auteurs restent toutefois seuls responsables des erreurs et omissions qui peuvent encore subsister dans le texte, et leurs opinions n'engagent pas leurs institutions de rattachement.

Désiré Avom est professeur agrégé de Sciences économiques à la FSEG de l'université de Yaoundé II-Soa, où il exerce depuis avril 2020 les fonctions de doyen. Il est également chercheur rattaché au Centre d'études et de recherches en économie et gestion (CEREG). Il est depuis juin 2024 membre du comité de politique monétaire de la Banque des États de l'Afrique centrale (BEAC).

Tél : (237) 699835894

Email : davom99@gmail.com

Bernard Nguenkeng est docteur et chercheur rattaché au Centre d'études et de recherche en économie et gestion (CEREG), FSEG, Université de Yaoundé II-Soa (Cameroun).

Tél : (237) 699167559

E-mail : nguengkengbernard@gmail.com

Annexes

Annexe 1

Indices, sous-indices et composantes de l'EVI

Composantes	Sources des variables ayant servi au calcul des composantes	Sous-indices	Indices
Population (en log)	Banque mondiale (excepté pour l'Afghanistan, pour lequel les données des Nations unies sont utilisées)	Taille	EXPOSITION
Part de l'agriculture, sylviculture, pêche dans le PIB	United Nations Statistics Division, United Nations National Accounts Main Aggregates Database	Spécialisation	
Concentration des exportations de biens	CERDI jusqu'en 1994 et UNDESA de 1995 à 2008 (données d'exportations des marchandises de la Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement)		
Éloignement des marchés mondiaux ajusté de l'enclavement	CERDI (données d'exportation en dollar courant des World Development Indicators)	Emplacement géographique	
Instabilité des recettes d'exportations de biens et services	CERDI (données d'exportations déflatées des Nations unies),	Chocs commerciaux	CHOCS
Instabilité de la production agricole	Food and Agriculture Organization, Nations unies	Chocs naturels	
Sans abris et déplacés du fait des désastres naturels	Emergency Disasters Database (EM-DAT) – WHO en collaboration avec le Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) –, et la Banque mondiale – World Development Indicators Database,		

Source : FERDI [2010].

Annexe 2

Liste des pays de l'échantillon en fonction de l'indice de vulnérabilité économique (IVE)

IVE \leq 0,35	0,36 < IVE \leq 0,50	IVE > 0,50
République du Congo, République démocratique du Congo, Cameroun, République centrafricaine, Gabon, Guinée, Côte d'Ivoire, Kenya, Madagascar, Nigeria, Sénégal, Afrique du Sud, Tanzanie, Togo, Éthiopie, Ouganda.	Angola, Botswana, Burkina Faso, Cap-Vert, Tchad, Guinée équatoriale, Comores, Bénin, Sao Tomé et Príncipe, Mali, Ghana, Eswatini, Sierra Leone, Zambie, Namibie, Lesotho, Mauritanie, Niger, Malawi, Île Maurice, Rwanda, Seychelles, Mozambique,	Burundi, Djibouti, Érythrée, Gambie, Guinée-Bissau, Libéria, Zimbabwe,

Source : auteurs,

Annexe 3

Description et sources des variables

VARIABLES	DESCRIPTIONS	SOURCES
Vulnérabilité économique	Indice de vulnérabilité économique construit à partir de l'indice d'exposition aux chocs et l'indice de l'intensité des chocs.	FERDI [2021]
Infrastructures	L'indice de développement des infrastructures en Afrique construit à partir de l'électricité, les transports, les TIC et l'eau et l'assainissement.	AfDB [2021]
Structure productive	Part de valeur ajoutée du secteur primaire dans le PIB.	Banque mondiale (WDI [2021])
Diversification commerciale	Indice de diversification des exportations.	CNUCED (2020)
Réserves de change	Les réserves internationales totales sont composées de positions d'or monétaire, de droits de tirage spéciaux, de réserves des membres du FMI détenues par le FMI et de positions de devises étrangères placées sous le contrôle des autorités monétaires. Les données sont en dollars américains courants.	Banque mondiale (WDI [2021])
Le capital humain	Indice de développement humain. Dépenses publiques en éducation et santé (% des dépenses publiques). Taux de scolarité cycle primaire, secondaire et supérieur.	Banque mondiale (WDI [2021])

.../...

.../...

Endettement	Stocks de la dette extérieure (% du PIB) .	Banque mondiale (WDI [2021])
Gouvernance	Cet indice de gouvernance désigne le niveau moyen de corruption dans un pays.	Worldwide Governance Indicators (WGI) de la Banque mondiale

Source : auteurs.

Annexe 4

Matrice de corrélation entre les variables de l'étude

	1	2	3	4	5	6	7
1	1,000						
2	-0,215	1,000					
3	0,313	-0,526	1,000				
4	-0,107	-0,222	0,309	1,000			
5	-0,119	-0,160	0,280	-0,014	1,000		
6	0,334	0,288	-0,166	-0,280	0,029	1,000	
7	-0,026	0,205	-0,381	-0,029	-0,049	0,040	1,000

Note : indice de vulnérabilité économique ; 2. indice de capital humain ; 3. part agriculture dans le PIB ; 4. indice de diversification commerciale ; 5. réserves de change ; 6. indice de développement des infrastructures en Afrique ; 7. niveau moyen de corruption dans un pays.

Source : auteurs.

Notes

1. « L'indice de diversification économique » utilisé depuis les années 1990, la « volatilité de la croissance » (Easterly *et al.* [2001]), l'« Universal Vulnerability Index » établi par le secrétariat du Commonwealth (2021), « l'indice de vulnérabilité multidimensionnelle » qui considère les trois dimensions de la vulnérabilité, à savoir : économique, environnementale et sociale (United Nations, 2023).

2. Défini par l'United Nations Committee for Development Policy (UNCDP) au début des années 2000. C'est un indice synthétique considérant à la fois l'importance des chocs et l'exposition à ces chocs (Guillaumont *et al.*, [2017 et 2020] ; Cornier et Wagner [2022]).

3. En valeurs moyennes, cet indice est compris dans l'intervalle 13 pour le pays du monde le moins vulnérable (Turquie) et 80 pour le plus vulnérable (Kiribati).

4. Certains pays présentent un niveau moyen de vulnérabilité assez faible comme la Côte d'Ivoire (19), l'Afrique du Sud (23), le Cameroun (24). D'autres pays, en revanche, ont des niveaux assez élevés : Gambie (63), Libéria (62) et Érythrée (59).

5. Car sa valeur moyenne est largement au-dessus de celle des autres régions du monde comme présenté plus haut et, en outre, sur les 30 pays du monde les plus vulnérables, l'ASS en compte 15.

6. Mesurée par la population.

7. Mesurée par un indice d'éloignement par rapport aux marchés mondiaux (ajusté de l'enclavement).

8. Fourni par l'instabilité des exportations (mesurées en valeur réelle, c'est-à-dire déflatées par un indice de prix d'impor-

tation des pays en développement) par rapport à leur tendance.

9. Plusieurs indicateurs ont été développés pour capter les chocs naturels : la fréquence des catastrophes naturelles mesurée sur une longue période ; le nombre de victimes de ces catastrophes ; la proportion moyenne de la population touchée par les désastres naturels ; le pourcentage de population déplacée pour cause de catastrophe naturelle (l'indice homeless ou « sans-abri ») a ainsi été retenu comme composante de l'EVI depuis 2003 ; l'instabilité de la production agricole mesurée par rapport à sa tendance. Mais, les deux dernières mesures des chocs naturels, qui ne sont pas corrélées, sont des variables approchées complémentaires de l'ampleur des chocs naturels susceptibles d'affecter les perspectives de croissance.

10. La méthode de calcul de l'indice entraîne de l'incertitude statistique et économétrique. La non-prise en compte de cette dernière rend fragiles, et surtout non robustes, les comparaisons dans le temps et dans l'espace basées sur cet indice.

11. Cet indice est développé par la Bündnis Entwicklung Hilft et l'Institute for International Law of Peace and Armed Conflict (IFHV) de Ruhr University Bochum.

12. *i)* la sélection des indicateurs pertinents ; *ii)* le traitement des données manquantes ; *iii)* la normalisation des indicateurs si les unités de mesure sont différentes ; *iv)* la pondération des indicateurs et, enfin *v)* l'agrégation des indicateurs.

13. International Country Risk Guide.

14. Initiales des noms des auteurs de cette technique, à savoir : K.B. Karlson, A. Holm et R. Breen [2012].

Références

- T. Abdelkhalik et D. Boccanfuso [2020] : *Indice du capital humain – De l'incertitude à la robustesse des comparaisons*, CIRONO working paper 2020s-54.
- D. Acemoglu, F. A. Gallego et J. A. Robinson [2014] : *Institution, Humain Capital and Development*, **Annual Review of Economics** 6(1), pp. 875-912.
- AfDB [2020] : *Indice de développement des infrastructures en Afrique (AIDI)*, www.afdb.org
- AfDB [2018] : [https:// dataportal..opendataforafrica.org/AIDI](https://dataportal.opendataforafrica.org/AIDI)
- P. Aghion et E. Cohen [2004] : **Éducation et croissance**, rapport, La documentation française.
- J.P. Allegret, C. Couharde et C. Guillaume [2012] : *The Impact of External Shocks in East Asia: Lessons from a Structural VAR Model with Blocks Exogeneity*, **International Economics**, vol 132: pp. 3-89.
- J. Anderson, S. D. Bernstein, J.-P. Brun, A. M. Habershon, F. Recanatini, E. Van Der Does de Willebois et S. S. Zimmermann [2019] : *Anticorruption Initiatives: Reaffirming Commitment to a Development Priority*, Washington, DC: World Bank Group.
- K. Andrews, C. Avitabile et R. Gatti [2019] : *Domestic Government Spending on Human Capital: A Cross-Country Analysis of Recent Trends*, Policy Research working paper n° 9033, Washington, DC: World Bank Group, <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/32493>.
- N. Angrist, S. Djankov, P. K. Goldberg et H. A. Patrinos [2019] : *Measuring Human Capital*, The World Bank.
- M. Arellano et S.R. Bond [1991] : *Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations*, **Rev. Econ. Stud.** n°58, pp. 277-297.
- M. Arellano et O. Bover [1995] : *Another Look at the Instrumental Variable Estimation of Error-Components Models*, **Journal of Econometrics**, vol. 68, Issue 1, juillet, pp. 29-51.
- I. Autharte, V. H. de Oliveira et A. Loureiro [2021] : *Incentives for Mayors to Improve Learning: Evidence from State Reforms in Ceará, Brazil* Policy Research working paper n°9509, Washington, DC: World Bank Group.
- J. Azevedo, P. Amer Hasan, D. Goldemberg, A. Syedah Iqbal et K. Geven [2020] : *Simulating the Potential Impacts of COVID-19 School Closures on Schooling and Learning Outcomes: A Set of Global Estimates*, Policy Research working paper n°9284. Washington, DC: World Bank Group.
- BAfD [2020] : *Former la main-d'œuvre africaine de demain*, Perspectives économiques en Afrique 2020.
- A. Banerjee et E. Duflo [2012] : **Repenser la pauvreté**, Éditions du Seuil.
- Banque mondiale [2019] : *Rapport sur le développement dans le monde 2019 : le travail en mutation*.
- Banque mondiale [2018] : *Africa's Purlse : une analyse des enjeux façonnant l'avenir économique de l'Afrique*, rapport préparé

par le Bureau de l'économiste en chef de la région Afrique.

G. S. Becker [1993] : **Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education** (3^{ème} éd.), Chicago University of Chicago Press.

R. Blundell et S. Bond [1998] : *Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models*, **Journal of Econometrics**, 87, pp. 115-143.

R. Blundell et S. Bond [2000] : *GMM Estimation with Persistent Panel Data: An Application to Production Functions*, **Econometric Reviews**, 19, pp. 321-340, <https://doi.org/10.1920/wp.ifs.1999.9904>

M. Boniol, M. McIsaac, L. Xu, T. Wuliji, D. Khassoum et J. Campbell [2019] : *Gender Equity in the Health Workforce: Analysis of 104 Countries*, Health Workforce working paper 1, Geneva: World Health Organization.

R. K. Breen, B. Karlson et A. Holm [2013] : *Total, Direct, and Indirect Effects in Logit and Probit Models*, **Sociological Methods & Research** 42: pp. 164-191.

R. K. Breen, B. Karlson et A. Holm [2018] : *Interpreting and Understanding Logits, Probits, and Other Nonlinear Probability Models*, **Annual Review of Sociology** 44: pp. 39-54.

A. Brodriez-Dolino [2016] : *Le concept de vulnérabilité*, La vie des Idées.fr - Collège de France 11 février 2016: <http://www.laviedesidees.fr/Le-concept-devulnerabilite.html>

M. L. Buis [2010] : *Direct and Indirect Effects in a Logit Model*, **Stata Journal** 10: pp. 11-29.

S. G. Campbell et M. Üngör [2020] : *Revisiting Human Capital and Aggregate Income Differences*, **Economic Modelling**, 91 : pp. 43-64.

N. P. Canh et S. D. Thanh [2020] : *Domestic Tourism Spending and Economic Vulnerability*, **Annals of Tourism Research** 85, 103063.

F. Caselli [2016] : *The Latin American Efficiency Gap*, in World Bank, editor, **Understanding the income and efficiency gap in Latin America and the Caribbean**, pp. 33-56.

A. Chatri, C.E. Moussir et Y. Bourdane [2018] : *Ouverture et vulnérabilité économique : cas des pays en développement*, **Repères et perspectives économiques** [en ligne], 04 / 2^{ème} semestre 2018, mis en ligne le 31 décembre 2018.

J. Choi, M. Dutz et Z. Usman [2020] : *The Future of Work in Africa: Harnessing the Potential of Digital Technologies for All*, Africa Development Forum, Washington, DC: World Bank Group.

CNUCED [2019] : *Commerce et vulnérabilité*, note du secrétariat de la CNUCED.

P. Collier et D. Dollar [2002] : *Aid, Allocation and Poverty Reduction*, **European Economic Review** 46 (8): pp. 1475-500.

M. Collin et D. N. Weil [2020] : *The Effect of Increasing Human Capital Investment on Economic Growth and Poverty: A Simulation Exercise*, **Journal of Human Capital**, 14(1) : pp. 43-83.

A. Cornier et L. Wagner [2022] : *Using a Vulnerability Index to Simulate a Reallocation of SDRs?*, **Ferdi** note brève B229.

L. De La Flor, I. Mujica, M. Belén Fontañez, D. Newhouse, C. R. Alas, G. Sabharwal et M. Weber [2021] : *Taking Stock of COVID-19 Labor Policy Responses in Developing Countries*, Jobs Watch COVID-19. Washington, DC: World Bank Group.

A. De La Fuente et A. Ciccone [2002] : *Le capital humain dans une économie mon-*

diale sur la connaissance, rapport pour la Commission européenne.

A. Devercelli et F. Beaton-Day. [2020] : *Better Jobs and Brighter Futures: Investing in Childcare to Build Human Capital*. Washington, DC: World Bank Group.

D. Dollar et M. Kidder [2017] : *Institutional Quality and Participation in Global Value Chains*, World Bank (ed).

E. Duflo [2010b] : **Lutter contre la pauvreté, la politique de l'autonomie**, tome II, Éditions du Seuil, coll. République des idées.

P. H. Duy, L. Chapman et M. Tight [2019] : *Resilient Transport Systems to Reduce Urban Vulnerability to Floods in Emerging-Coastal Cities: A Case Study of Ho Chi Minh City, Vietnam*, **Travel Behaviour and Society** 15, pp. 28-43.

W. Easterly, R. Islam et J. Stiglitz [2001] : *Shaken and Stirred: Explaining Growth Volatility*, in Annual Bank Conference on Development Economics, eds. B. Pleskovic et N. Stern, pp. 191-213. Washington, DC: World Bank.

FERDI [2012] : *Évaluation des gains attendus de l'intégration économique régionale dans les pays africains de la zone franc*, working paper, Clermont-Ferrand, Septembre.

D. A. Fleming-Muñon, L. Poruschi Measham, T. Meyers et M. Moglia [2019] : *Economic Vulnerability and Regional Implications of Low Carbon Emissions Future*, Australasian Agricultural and Resource Economics Society Inc. doi:10.1111/1467-12356

S. Fotso Simo [2008] : *Rendement de l'éducation sur le marché du travail*, ISSEA-Yaoundé.

H. Goumrhar [2017] : *Human Capital, Inequality and Economic Growth in Developing Countries:*

Analysis in Panel Data, **International Journal of Innovation and Applied Studies**, vol. 20, n° 2, pp. 441-460.

P. Guillaumont [2006] : *Macro Vulnerability in Low-Income Countries and Aid Responses*, in F. Bourguignon, B. Pleskovic et J. van der Gaag (eds) **Securing Development in an Unstable World ABCDE Europe**, pp. 65-108.

P. Guillaumont [2012] : *La fragilité des États, un défi pour l'allocation de l'aide: démêler fragilité, vulnérabilité et performance*, WP, FERDI OCDE.

P. Guillaumont [2019] : *Out of the Trap, Supporting the Least Developed Countries*, **Economica-Ferdi**, p. 324.

P. Guillaumont [2024] : *Vulnérabilité et transformation structurelles : leurs liens et la cohérence du LDC5 Monitor*, **Ferdi**, note brève n°265.

P. Guillaumont, J. S. Guillaumont et L. Wagner [2017] : *How to Take into Account Vulnerability in Aid Allocation Criteria and Lack of Human Capital as Well: Improving the Performance Based Allocation*, **World Development**, Special Section: Reforming Performance-Based Aid Allocation Practice, vol. 90, pp. 27-40.

P. Guillaumont, J. S. Guillaumont et L. Wagner [2020] : *Mesurer les vulnérabilités pour allouer l'aide au développement, en particulier en Afrique*, **Ferdi**, note brève n°156.

P. Guillaumont et L. Wagner [2022] : *Trois critères que doit remplir un indice de vulnérabilité multidimensionnelle pour être utilisé efficacement*, **Ferdi**, note brève B234, mai.

S. Guriev, N. Melnikov et E. Zhuravskaya [2020] : *3G Internet and Confidence in Government*, **The Quarterly Journal of Economics**.

- L. P. Hansen et T. S. Sargent [1982] : *Instrumental Variables Procedures for Estimating Linear Rational Expectations Models*, **Journal of Monetary Economics**, vol. 9, pp. 263-296.
- Ph. Hugon et P. Salama [2009] : *Les Suds dans la crise*, **Revue Tiers monde**.
- K. B. Karlson, A. Holm et R. Breen [2012] : *Comparing Regression Coefficients Between Same-Sample Nested Models Using Logit and Probit: A New Method*, **Sociological Methodology** 42: pp. 286-313.
- A. Kraay [2018] : *Methodology for a World Bank Human Capital Index*, Policy Research working paper n° 8593. Washington, DC: World Bank Group.
- P. Lectard [2017] : *Value Chains and Sustainable Structural Transformation*, Series of working papers n° 292, African Development Bank, Abidjan, Ivory Coast.
- A. Lewbel [2012] : *Using Heteroscedasticity to Identify and Estimate Mismeasured and Endogenous Regressor Models*, **Journal of Business & Economic Statistics**, 30(1), pp. 67-80.
- A. Lewbel [2021] : *Using Instrumental Variables to Estimate Models with Mismeasured Regressors*, **Handbook of Measurement Error Models**, pp. 85-96, Chapman and Hall/CRC0000.
- S. S. Lim, R. L. Updike, A.S. Kaldjian, R.M. Barber, K. Cowling, H. York, J. Friedman, R. Xu, J.L. Whisnant, H. J. Taylor, A.T. Leever, Y. Roman, M.F. Bryant, J. Dieleman, E. Gakidou et C.J.L. Murray [2018] : *Measuring Human Capital : A Systematic Analysis of 195 Countries and Territories, 1990-2016*, **The Lancet**, 392(10154), pp 1217-1234.
- R.E. Lucas [1988] : *On the Mechanisms of Economic Growth*, **Journal of Monetary Economics**, vol. 22, n° 1, pp. 3-42.
- N.G. Mankiw, D. Romer et D.N. Weil [1992] : *A Contribution to the Empirics of Economic Growth*, **The Quarterly Journal of Economics**, vol. 107, n° 2, pp. 407-437.
- J. Mincer [1958] : *Investment in Human Capital and Personal Income Distribution*, **Journal of Political Economy**, 66, pp. 281-302.
- J. Mincer [1970] : *The Distribution of Labor Incomes: A Survey with Special Reference to the Human Capital Approach*, **Journal of Economic Literature**, vol. 8, n° 1, pp. 1-26.
- Nations unies [2023] : *High Level Panel on the Development of a Multidimensional Index*, Final Report, septembre.
- T. Ndiaye Cheikh, B. Cisse et E. Tago [2019] : *Vulnérabilité et croissance économique dans les pays de l'UEMOA*, **African Integration and Development Review**, vol. 11, mars.
- H. Ndoya et P. Bakouan [2023] : *Does Tax Revenue Improve Economic Complexity in Africa?*, **Journal of Economic Integration**, 38(2), pp. 278-301.
- H. Ndoya, D. Okere, M. L. Belomo et M. Atangana [2023] : *Does ICTs Decrease the Spread of Informal Economy in Africa?*, **Telecommunications Policy**, 47(2), 102485.
- D. North, J. J. Wallis et B. R. Weingast [2006] : *A Conceptual Framework for Interpreting Recorded Human History*, **NBER** working paper n° 12795.
- T. Olena [2021] : *New Initiatives in the Area of Digitalization of Social Sphere in Ukraine*, Ministry of Social Policy of Ukraine, Eastern European Social Policy Network (EESPN) blog, mai, 18.
- A. Pasquini et F. C. Rosati [2020] : *Human Capital Index for the Italian Provinces*, IZA Discussion Paper (13301).

- R. Rocchetta [2022] : *Enhancing the Resilience of Critical Infrastructures: Statistical Analysis of Power Grid Spectral Clustering and Post-Contingency Vulnerability Metrics*, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, RePEc:eee:rensus:v:159:y:2022:i:c:s1364032122001095 DOI: 10.1016/j.rser.2022.112185
- P. M. Romer [1986] : *Increasing Returns and Long-Run Growth*, **Journal of Political Economy**, vol. 94, n° 5, pp. 1002-1037.
- P. M. Romer [1990] : *Endogenous Technological Change*, **Journal of Political Economy**, vol. 98, n° 5, pp. 71-102.
- D. M. Roodman [2009] : *A Note on the Theme of too Many Instruments*, **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, 71(1), pp. 135-158. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2008.00542.x>
- D. Rosenberg, V. Kozlov et A. Libman [2018] : *Political Regime, Incomes and Health: Evidence from Sub-national Comparative method*, **Social Science Research**.
- S. Scholten, J. Velten, T. Neher et J. Margraf [2017] : *Wealth, Justice and Freedom: Objective and Subjective Measures Predicting Poor Mental Health in a Study Across Eight Countries*, **SSM Population Health**.
- T. W. Schultz [1961] : *Investment in Human Capital*, **The American Economic Review**, vol. 51, pp. 1-17.
- A. Smith [1776] : **The Wealth of Nations**, The Modern Library.
- K. E. Smith, G. Michael Lacy et A. Mayer [2019] : *Simulations for Categorical Mediation: Analyzing KHB Estimates of Mediation in Ordinal Regression Models*, **The Stata Journal** (2019) 19, n° 4, pp. 913-930.
- J. E. Stiglitz et L. J. Bilmes [2008] : **The Three Trillion Dollar War: The True Cost of the Iraq Conflict**, Londres, W.W Norton and Company.
- F. Windmeijer [2005] : *A Finite Sample Correction for the Variance of Linear Efficient Two-step GMM Estimators*, **Journal of Econometrics**, 126(1), pp. 25-51. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2004.02.005>
- E. Zio [2016] : *Challenges in the Vulnerability and Risk Analysis of Critical Infrastructures*, **Reliability Engineering and System Safety** 152, pp. 137-150.