Qu'est-ce qui Stimule la Croissance Economique au Mali ? Nouvelles Preuves des rôlRes de l'Indice de Développement Humain et des Croissances Industrielle et Agricole.

Yacouba TELLY [1, 2 *]
Abdoulah Mamary KANE[3]
Ladji KANE [4]
[1] École Doctorale, Droit, Économie, Sciences Sociales, Lettres et Arts du Mali (ED-DESSLA-Mali).
[2] Département d'Études et de Recherches de Mathématiques à l'École Normale Supérieure de Bamako (ENSup-Bamako), Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences et de Didactique des Sciences (LISDiS). yate@live.fr.
[3] Institut d'Économie Rurale - IER/CRRA de Sotuba, Mali kanemali2003@yahoo.fr.
[4] Faculté des Sciences Économiques et de Gestion, Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali. fsegmath@gmail.com.

Résumé.

Soutenir une dynamique de croissance économique durable demeure un défi majeur pour le Mali. Les obstacles tiennent notamment à la difficulté d'élaborer des politiques publiques résilientes intégrant les contraintes climatiques, sociales et institutionnelles, indispensables à l'autonomisation des populations. Cette étude analyse les déterminants de la croissance économique au Mali à partir d'un ensemble de données couvrant la période 1990-2022. La stationnarité des séries à la première différence a permis de mobiliser le modèle ARDL. Les résultats empiriques montrent que l'indice de développement humain et la croissance industrielle constituent des moteurs significatifs de l'expansion économique. À l'inverse, le taux d'urbanisation exerce un impact négatif à court terme, tout comme les valeurs retardées du PIB, révélant des rigidités structurelles et des coûts d'ajustement élevés. Par ailleurs, la croissance agricole ne présente pas d'effet déterminant sur le PIB, ce qui interroge l'efficacité des stratégies sectorielles dans un pays où l'agriculture demeure pourtant centrale dans l'emploi et les moyens de

subsistance.
Ces conclusions offrent des implications directes pour les politiques de développement durable. Elles soulignent la nécessité de renforcer le capital humain à travers l'amélioration du système éducatif, la diffusion de l'apprentissage continu et la consolidation des compétences professionnelles. Les effets négatifs associés à l'urbanisation rapide et à une industrialisation insuffisamment encadrée devraient occuper une place centrale dans les débats stratégiques, afin de transformer ces dynamiques en leviers de croissance inclusive et durable.

Mots-clés : *croissance économique, développement durable, indice de développement humain, Mali.*

Abstract.

Supporting a sustainable path of economic growth remains a major challenge for Mali. The main obstacles stem from the difficulty of designing resilient public policies that integrate climatic, social, and institutional constraints; factors that are essential for strengthening people's autonomy. This study examines the determinants of economic growth in Mali using a dataset covering the period 1990-2022. The stationarity of the variables at first difference allowed the use of the ARDL model. The empirical results indicate that the Human Development Index and industrial growth are significant drivers of economic expansion. Conversely, the urbanization rate exerts a negative short-term effect, as do lagged GDP values, highlighting structural rigidities and high adjustment costs. Moreover, agricultural growth does not show a decisive impact on GDP, raising questions about the effectiveness of sectoral strategies in a country where agriculture remains central to employment and livelihoods.
These findings have direct implications for sustainable development policies. They underscore the need to strengthen human capital through improvements in the education system, the promotion of lifelong learning, and the development of professional skills. Finally, the negative effects associated with rapid urbanization and insufficiently regulated industrialization should be central to strategic discussions, to transform these dynamics into drivers of inclusive and sustainable growth.

Keywords: economic *growth, sustainable development, human development index, Mali.*

1. Introduction

Le Mali fait face à une pauvreté structurelle et persistante depuis son indépendance, nourrie par un ensemble de fragilités interdépendantes : un niveau d'alphabétisation parmi les plus faibles de la région, une variabilité climatique extrême, un chômage massif et durable, ainsi qu'une économie peu diversifiée (TELLY, KANE et KANE, 2026). Entre 1970 et 2020, les sécheresses ont affecté annuellement environ 400 000 personnes en moyenne et entraîné des pertes agricoles considérables. Parallèlement, l'inflation, la dégradation du pouvoir d'achat et l'insuffisance des filets sociaux ont accentué l'extrême pauvreté (World Bank, 2022 ; Pajank *et al.*, 2023). Ces tendances montrent que les vulnérabilités du pays ne sont pas conjoncturelles, mais profondément enracinées dans ses structures économiques et sociales.

Pour contenir cette dynamique, les autorités ont engagé des réformes éducatives et une transformation structurelle fondée sur la libéralisation du commerce, l'urbanisation et l'industrialisation. L'objectif était de renforcer le capital humain, d'accroître la productivité globale des facteurs et de diversifier l'économie. La promotion de la transformation locale des matières premières, l'exploitation des ressources naturelles et le développement d'unités manufacturières de biens essentiels devaient élargir la base productive et réduire la pauvreté. Cependant, malgré ces efforts, les indicateurs socioéconomiques continuent de révéler une résilience limitée du modèle de croissance, suggérant que les réformes engagées n'ont pas encore produit les effets structurels attendus. Dans ce contexte, on peut se demander : quelles politiques économiques sont réellement capables de soutenir une croissance durable du PIB au Mali ? Faut-il renforcer les politiques actuelles ou concevoir de nouvelles orientations pour un développement

plus inclusif et résilient ?

Malgré l'introduction de pratiques pédagogiques renouvelées et de programmes de formation continue, l'impact des réformes éducatives reste marginal. Elles ne bénéficient qu'à une minorité instruite, laissant de côté une large majorité de la population dont le faible niveau de compétence limite l'accès à des emplois productifs. Ce décalage interroge la portée réelle des réformes et souligne la nécessité d'une refonte plus profonde, capable d' assurer une mise en œuvre plus inclusive et efficace.

L'agriculture contribue fortement à la production nationale, à l'emploi, aux revenus ruraux et aux exportations, notamment à travers des filières comme le coton, l'élevage et les cultures vivrières. Pourtant, son potentiel reste largement sous-exploité. Les contraintes structurelles (faible pluviométrie, sous-mécanisation, rendements insuffisants, déficit d'infrastructures rurales, insécurité dans certaines zones rurales et faible transformation locale des produits agricoles) limitent la capacité du secteur à jouer pleinement son rôle de moteur de croissance. L'agriculture est également liée à l'essor de l'industrialisation et à l'intensification de l'usage des sources d'énergie. Toutefois, le secteur souffre d'un manque d'agressivité dans la formulation et la mise en œuvre des politiques économiques. Ainsi, même si l'agriculture occupe une place importante dans le quotidien des maliens, sa contribution à une croissance durable n'a jamais suscité un réel intérêt.

L'ouverture commerciale peut jouer un rôle important dans la croissance du PIB au Mali, mais son effet est fortement lié à la capacité du pays à tirer profit des échanges avec l'extérieur. Le Mali, en ouvrant davantage son économie, pourrait absorber des technologies, améliorer la compétitivité et mobiliser plus de devises nécessaires aux importations de biens d'équipement.

Cependant, la spécialisation du pays dans des exportations primaires peu transformées, combinée à des vulnérabilités logistiques et sécuritaires, expose la croissance à des chocs externes et limite les gains de productivité associés à l'intégration commerciale. Par conséquent, un article portant sur l'impact de la libéralisation du commerce ne pourrait qu'apporter une contribution particulièrement utile.
La relation entre consommation d'énergie et croissance du PIB au Mali soulève un enjeu majeur de développement. Une disponibilité énergétique suffisante et stable conditionne le fonctionnement des industries, des services et des activités agricoles modernisées. Or, la dépendance du Mali aux importations de carburant, les pénuries récurrentes et la faible diversification du mix énergétique imposent une contrainte structurelle sur la croissance, en augmentant les coûts de production et en freinant l'investissement.

Ainsi, l'analyse de ces six dimensions (développement du capital humain, agriculture, libéralisation du commerce, industrialisation, urbanisation et, enfin, la consommation d'énergie) révèle un modèle de croissance caractérisé par des avancées réelles mais fragiles, où les insuffisances structurelles limitent la transformation du PIB en développement durable. La question cruciale est la suivante : dans quelle mesure l'articulation entre ces variables influence-t-elle la croissance du PIB au Mali, et quels ajustements structurels permettraient d'en optimiser l'impact sur le développement économique ? La présente étude répond à cette préoccupation. Elle mobilise des données couvrant la période 1990 - 2020 et recourt au modèle autorégressif à retards distribués (ARDL). Cette approche permet d'estimer l'impact individuel de chaque variable sur le PIB réel. Elle offre également un cadre analytique pour formuler des politiques économiques capables d'améliorer la synergie entre ces déterminants et de soutenir une croissance

durable. L'article est structuré comme suit : la section 2 présente la revue de littérature, les section 3 et 4 exposent respectivement la méthodologie et les résultats économétriques, et la section 5 discute les implications, les limites et les pistes de recherche futures.

2. Revue littéraire

L'analyse des déterminants de la croissance économique occupe une place centrale dans la recherche en économie du développement, en raison de ses implications pour la réduction de la pauvreté, l'adaptation climatique et la durabilité environnementale. La littérature déjà existante mobilise généralement le PIB comme variable dépendante et examine l'effet de facteurs structurels tels que l'urbanisation, l'ouverture commerciale, les énergies renouvelables ou les émissions de carbone (Sbia, Shahbaz et Hamdi, 2014; Mutascu, 2018; Wang *et al.*, 2023). Les résultats empiriques montrent souvent une causalité bidirectionnelle entre urbanisation et croissance, bien que cette relation puisse être non linéaire et dépendante du contexte (Murayama *et al.*, 2017; Telly *et al.*, 2023; Yacouba et Xuezhi, 2023). Cependant, dans les pays à faible revenu, l'urbanisation peut être non productive lorsqu'elle s'accompagne d'un chômage urbain élevé, d'une informalité massive et d'un déficit d'infrastructures. Au Mali, l'urbanisation progresse rapidement, mais reste peu structurée. Les villes absorbent une population croissante sans offrir suffisamment d'emplois formels. Une telle urbanisation limite son impact sur la croissance.

L'ouverture commerciale apparaît également comme un déterminant majeur de la performance macroéconomique, même si ses effets peuvent varier selon les structures productives et les externalités environnementales associées, notamment les émissions de carbone ou la déforestation (Abokyi *et al.*, 2021; Melachio Tameko, 2024). Les effets au Mali

restent mitigés. Le pays exporte principalement des produits primaires peu transformés (or, coton, bétail). Cette spécialisation limite les gains de productivité. Les contraintes logistiques et sécuritaires réduisent également les bénéfices de l'intégration commerciale.

De même, l'indice de développement humain entretient une relation étroite avec la croissance car l'accumulation de capital humain renforce les capacités productives et l'innovation (Wang *et al.*, 2018). Toutefois, le faible niveau d'alphabétisation et la qualité insuffisante de l'enseignement dans le cas malien réduisent la contribution du capital humain à la croissance. L'indice du capital humain reste parmi les plus bas de la région, ce qui freine l'accumulation de compétences productives.

La productivité agricole demeure aussi un moteur essentiel dans les économies à forte intensité rurale, mais son impact sur la croissance dépend du degré de modernisation, de la résilience climatique et de l'efficacité des politiques publiques. Le secteur agricole malien représente une part importante du PIB et de l'emploi. Cependant, la productivité reste faible. Les contraintes climatiques, la sous-mécanisation, le manque d'infrastructures et la faible transformation locale limitent son impact sur la croissance. Une modernisation agricole pourrait renforcer la croissance et réduire la pauvreté.

L'industrialisation, de façon générale, stimule l'emploi et la diversification productive, tout en générant des externalités négatives liées aux émissions de carbone (Mahmood, Alkhateeb et Furqan, 2020). Ce processus reste limité au Mali. Il se concentre sur quelques segments : agro-industrie, transformation légère, matériaux de construction et petites unités manufacturières. Cette faible diversification impacte la valeur ajoutée industrielle dans le PIB. Elle traduit une base productive étroite et une dépendance persistante aux produits primaires. L'adoption des énergies renouvelables, bien que recommandée par les cadres internationaux (OECD, 1999;

Teske, 2019), présente des effets hétérogènes selon les régions, allant d'un impact positif à une neutralité ou même un effet négatif (Magazzino, 2017; Musah *et al*., 2020; Azam *et al*., 2021). La relation entre les émissions de carbone et la croissance reste également débattue : certaines études observent une corrélation positive dans les économies à forte intensité énergétique (Bekun, Emir et Sarkodie, 2019), tandis que d'autres ne trouvent aucun lien significatif (Soytas et Sari, 2003) , soulignant l'importance des spécificités structurelles.

En résumé, la littérature confirme que l'urbanisation, l'ouverture commerciale, le capital humain, les énergies renouvelables, les émissions de carbone et l'agriculture influencent la croissance. Dans le cas du Mali, ces relations sont présentes mais affaiblies par des contraintes structurelles. L'enjeu est d'identifier comment ces variables interagissent et comment des politiques adaptées peuvent renforcer leur contribution à la croissance durable. Notre étude analyse les déterminants de la croissance au Mali en employant un ensemble plus élargi de variables structurelles : PIB, indice de développement humain, agriculture, industrie, urbanisation, ouverture commerciale, énergies renouvelables et émissions de carbone. Le modèle ARDL est estimé sur la période 1990 - 2022 afin d'identifier les effets de court et de long terme, tandis que les fonctions de réponse impulsionnelle (FRI) permettent d'examiner la dynamique des chocs sur l'horizon 2023 - 2035. L'ARDL est particulièrement adapté aux séries intégrées d'ordre mixte (0 ; 1) et aux échantillons de petite taille, ce qui correspond au cas malien (Mirza et Kanwal, 2017; Menegaki, 2019). Les résultats obtenus apportent des éléments nouveaux pour orienter les politiques de développement durable.

3. Matériels et Méthodes

3.1. Matériels

Dans cette étude, nous mobilisons des séries temporelles couvrant la période 1990 - 2022, construite à partir des indicateurs de la Banque mondiale et de la base de données Our World in Data (OWID). Le tableau 1 présente les définitions opérationnelles des variables retenues. L'ensemble des traitements économétriques incluant les tests de stationnarité, l'estimation du modèle ARDL, les diagnostics de stabilité et les simulations dynamiques, a été réalisé à l'aide du logiciel EViews 12, permettant une mise en œuvre rigoureuse des méthodes adaptées aux séries temporelles de petite taille.

Tableau 1. Description des données

Variables	Abréviations	Unité	Sources
Produit Intérieur Brut	PIB	2015 dollars USD	World Bank Indicator
Agriculture, sylviculture et pêche, valeur ajoutée	AGRI	% PIB	World Bank Indicator
Émissions de carbone	CE	Tonnes métriques	World Bank Indicator
Valeur ajoutée de l'industrie	IND	% PIB	World Bank Indicator
Ouverture Commerciale	TO	% PIB	Our World in Data (OWID)
Taux d'urbanisation	URB	%	World Bank Indicator
Energie renouvelable	RE	%	Word Bank Indicator
Indices de développement humain	HDI	%	Our World in Data (OWID)

(**Source :** auteurs).

L'évolution des variables macroéconomiques et structurelles

observées entre 1990 et 2022 met en évidence des dynamiques contrastées au sein de l'économie malienne. La valeur ajoutée agricole enregistre une contraction notable entre 1990 et 2006 avant d'amorcer une trajectoire ascendante (Figure 1(a)). Cette baisse initiale coïncide avec les perturbations institutionnelles majeures de 1991, marquées par la chute du régime de Moussa Traoré, la fermeture prolongée des établissements scolaires et une instabilité socio-économique généralisée. Le retour progressif à la stabilité a permis aux nouvelles autorités de promouvoir la diversification variétale, l'adaptation aux chocs climatiques et l'intégration d'ONG spécialisées dans le développement rural, contribuant à une reprise graduelle de la production agricole. Les émissions de carbone affichent une tendance structurellement haussière (Figure 1(b)). La libéralisation commerciale et l'accès facilité aux ports des pays côtiers ont encouragé l'importation de véhicules d'occasion ne respectant pas les normes d'émissions. Parallèlement, la croissance démographique a intensifié la demande énergétique, amplifiant mécaniquement les émissions. Malgré une prise de conscience institutionnelle et des discours en faveur des énergies propres, les actions concrètes demeurent limitées, révélant un écart persistant entre les intentions politiques et leur mise en œuvre.

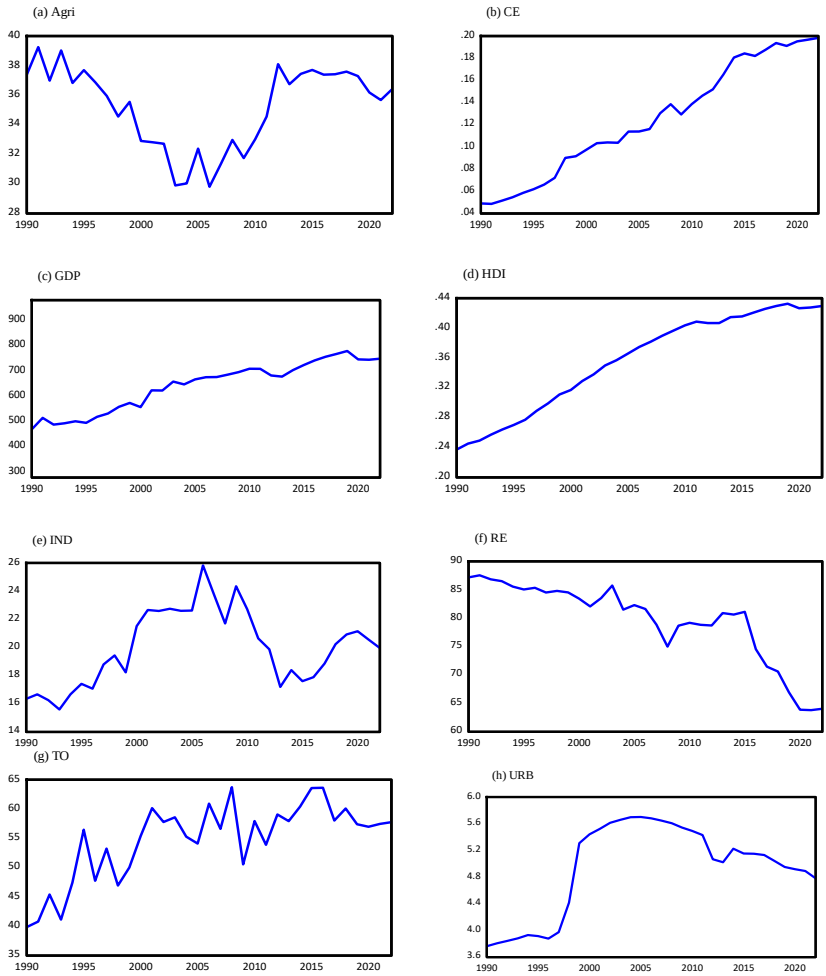


Figure 1. Séries temporelles des variables d'études (**Source :** auteurs).

Le PIB et l'indice de développement humain progressent sur la période d'étude (Figures 1(c - d)), mais cette amélioration

agrégée masque une faible traduction en bien-être pour une grande partie de la population. Les autorités ont pourtant multiplié les initiatives : ouverture accrue aux ONG, création de l'Agence Nationale pour la Promotion de l'Emploi (ANPE), programmes de formation professionnelle et dispositifs d'insertion. Toutefois, la faiblesse persistante du taux d'alphabétisation, aggravée depuis 2010 par l'insécurité et les attaques terroristes, limite l'efficacité des politiques éducatives. La dynamique industrielle demeure mitigée, avec une croissance modérée jusqu'en 2005 suivie d'un ralentissement lié à la crise mondiale de 2008 (Figure 1(e)).

Les efforts récents portent sur la réhabilitation des unités de transformation du coton (COMATEX), des huileries (HUICOMA) et la construction de raffineries d'or et d'autres minerais. Les autorités cherchent également à renforcer les liens entre agriculture et industrie afin d'assurer l'approvisionnement des futures unités de transformation. Entre 2002 et 2012, des programmes de pluie induite ont été expérimentés, mais leur efficacité a été contestée en raison d'inondations et de pertes agricoles attribuées à ces interventions.

L'utilisation des énergies renouvelables suit une tendance décroissante (Figure 1(f)), principalement en raison d'une demande énergétique croissante portée par l'explosion démographique. Les initiatives de production de biocarburants n'ont pas suscité l'adhésion des agriculteurs ni des investisseurs, en raison d'un déficit d'information et d'incitations insuffisantes. L'ouverture commerciale présente une pente ascendante marquée (Figure 1(g)). La faible diversification de l'emploi a renforcé l'attrait pour les activités commerciales, incitant les autorités à réviser la politique commerciale. Les réformes douanières, la réduction des taxes, la transparence dans les appels d'offres et l'intensification des échanges avec les pays voisins (Côte d'Ivoire, Sénégal, Niger,

Guinée, Algérie, Mauritanie) ainsi qu'avec la Chine ont contribué à cette expansion. Le taux d'urbanisation augmente fortement jusqu'en 2005 avant de ralentir (Figure 1(h)), une évolution qui semble corrélée à la contraction du secteur industriel.

L'analyse croisée des données révèle que, malgré l'amélioration du PIB par habitant, seules les variables HDI et émissions de carbone suivent une tendance similaire. En revanche, la croissance industrielle, l'urbanisation et l'utilisation des énergies renouvelables ne présentent pas de trajectoire ascendante comparable.

Méthodes

L'objectif de cette étude est d'analyser de manière approfondie les déterminants structurels de la croissance économique au Mali, en mettant l'accent sur la dynamique de court et de long terme qui influence l'évolution du PIB. Pour ce faire, l'étude mobilise l'ensemble des variables présentées dans le Tableau 1 et procède à une série de tests préliminaires indispensables à la spécification du modèle. Les propriétés stochastiques des séries ont été examinées à l'aide des tests de racine unitaire de Dickey-Fuller (1979) et de Phillips-Perron (1988) permettant d'établir que les variables sont stationnaires soit au niveau, soit en première différence. Cette configuration justifie le recours au modèle autorégressif à retards distribués (ARDL). Le modèle ARDL est ensuite estimé afin d'identifier simultanément les relations de court terme et de long terme entre le PIB et ses déterminants structurels. Il constitue une approche dynamique qui permet d'étudier simultanément les ajustements de court terme et la relation d'équilibre de long terme entre des variables économiques. S'appuyant sur une structure flexible où chaque variable peut entrer avec plusieurs retards, le modèle ARDL facilite la capture des inerties et des réactions différées. Avant son estimation, il est essentiel d'examiner l'ordre d'intégration

des séries afin de vérifier qu'aucune d'elles n'est intégrée d'ordre deux. Cette étape garantit la validité du test de cointégration aux bornes, qui est au cœur de la méthode ARDL. Une fois les propriétés des séries établies, le modèle est spécifié en choisissant les retards optimaux pour chaque variable. Cette sélection repose sur des critères d'information comme l'AIC (Aikake Information Criterion) ou le BIC (Bayesian Information Criterion). Cela permet de trouver la structure la plus pertinente tout en évitant la surparamétrisation. Le test de cointégration aux bornes est ensuite appliqué pour déterminer l'existence d'une relation de long terme. Si cette relation est confirmée, le modèle ARDL est complété par un mécanisme de correction d'erreur, qui mesure la vitesse d'ajustement vers l'équilibre. Dans le cas contraire, seules les dynamiques de court terme sont interprétées.

Dans le cas d'existence de relation de long terme, l'estimation du modèle fournit alors deux types de résultats : les effets immédiats, capturés par les coefficients des différences, et les effets durables, obtenus à partir des coefficients en niveaux. Cette double lecture renforce la compréhension des mécanismes économiques. Des tests de diagnostic sont ensuite nécessaires pour vérifier la qualité du modèle, notamment l'absence d'autocorrélation, la stabilité des paramètres et la normalité des résidus.

L'ARDL se distingue par sa capacité à intégrer des variables I (0) et I (1) dans un même cadre, ce qui le rend plus souple que les modèles VAR ou VECM. Il est également performant dans les petits échantillons, ce qui constitue un avantage important en économie appliquée. Toutefois, il reste sensible au choix des retards et ne peut pas être utilisé lorsque les séries sont I (2). Malgré ces limites, il demeure une méthode efficace pour analyser des relations dynamiques complexes et pour isoler clairement les effets de court terme et de long terme.

Afin d'examiner la dynamique des interactions entre les variables au-delà de la période d'estimation, nous mobilisons des fonctions de réponse impulsionnelle (FRI). Cette technique permet de simuler l'effet d'un choc exogène sur chacune des variables explicatives et d'en observer la propagation sur le PIB jusqu'en 2035. L'utilisation conjointe de l'ARDL et de la FRI offre ainsi une lecture complète des effets contemporains, retardés et prospectifs des déterminants retenus sur la croissance économique.

Le modèle général estimé peut-être formalisé comme suit :

$$GDP_t = f(GDP_{t-i}, AGRI_t, CE_t, HDI_t, IND_t, RE_t, TO_t, URB_t) \quad (1)$$

Plus précisement.

$$\Delta GDP_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + A + B + C + \alpha_{10} ECT_{t-1} + \mu_t \quad (2)$$

Où

$$A = \sum_{i=1}^{k} \alpha_{2i} \Delta GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{l} \alpha_{3i} \Delta AGRI_{t-i} + \sum_{i=1}^{m} \alpha_{4i} \Delta CE_{t-i} + \sum_{i=1}^{n} \alpha_{5i} \Delta HDI_{t-i} \quad (3)$$

$$B = \sum_{i=1}^{p} \alpha_{6i} \Delta IND_{t-i} + \sum_{i=1}^{q} \alpha_{7i} \Delta RE_{t-i} + \sum_{i=1}^{r} \alpha_{8i} \Delta TO_{t-i} + \sum_{i=1}^{s} \alpha_{9i} \Delta URB_{t-i} \quad (4)$$

$$C = \alpha_{10} AGRI_{t-1} + \alpha_{11} CE_{t-1} + \alpha_{12} HDI_{t-1} + \alpha_{13} IND_{t-1} + \alpha_{14} RE_{t-1} + \alpha_{15} TO_{t-1} + \alpha_{16} URB_{t-1} \quad (5)$$

Dans le cadre du modèle ARDL estimé, les coefficients associés aux dynamiques de court terme sont notés $\alpha_{2i}; \cdots; \alpha_{9i}$, tandis que ceux de long terme sont représentés par $\alpha_{10}; \cdots; \alpha_{16}$. Le terme de correction d'erreur, ECT_{t-1} joue un rôle central dans la représentation en mécanisme d'ajustement. Son coefficient renseigne sur l'existence d'une relation de cointégration : il doit être négatif et statistiquement significatif

au seuil de 5 % au minimum pour confirmer la présence d'un équilibre de long terme entre les variables. Une valeur comprise entre (-1) et (0) indique un ajustement stable, traduisant la vitesse à laquelle les déséquilibres de court terme se résorbent pour converger vers la trajectoire d'équilibre. Le terme d'erreur (μ_t) capture les chocs aléatoires non expliqués par le modèle et est supposé satisfaire les propriétés classiques : moyenne nulle, variance constante et absence d'autocorrélation.

Cette architecture méthodologique permet d'obtenir une lecture robuste des interactions structurelles entre les déterminants de la croissance au Mali et d'éclairer la formulation de politiques économiques adaptées.

4. Résultats

4.1. Description des données

Les données mobilisées couvrent la période 1990 - 2022, soit un horizon temporel de 33 années permettant d'observer des tendances structurelles robustes. L'examen descriptif révèle que le PIB présente la valeur maximale la plus élevée parmi l'ensemble des variables, tandis que les émissions de carbone (CE) affichent les niveaux les plus faibles. La part des énergies renouvelables dans le mix énergétique demeure relativement importante, bien qu'en déclin structurel au fil du temps.

Tableau 2. Statistiques des données d'étude.

Variables	AGRI	PIB	CE	HDI	IND	RE	TO	URB
Moyenne	35.23	640.49	0.12	0.36	19.96	79.57	54.77	4.94
Médiane	36.19	675.19	0.12	0.38	19.96	81.53	57	5.13
Maximum	39.27	779.33	0.20	0.43	25.85	87.60	63.79	5.70
Minimum	29.79	469.40	0.05	0.24	15.58	63.76	39.83	3.76
Écart-type	2.76	97.07	0.05	0.07	2.68	7.06	6.57	0.69
Asymétrie	-0.57	-0.39	0.03	-0.46	0.20	-1.08	-0.85	-0.65
Aplatissement	2.12	1.77	1.69	1.74	2.08	3.11	2.86	1.94
Jarque-Bera	2.88	2.95	2.35	3.34	1.38	6.48	4.00	3.86
Probabilité	0.24	0.23	0.31	0.19	0.50	0.04	0.14	0.15
Observations	33	33	33	33	33	33	33	33

(**Source :** auteurs).

L'indice de développement humain reste inférieur au seuil de 0,50 sur l'ensemble de la période d'étude, ce qui traduit un niveau limité d'accumulation du capital humain au Mali. Un HDI (ou IDH en français) aussi faible signale des déficits persistants en matière de compétences, de santé et d'éducation, compromettant l'autonomisation des individus, la capacité entrepreneuriale et, par conséquent, le potentiel de croissance économique. Cette faiblesse structurelle du capital humain constitue un frein majeur à la transformation productive et à l'émergence d'un tissu économique résilient.

Tests de stationnarité

Pour déterminer l'ordre d'intégration des séries et garantir la validité des estimations en modèle ARDL, nous avons eu recours aux tests de racine unitaire d'Augmented Dickey-Fuller (ADF) et de Phillips-Perron (PP). Ces deux tests permettent d'évaluer la stationnarité des variables en tenant compte, respectivement, des autocorrélations résiduelles via une correction paramétrique (ADF) et des hétéroscédasticités potentielles via une correction non paramétrique du terme d'erreur (PP). L'utilisation conjointe de ces tests renforce la robustesse du diagnostic sur les propriétés stochastiques des séries et permet d'identifier avec précision leur ordre d'intégration avant la spécification du modèle ARDL.

Tableau 3. Tests de racine unitaire

		ADF tests					
		Constante		**Tendance linéaire**		**Ni constante ni tendance**	
	Variables	**t-Stat**	**Prob**	**t-Stat**	**Prob**	**t-Stat**	**Prob**
	PIB	-1.44	0.55	-1.87	0.65	2.17	0.99
	AGRI	-1.70	0.42	-1.67	0.74	-0.24	0.59
	CE	-0.67	0.84	-2.19	0.48	3.96	0.99
Au niveau	HDI	-3.71	0.00***	1.38	0.99	0.67	0.86
	RE	0.36	0.98	-2.86	0.19	-1.93	0.05*
	IND	-1.87	0.34	-1.66	0.74	0.19	0.74
	UR	-1.98	0.29	-1.15	0.90	0.16	0.73
	TO	-2.70	0.08*	-2.33	0.40	0.83	0.89
	DPIB	-7.29	0.00***	-7.25	0.00***	-2.74	0.00***
	DAGRI	-7.89	0.00***	-8.11	0.00***	-7.99	0.00***
En	DCE	-3.43	0.01**	-3.35	0.07*	-0.70	0.40*
première							
Différence	DHDI	-1.62	0.46*	-4.23	0.01**	-1.03	0.26*
	DRE	-5.17	0.00***	-3.55	0.05*	-4.69	0.00***
	DIND	-6.02	0.00***	-2.75	0.22*	-6.08	0.00***
	DUR	-3.14	0.03**	-3.53	0.05*	-3.16	0.00**
	DTO	-10.33	0.00***	-4.58	0.00***	-10.2	0.00***
		PP tests					
		Constante		**Tendance linéaire**		**Ni constante ni tendance**	
	Variables	**t-stat**	**Prob**	**t-Stat**	**Prob**	**t-Stat**	**Prob**
	PIB	-1.54	0.50	-1.87	0.65	2.42	0.99
	AGRI	-1.74	0.40	-1.64	0.75	-0.24	0.59
	CE	-0.35	0.91	-2.74	0.23	3.72	1.00
Au niveau	HDI	-2.85	0.06*	1.13	0.99	3.54	0.99
	RE	0.36	0.98	-1.53	0.80	-1.89	0.05*
	IND	-1.90	0.33	-1.69	0.73	0.22	0.74
	UR	-1.77	0.39	-0.86	0.95	0.40	0.79
	TO	-3.01	0.04**	-3.89	0.02**	1.07	0.92
	DPIB	-7.29	0.00***	-7.14	0.00***	-6.17	0.00***
	DAGRI	-7.46	0.00***	-7.72	0.00***	-7.54	0.00***
En	DCE	-5.59	0.00***	-5.50	0.00***	-3.73	0.00***
première							
Différence	DHDI	-2.91	0.05*	-4.19	0.01**	-1.52	0.10*
	DRE	-5.17	0.00***	-5.26	0.00***	-4.68	0.00***
	DIND	-6.00	0.00***	-6.04	0.00***	-6.07	0.00***
	DUR	-3.20	0.03**	-3.39	0.07*	-3.22	0.00***
	DTO	-12.00	0.00***	-33.08	0.00***	-11.21	0.00***

Note : ***, **; et * indiquent une significativité aux seuils de 1 %,

5 % et 10 %. (**Source :** auteurs).

Les résultats empiriques indiquent que l'ensemble des variables retenues présente une stationnarité en première différence, ce qui confirme leur intégration d'ordre I (1). Cette propriété statistique valide l'hypothèse d'un ordre d'intégration mixte compatible avec l'estimation d'un modèle ARDL. Dès lors, l'utilisation de cette approche s'avère appropriée pour analyser conjointement les dynamiques de court et de long terme, tout en tenant compte des ajustements progressifs qui caractérisent les économies en développement exposées à des chocs récurrents.

Approche de cointégration ARDL

L'approche de cointégration fondée sur le modèle ARDL permet d'identifier l'existence d'une relation d'équilibre de long terme entre les variables lorsque la statistique F issue du test de limites (bounds test) excède la borne supérieure au seuil de signification de 5 %. Dans notre cas, la valeur calculée dépasse largement cette limite, ce qui confirme la présence d'une relation de cointégration entre le PIB et ses déterminants structurels.
Cette validation implique que la dynamique du modèle doit être analysée simultanément à court et à long terme. En effet, la présence de cointégration justifie l'estimation d'un mécanisme de correction d'erreur (ECM), permettant de mesurer la vitesse d'ajustement vers l'équilibre après un choc exogène.

Tableau 4. ARDL Bounds Test.

Test statistique	Valeur	Significativité	Borne inf.	Borne sup.
F-stat	5.56	10%	1.92	2.89
		5%	2.17	3.21
		1%	2.73	3.9

H_0 : pas de niveaux de relation (**Source :** auteurs), Borne inf. = Borne inférieure, Borne sup. = Borne supérieure.

Relations à court-terme

Les résultats de la dynamique de court terme sont reportés dans le Tableau 5. Dans cette spécification, le PIB est retenu comme variable dépendante. L'analyse des dynamiques de court terme révèle l'existence de relations unidirectionnelles allant de l'indice de développement humain (HDI), de l'urbanisation (URB), de l'industrialisation (IND) ainsi que du PIB retardé d'une période vers le PIB courant. Les coefficients estimés indiquent un effet positif et statistiquement significatif de l'indice de développement humain et de l'IND, tandis que l'URB et le PIB retardé exercent un impact négatif sur la croissance à court terme. Autrement dit, l'accumulation de capital humain et l'expansion industrielle contribuent à stimuler le PIB, alors que l'urbanisation et l'inertie du PIB passé tendent à freiner la croissance.

Ce résultat soulignant le rôle moteur du capital humain et de l'industrialisation, soulève une interrogation importante : pourquoi, dans le cas malien, l'urbanisation et le PIB retardé semblent-ils exercer un effet défavorable ? Une explication plausible réside dans la pression exercée par l'urbanisation sur les terres agricoles et pastorales, réduisant la disponibilité de la main-d'œuvre rurale et affectant négativement la productivité agricole, l'emploi et, in fine, la croissance. Par ailleurs, dans un

contexte marqué par une pauvreté généralisée, tout retard dans l'investissement ou dans la réalisation des gains économiques peut compromettre la mise en œuvre des projets de développement et entraîner un ralentissement de la croissance.

Tableau 5. Relation à court terme

Variables	Coefficient	Écart-type	Statistique t	Probabilité
D (PIB (-1))	-0.147	0.076	-1.944	0.071*
D(HDI)	44.75231	3.548	12.613	0.000***
D(URB)	-28.192	8.582	-3.285	0.005***
D(RE)	0.147	0.679	0.217	0.8311
D(CE)	83.930	253.520	0.331	0.745
D(AGRI)	0.914	1.065	0.858	0.404
D(IND)	3.044	1.223	2.489	0.025**
CointEq (-1) *	-0.509	0.058	-8.757	0.000***
R^2	0.885			
R^2 ajusté	0.850			

Note : ***, **; et * indiquent une significativité aux seuils de 1 %, 5 % et 10 %. (**Source :** auteurs).

Aucun lien unidirectionnel significatif n'a été observé à court terme entre les émissions de carbone (CE) et le PIB, ni entre les énergies renouvelables (RE) et le PIB, ni entre la valeur ajoutée agricole (AGRI) et le PIB. Cette absence d'effet suggère que ces secteurs ne contribuent pas de manière significative à la croissance à court terme, révélant des insuffisances dans la mise en œuvre des politiques énergétiques et agricoles, et soulignant la nécessité d'interventions structurelles plus efficaces.

Le terme de correction d'erreur (ECT) est négatif et significatif au seuil de 1 %, confirmant l'existence d'une relation de cointégration et d'un ajustement unidirectionnel de long terme vers le PIB. La magnitude du coefficient indique une vitesse d'ajustement relativement rapide, traduisant une capacité du système à corriger rapidement les déséquilibres et à converger vers la trajectoire d'équilibre.

Le coefficient de détermination (R^2) avoisine 0,885, indiquant que le modèle explique environ 89 % de la variabilité du PIB. Ce niveau élevé de pouvoir explicatif témoigne de la pertinence des variables retenues.

Relations à long terme

Comme dans le tableau 5, le PIB est la variable dépendante dans le 6. L'analyse de long terme met en évidence deux relations unidirectionnelles statistiquement significatives : l'une allant des émissions de carbone (CE) vers le PIB, et l'autre de l'industrialisation (IND) vers le PIB. Ces résultats indiquent que, la croissance économique s'appuie structurellement sur une intensification de l'activité énergétique et industrielle. Toutefois, cette configuration implique un coût environnemental élevé, suggérant que la trajectoire de croissance actuelle est susceptible d'accentuer la dégradation écologique.

Tableau 6. Relations à long-terme.

Variables	Coefficient	Écart-type	Statistique t	Probabilité
HDI	-0.429	7.175	-0.060	0.953
URB	-16.538	25.351	-0.652	0.524
RE	4.800	3.460	1.387	0.186
TO	-1.639	1.172	-1.398	0.182
CE	26.92	1320.129	2.0398	0.059*
AGRI	7.490	7.004	1.069	0.302
IND	18.431	9.795	1.881	0.079*

Note : ***, **; et * indiquent une significativité aux seuils de 1 %, 5 % et 10 %. (**Source :** auteurs).

Il en découle la nécessité d'adopter des stratégies énergétiques et industrielles compatibles avec les impératifs de durabilité, afin de concilier performance économique et préservation

environnementale. En revanche, l'indice de développement humain, l'urbanisation (URB), les énergies renouvelables (RE), l'ouverture commerciale (TO), et la valeur ajoutée agricole (AGRI) ne présentent pas d'effet significatif à long terme sur le PIB. Cette absence d'impact traduit que les politiques éducatives, urbaines,commerciales, agricoles et énergétiques mises en œuvre au Mali n'ont pas encore atteint un niveau d'efficacité suffisant pour influencer durablement la croissance. Nos résultats appellent ainsi à une révision profonde des stratégies liées au développement des compétences, à la modernisation agricole, à la promotion des énergies renouvelables et à la gestion urbaine.

Bien que l'énergie renouvelable soit intrinsèquement plus respectueuse de l'environnement, elle ne contribue pas significativement à la croissance dans le cas malien. Ce résultat diverge des conclusions de Bhuiyan et al. (2022) mais converge avec celles de Gyimah et al. (2023). L'effet positif mais non significatif des énergies renouvelables suggère que des politiques énergétiques mieux conçues (notamment en matière d'incitations, d'infrastructures et de diffusion technologique) pourraient renforcer leur contribution à la croissance et aligner les performances du secteur sur les attentes en matière de durabilité. Par ailleurs, malgré une tendance haussière de l'ouverture commerciale, nos estimations ne révèlent aucun effet concluant sur la croissance économique à long terme. Ce constat remet en question l'efficacité des réformes commerciales engagées au Mali. Si l'ouverture commerciale stimule la croissance dans plusieurs pays, comme la Côte d'Ivoire (Keho, 2017) ou les BRICS (Raghutla, 2020), d'autres études mettent en évidence des effets négatifs, notamment en Inde (Hye et Lau, 2014) et dans neuf pays d'Afrique de l'Ouest (Adu-Gyamfi *et al.*, 2020). Le cas malien semble s'inscrire dans cette seconde catégorie, suggérant que l'ouverture

commerciale, en l'absence d'un tissu productif robuste, ne génère pas automatiquement des gains de croissance.

Résultats des tests de diagnostic

Les tests de diagnostic constituent une étape essentielle pour évaluer la fiabilité, la validité interne et la robustesse d'un modèle économétrique. Dans notre analyse, plusieurs tests ont été mobilisés afin de vérifier que les hypothèses classiques du modèle linéaire sont satisfaites.
Le test de Jarque-Bera a été utilisé pour examiner la normalité des résidus. Les tests de Breusch-Godfrey ont permis de détecter l'éventuelle présence d'autocorrélation sérielle dans les erreurs, tandis que le test de Breusch-Pagan-Godfrey a servi à vérifier l'homoscédasticité des résidus.

Tableau 7. Résultats des tests de diagnostic

Test de normalité (Jarque - Bera)		**Test LM de Breusch-Godfrey pour l'autocorrélation des résidus**		**Test d'hétéroscédasticité**	
F-stat	**Prob**	**F-Stat**	**Prob**	**F-Stat**	**Prob**
1.105	0.576	1.645	0.231	1.774	0.139

(Source : **auteurs**).

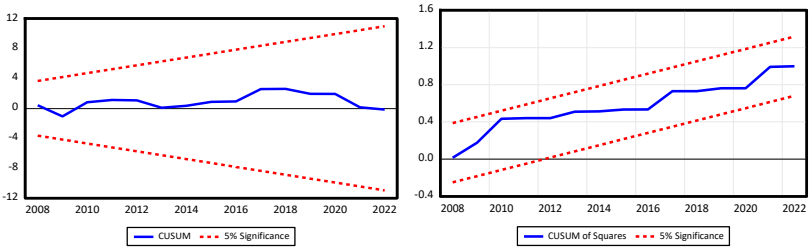


Figure 2. CUSUM and CUSUMQ graphs. **(Source:** auteurs**).**

Dans l'ensemble, les statistiques associées à ces tests présentent des valeurs de probabilité supérieures au seuil de 5 %, indiquant l'absence de violations significatives des hypothèses de normalité, d'indépendance et de variance constante. Autrement dit, les résidus du modèle se comportent conformément aux exigences d'un estimateur linéaire sans biais et efficace.

Par ailleurs, les tests de stabilité structurelle, notamment les courbes CUSUM et CUSUMQ, confirment que les coefficients estimés demeurent stables sur l'ensemble de la période étudiée. La trajectoire de la courbe de stabilité se situe intégralement à l'intérieur des bandes de confiance à 5 %, ce qui atteste de l'absence de ruptures structurelles majeures et renforce la crédibilité des résultats.

Dans l'ensemble, ces diagnostics valident la robustesse du modèle ARDL estimé et confirment que les résultats obtenus peuvent être interprétés avec confiance dans le cadre de l'analyse des déterminants de la croissance économique au Mali.

Interactions futures entre les variables

Dans cette section, nous utilisons la fonction de réponse impulsionnelle afin d'analyser la dynamique future des interactions entre les variables jusqu'en 2035. Étant donné que nos séries sont stationnaires en première différence, elles sont appropriées pour les applications reposant sur le cadre VAR. L'axe horizontal représente les années couvertes par l'analyse (2023 à 2035), tandis que l'axe vertical illustre les variations de la variable de réponse consécutives à un choc d'un écart-type.
L'analyse dynamique issue des fonctions de réponse impulsionnelle (Figure 4) met en évidence plusieurs trajectoires différenciées des déterminants structurels du PIB sur l'horizon de simulation. Les résultats montrent que le PIB et l'indice de développement humain exercent un effet positif et persistant sur la croissance tout au long de la période projetée (Figures 4(a - b)), suggérant que l'accumulation de capital humain et l'expansion de l'activité économique constituent des leviers robustes de croissance future.

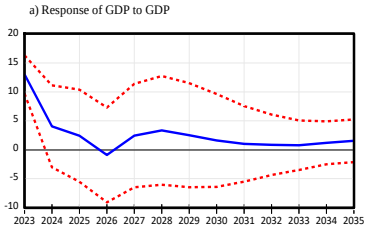
À l'inverse, la valeur ajoutée agricole (AGRI) exerce un effet négatif sur la dynamique du PIB (Figure 4(c)). Cette relation traduit les limites structurelles qui freinent le système agricole malien (productivité chroniquement faible, forte exposition aux aléas climatiques, déficit de mécanisation, insuffisance de compétences techniques, faible diffusion de l'innovation, pression foncière liée à l'urbanisation et renchérissement des intrants). Ensemble, ces contraintes révèlent la nécessité d'une transformation profonde du secteur afin d'en accroître la performance économique et la résilience.

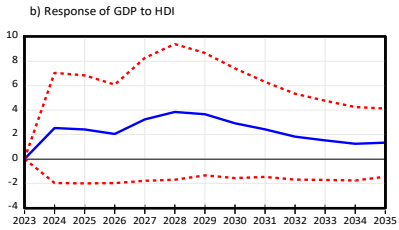
Les effets associés aux énergies renouvelables, aux émissions de

carbone, à l'ouverture commerciale, à l'urbanisation et à l'industrialisation apparaissent mixtes (Figures 4(d-h)). Toutefois, deux tendances méritent une attention particulière :

- L'effet négatif de l'urbanisation s'atténue progressivement et devient marginal dès 2025 (Figure 4(g)), ce qui suggère une possible transition vers une urbanisation plus productive si les infrastructures et les services urbains sont renforcés ;
- L'impact de l'industrialisation devient nettement positif après 2025 (Figure 4(h)), indiquant que les investissements industriels pourraient générer des retombées significatives à moyen terme.

Ces résultats impliquent que des politiques visant à renforcer simultanément le PIB et l'indice de développement humain pourraient soutenir durablement la croissance au cours de la prochaine décennie. L'urbanisation et l'industrialisation apparaissent également comme des leviers potentiels, à condition que les politiques publiques améliorent la qualité des infrastructures, la gouvernance urbaine et la compétitivité industrielle.





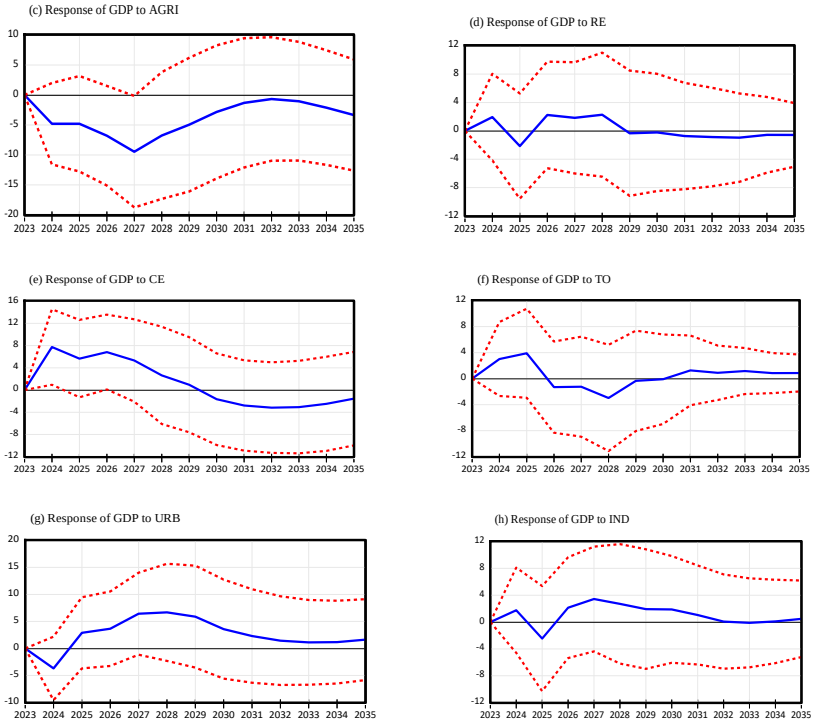


Figure 3. Interactions des variables de 2023 à 2035. (Source : auteurs).

Le secteur des énergies renouvelables demeure un potentiel largement sous-exploité. Une stratégie énergétique mieux structurée, incluant des incitations à l'investissement, des mécanismes de financement adaptés et une diffusion technologique accrue, pourrait transformer ce secteur en source d'emplois et de croissance inclusive. De même, la modernisation du secteur agricole, accompagnée de politiques tenant compte des réalités climatiques et des contraintes de productivité, apparaît indispensable pour inverser son impact négatif sur la croissance.

5. Conclusions et implications de politique économique

Cet article analyse l'impact de la productivité agricole, de la croissance industrielle, de l'urbanisation, des émissions de carbone, de l'indice de développement humain, de l'ouverture commerciale et de l'énergie renouvelable sur la croissance économique au Mali. Pour appréhender simultanément les dynamiques de court et de long terme, l'étude mobilise un modèle ARDL complété par une fonction de réponse impulsionnelle, permettant d'examiner la propagation des chocs entre variables. La robustesse des estimations est confirmée par un ensemble de tests diagnostiques portant sur la normalité, l'autocorrélation, l'homoscédasticité et la stabilité structurelle.

Les estimations de court terme indiquent que l'indice de développement humain et la croissance industrielle exercent un effet positif et significatif sur le PIB, tandis que l'urbanisation et le PIB retardé d'une période ont un impact négatif. Ces résultats confirment que l'accumulation de capital humain renforce la créativité, l'autonomisation et l'esprit entrepreneurial, stimulant la création d'emplois et la croissance. Par exemple, lorsque l'accès aux soins progresse dans les zones rurales au Mali, les travailleurs deviennent plus productifs, les enfants restent plus longtemps à l'école et les ménages peuvent investir davantage dans des activités génératrices de revenus. Aussi le développement des secteurs comme l'agro-industrie ou la transformation du coton génèrent des emplois directs et indirects. C'est le cas de l'ouverture d'une unité de transformation de mangues à Sikasso qui est en train de stimuler non seulement la production agricole, mais aussi le transport, l'emballage, la logistique et les services financiers (Ecofin, 2024). Ce type de dynamique crée un effet multiplicateur rapide sur le PIB.

En revanche, l'urbanisation exerce un effet négatif à court

terme. Cela peut sembler contre-intuitif, mais dans le cas du Mali, l'urbanisation est souvent rapide, non planifiée et concentrée dans quelques grandes villes comme Bamako et Ségou. Elle entraîne donc une pression sur les infrastructures, une hausse du chômage urbain, une informalité massive et des coûts sociaux élevés. Par exemple, l'expansion rapide des quartiers périphériques de Bamako, comme Niamana ou Yirimadio, a créé des zones où les services de base (eau, électricité, routes) ne suivent pas. Parallèlement, les zones autrefois dédiées au maraîchage sont progressivement transformées en quartiers d'habitation (les cas de Bandiagara et Ségou). Cette pression foncière diminue la production vivrière, ce qui entraîne une hausse des prix des denrées de base comme le riz, le mil ou le maïs. Les ménages dépensent donc plus pour compenser ces manques, ce qui réduit leur capacité d'investissement productif. Cela fragilise le pouvoir d'achat, freine la consommation et la croissance.

Le PIB retardé d'une période a un impact négatif, cela montre que les bonnes performances d'une année ne se prolongent pas automatiquement. L'économie reste vulnérable aux retards d'investissement, aux chocs climatiques et à l'insécurité. Une bonne campagne agricole ou une hausse des exportations peut être suivie d'une année difficile. Les gains ne s'accumulent pas. Ils s'effritent rapidement, ce qui empêche la croissance de s'installer dans la durée. C'est ce qui s'est passé en 2022. Les inondations ont détruit des milliers d'hectares, effaçant les bons résultats de la campagne agricole de 2021 (*Mali : Situation des inondations en 2022 (octobre 2022) - Mali | ReliefWeb*, 2022). Les récoltes ont été perdues, les stocks endommagés et les revenus des producteurs ont chuté. En quelques semaines, les gains de l'année précédente ont disparu, entraînant une baisse de la production nationale et rappelant la fragilité de l'économie face aux chocs climatiques.

Par ailleurs, aucune relation significative à court terme allant des émissions de carbone, des énergies renouvelables ou de la valeur ajoutée agricole vers le PIB n'est observée. Cette absence d'effet traduit des faiblesses dans les politiques énergétiques et agricoles, ainsi qu'une faible intégration des énergies renouvelables dans le tissu productif. Elle reflète également la faible valorisation des activités agricoles et énergétiques dans le système financier, contribuant au maintien du Mali dans la catégorie des pays à faible revenu. Ce résultat montre que ces secteurs, bien qu'essentiels, ne produisent pas d'effet immédiat sur la croissance au Mali. Dans ces conditions, une hausse ponctuelle de l'énergie ou de la production agricole ne suffit pas à stimuler rapidement le PIB. Les coupures fréquentes d'électricité, la dépendance au thermique et la faible couverture rurale empêchent les entreprises de produire de manière continue. Même lorsque la consommation augmente, l'économie ne réagit pas immédiatement, car les capacités industrielles sont limitées. Les énergies renouvelables suivent la même logique. Le solaire progresse, mais il est souvent utilisé pour des besoins domestiques ou communautaires. Il n'est pas encore intégré dans les chaînes de valeur productives, ce qui limite son impact direct sur la croissance. La valeur ajoutée agricole, pourtant centrale dans l'économie malienne, ne génère pas non plus d'effet rapide. La production dépend des saisons, de la pluie et de la sécurité dans les zones rurales. Les gains agricoles mettent du coup du temps à se transformer en croissance, car la transformation, le stockage et la commercialisation restent insuffisants. Une bonne récolte ne se traduit donc pas immédiatement par une hausse du PIB.

À long terme, les émissions de carbone et la croissance industrielle exercent un effet positif sur le PIB, confirmant que la trajectoire de croissance repose sur des activités énergivores et polluantes. Cette configuration souligne l'urgence d'intégrer

des considérations environne- mentales dans les politiques industrielles et énergétiques. Les autorités devraient renforcer les incitations à l'adoption des énergies propres, améliorer l'accessibilité financière des technologies renouvelables, former des techniciens qualifiés et développer des infrastructures adaptées.

L'absence d'effets significatifs de l'indice de développement humain, de l'urbanisation, de l'ouverture commerciale, des énergies renouvelables et de l'agriculture sur le PIB à long terme met en exergue des insuffisances structurelles : faible taux d'alphabétisation, absence de politiques urbaines cohérentes, l'ouverture augmente surtout les importations, lenteur de la transition énergétique et inadéquation des compétences. Cela pourrait signifier qu'à l'heure actuelle le pays n'a pas de structures productives capables de profiter de l'ouverture commerciale ou que les conditions internes ne permettent pas de transformer l'ouverture commerciale en croissance. L'économie doit alors être suffisamment diversifiée, compétitive et soutenue par des réformes complémentaires pour que l'effet soit visible. Ces résultats appellent à une réforme profonde du système éducatif et de la politique commerciale, à des campagnes de sensibilisation, à un transfert technologique vers les communautés locales et à des investissements dans les infrastructures énergétiques.

Le développement humain progresse, mais ces avancées ne se traduisent pas en gains de productivité. L'école reste fragile, la formation professionnelle insuffisante et l'accès à la santé inégal. Les améliorations existent, mais elles ne créent pas encore une main-d'œuvre suffisamment capable de soutenir la croissance sur le long terme.

L'urbanisation avance rapidement, mais elle n'est pas maîtrisée. Les villes s'étendent sans infrastructures adaptées. Bamako comme plusieurs capitales régionales concentrent beaucoup d'activités, mais souffrent de congestion, de chômage et d'un

secteur informel dominant. Cette urbanisation ne crée pas de valeur durable. Elle génère plutôt des coûts sociaux qui freinent la croissance.

L'ouverture commerciale ne profite pas toujours au PIB du Mali, car l'économie n'est pas suffisamment préparée pour en tirer avantage. Le pays importe beaucoup plus qu'il n'exporte. Les produits étrangers, souvent moins chers et de meilleure qualité, prennent une grande place sur le marché local. Cela réduit la production nationale et limite la création de valeur ajoutée. Le pays reste très dépendant de quelques matières premières comme le coton, l'or ou le bétail. Ces produits sont peu transformés avant l'exportation, ce qui réduit les gains économiques. Les secteurs capables de profiter de nouveaux marchés sont encore faibles ou peu organisés. Les entreprises maliennes manquent souvent de compétences techniques, de financement, d'équipements modernes et d'infrastructures adaptées. Elles ont du mal à respecter les normes internationales, à innover et à être compétitives. Dans ces conditions, l'ouverture commerciale expose davantage leurs fragilités qu'elle ne crée des opportunités. Aussi, les routes, l'énergie, les services logistiques et les procédures douanières restent aussi des obstacles. Ils augmentent les coûts et ralentissent les échanges. Sans amélioration de ces éléments, l'ouverture ne peut pas stimuler la croissance.

Les énergies renouvelables aussi progressent, surtout le solaire, mais leur usage reste limité. Elles améliorent le confort des ménages, mais ne sont pas encore intégrées dans les activités productives. Sans lien avec l'industrie ou l'agro-transformation, elles ne peuvent pas influencer la croissance à long terme.

L'agriculture reste essentielle, mais elle demeure vulnérable. Elle dépend de la pluie, de la sécurité et de la main-d'œuvre rurale. La transformation locale est faible. Les bonnes récoltes ne deviennent pas des gains durables, car les chaînes de valeur sont incomplètes. Le secteur reste fragile et peu connecté à

l'industrie.

Les fonctions de réponse impulsionnelle montrent que seul l'indice de développement humain exerce un effet systématiquement positif sur le PIB sur l'horizon 2023 - 2035. Ce résultat confirme que le capital humain constitue le moteur le plus robuste de la croissance future au Mali. Ce qui suggère que les autorités maliennes gagneraient à engager un ensemble de réformes centrées sur le renforcement du capital humain. Il s'agira d'abord d'élever les compétences de base (éducation, santé, maîtrise des savoirs fondamentaux) afin de soutenir durablement la croissance du PIB. Ensuite, il sera nécessaire de promouvoir une urbanisation mieux planifiée en développant des qualifications adaptées aux besoins des villes, des services et des infrastructures. Parallèlement, le pays doit investir dans les capacités commerciales et logistiques pour tirer parti de l'ouverture internationale et améliorer son insertion dans les chaînes de valeur régionales. La formation aux métiers de l'énergie et du climat apparaît également essentielle pour réussir la transition énergétique et renforcer la sécurité énergétique nationale. Enfin, la professionnalisation du secteur agricole, par la diffusion de compétences techniques et managériales, constitue un levier décisif pour accroître la productivité et bâtir une agriculture plus résiliente.

En résumé, pour soutenir durablement la croissance du PIB au Mali, plusieurs actions prioritaires s'imposent. Le pays doit d'abord renforcer son capital humain. Cela passe par une meilleure qualité de l'éducation, un accès élargi aux soins et des appuis ciblés aux ménages vulnérables pour qu'ils puissent investir dans des activités productives. Dans ce cas, il est essentiel d'aider les jeunes et les travailleurs à acquérir des compétences utiles. L'État peut y contribuer en rendant les formations plus accessibles et mieux adaptées aux réalités du

pays. Il est aussi important d'encourager les entreprises à accueillir des stagiaires ou des apprenants, tout en créant des centres de formation dans les différentes régions. Ces efforts peuvent renforcer la confiance de la population et favoriser le développement économique. Le développement du capital humain stimule la croissance agricole et industrielle en renforçant la productivité et l'efficacité des facteurs de production.

Dans l'agriculture, une main-d'œuvre mieux formée améliore l'utilisation des intrants, adopte des technologies modernes et optimise la gestion des exploitations, ce qui accroît les rendements et la valeur ajoutée.

Dans l'industrie, des compétences techniques plus élevées facilitent l'usage des équipements, réduisent les coûts de production et soutiennent l'innovation. Un capital humain qualifié améliore ainsi la compétitivité, favorise l'industrialisation et contribue à une croissance économique durable. Le Mali dispose de filières agricoles fortes, mais la transformation locale reste limitée. Il faudrait donc développer des zones agro-industrielles dans les régions productrices et faciliter l'accès au crédit pour les PME (Petites et Moyennes Entreprises) afin de créer plus de valeur et plus d'emplois. La transformation locale du coton, du karité, de la mangue ou du bétail peuvent renforcer l'économie régionale. Aussi, le développement des énergies renouvelables, surtout le solaire, peut devenir un véritable moteur pour le Mali. Ce secteur a le potentiel de créer de nombreux emplois, notamment pour les jeunes, tout en réduisant la dépendance du pays aux énergies fossiles importées. En renforçant la production locale d'énergie propre, le Mali peut alléger ses coûts énergétiques, soutenir ses entreprises et améliorer la sécurité énergétique nationale. L'urbanisation doit aussi être mieux maîtrisée. Bamako concentre la majeure partie des activités et une forte densité de la population. Investir dans les infrastructures urbaines et

développer des pôles économiques secondaires à Kayes, Sikasso, Ségou, Mopti, Tombouctou, Gao, Kidal etc. permettra de mieux répartir les opportunités et de réduire la pression sur la capitale.
Le développement du capital humain permet aussi de mieux profiter de l'ouverture commerciale. Quand les travailleurs sont mieux formés, les entreprises produisent des biens de meilleure qualité. Elles respectent les normes internationales et peuvent accéder à des marchés plus exigeants. Des compétences solides en gestion, en technologie et en innovation renforcent la compétitivité des entreprises locales. Elles deviennent alors capables de transformer davantage les matières premières et de créer plus de valeur ajoutée avant l'exportation.

En combinant ces actions (développement du capital humain, industrialisation, urbanisation maîtrisée et stabilité économique), le pays pourra transformer ses ressources en une croissance plus solide et durable.

La principale limite de cette étude réside dans la période d'observation : l'absence de données remontant à l'indépendance empêche une analyse historique plus complète. Par ailleurs, l'étude ne distingue pas explicitement les dynamiques rurales et urbaines, alors que les réalités économiques diffèrent fortement entre ces espaces. Les recherches futures devraient explorer les mécanismes permettant de réduire l'impact négatif des énergies renouvelables sur la croissance et identifier des stratégies pour revitaliser la productivité agricole.

Références

Abokyi, E. *et al.* (2021) « Electricity consumption and carbon dioxide emissions: The role of trade openness and manufacturing sub-sector output in Ghana », *Energy and*

Climate Change, 2, p. 100026. Disponible sur: https://doi.org/10.1016/j.egycc.2021.100026.

Adu-Gyamfi, G. *et al.* (2020) « Trade Openness, Inflation and GDP Growth: Panel Data Evidence from Nine (9) West Africa Countries », *Open Journal of Business and Management*, 08(01), p. 314-328. Disponible sur: https://doi.org/10.4236/ojbm.2020.81019.

Azam, A. *et al.* (2021) « Analyzing the relationship between economic growth and electricity consumption from renewable and non-renewable sources: Fresh evidence from newly industrialized countries », *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 44, p. 100991. Disponible sur: https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.100991.

Bekun, F.V., Emir, F. et Sarkodie, S.A. (2019) « Another look at the relationship between energy consumption, carbon dioxide emissions, and economic growth in South Africa », *Science of The Total Environment*, 655, p. 759-765. Disponible sur: https://doi.org/10. 1016/j.scitotenv.2018.11.271.

Bhuiyan, M.A. *et al.* (2022) « Renewable Energy Consumption and Economic Growth Nexus—A Systematic Literature Review », *Frontiers in Environmental Science*, 10, p. 878394. Disponible sur: https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.878394.

Dickey, D.A. et Fuller, W.A. (1979) « Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root », *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), p. 427-431. Disponible sur: https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531.

Ecofin, A. (2024) *Mali : la Sigec injectera 2,8 millions $ dans la filière mangue d'ici 2027*, *Agence Ecofin*. Disponible sur: https://www.agenceecofin.com/fruits/1908-120818-mali-la-sigec-injectera-2-8-millions-dans-la-filiere-mangue-d-ici-2027 (Consulté le: 22 août 2026).

Gyimah, J. *et al.* (2023) « Exploring the impact of

renewable energy on economic growth and carbon emissions: Evidence from partial least squares structural equation modeling », *PLOS ONE*. Édité par M. Radulescu, 18(12), p. e0295563. Disponible sur: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295563.

Hye, Q.M.A. et Lau, W.-Y. (2014) « TRADE OPENNESS AND ECONOMIC GROWTH: EMPIRICAL EVIDENCE FROM INDIA », *Journal of Business Economics and Management*, 16(1), p. 188-205. Disponible sur: https://doi.org/10.3846/16111699.2012.720587.

Keho, Y. (2017) « The impact of trade openness on economic growth: The case of Cote d'Ivoire », *Cogent Economics & Finance*. Édité par M. Grace Wang, 5(1), p. 1332820. Disponible sur: https://doi.org/10.1080/23322039.2017.1332820.

Magazzino, C. (2017) « The relationship among economic growth, CO2 emissions, and energy use in the APEC countries: a panel VAR approach », *Environment Systems and Decisions*, 37(3), p. 353-366. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/s10669-017-9626-9.

Mahmood, H., Alkhateeb, T.T.Y. et Furqan, M. (2020) « Industrialization, urbanization and CO2 emissions in Saudi Arabia: Asymmetry analysis », *Energy Reports*, 6, p. 1553-1560. Disponible sur: https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.06.004.

Mali : Situation des inondations en 2022 (octobre 2022) - Mali | ReliefWeb (2022). Disponible sur: https://reliefweb.int/report/mali/mali-situation-des-inondations-en-2022-octobre-2022. (Consulté le: 25 août 2026).

Melachio Tameko, A. (2024) « The effects of trade openness on deforestation in the Congo Basin countries », *Forest Policy and Economics*, 162, p. 103189. Disponible sur: https://doi. org/10.1016/j.forpol.2024.103189.

Menegaki, A.N. (2019) « The ARDL Method in the Energy-Growth Nexus Field; Best Implementation Strategies »,

Economies, 7(4), p. 105. Disponible sur: https://doi.org/10.3390/ economies7040105.

Mirza, F.M. et Kanwal, A. (2017) « Energy consumption, carbon emissions and economic growth in Pakistan: Dynamic causality analysis », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, p. 1233-1240. Disponible sur: https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.081.

Murayama, Y. *et al.* (éd.) (2017) *Urban Development in Asia and Africa*. Singapore: Springer Singapore (The Urban Book Series). Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-981-10-3241-7.

Musah, M. *et al.* (2020) « The link between carbon emissions, renewable energy consumption, and economic growth: a heterogeneous panel evidence from West Africa », *Environmental Science and Pollution Research*, 27(23), p. 28867-28889. Disponible sur: https://doi.org/10. 1007/s11356-020-08488-8.

Mutascu, M. (2018) « A time-frequency analysis of trade openness and CO2 emissions in France », *Energy Policy*, 115, p. 443-455. Disponible sur: https://doi.org/10.1016/j.enpol. 2018.01.034.

OECD (1999) *Action Against Climate Change: The Kyoto Protocol and Beyond*. OECD. Disponible sur: https://doi.org/10.1787/9789264173927-en.

Pajank, D. *et al.* (2023) *MALI 2023 - NOTE SUR LA SITUATION ÉCONOMIQUE. Chapitre Spécial : Renforcer la Résilience Financière Face à la Sécheresse*. Banque internationale pour la reconstruction et le développement. Disponible sur: https://reliefweb.int/report/mali/mali-economic-update-special-chapter-strengthening-financial-resilience-pastoralists-drought-april-2023 (Consulté le: 15 mars 2024).

Phillips, P.C.B. et Perron, P. (1988) « Testing for a unit root in time series regression », *Biometrika*, 75(2), p. 335-346. Disponible sur: https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335.

Raghutla, C. (2020) « The effect of trade openness on economic growth: Some empirical evidence from emerging market economies », *Journal of Public Affairs*, 20(3), p. e2081. Disponible sur: https://doi.org/10.1002/pa.2081.

Sbia, R., Shahbaz, M. et Hamdi, H. (2014) « A contribution of foreign direct investment, clean energy, trade openness, carbon emissions and economic growth to energy demand in UAE », *Economic Modelling*, 36, p. 191-197. Disponible sur: https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013. 09.047.

Soytas, U. et Sari, R. (2003) « Energy consumption and GDP: causality relationship in G-7 countries and emerging markets », *Energy Economics*, 25(1), p. 33-37. Disponible sur: https:// doi.org/10.1016/S0140-9883(02)00009-9.

Telly, Y. *et al.* (2023) « What drives Angola's economic growth? New evidence from the roles of urbanization and industrial growth », *Natural Resources Forum*, p. 1477-8947.12339. Disponible sur: https://doi.org/10.1111/1477-8947.12339.

TELLY, Y., KANE, L. et KANE, A.M. (2026) « ÉTUDE DE L'IMPACT DES GAZ A EFFET DE SERRE SUR LE PIB AU MALI OU COMMENT LES POLITIQUES ENVIRONNEMENTALES RENFORCENT LA CROISSANCE ECONOMIQUE. », *REVUE REGARDS D'AFRIQUE*, 4(18), p. 447-470.

Teske, S. (éd.) (2019) *Achieving the Paris Climate Agreement Goals: Global and Regional 100% Renewable Energy Scenarios with Non-energy GHG Pathways for +1.5°C and +2°C*. Cham: Springer International Publishing. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-3-030-05843-2.

Wang, Q. *et al.* (2023) « Accelerating urbanization serves to reduce income inequality without sacrificing energy efficiency – Evidence from the 78 countries », *Sustainable Cities and Society*, 92, p. 104477. Disponible sur: https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104477.

Wang, Z. *et al.* (2018) « Renewable energy consumption, economic growth and human development index in Pakistan: Evidence form simultaneous equation model », *Journal of Cleaner Production*, 184, p. 1081-1090. Disponible sur: https://doi.org/10.1016/j.jclepro. 2018. 02.260.

World Bank (2022) *Mali Economic Update - April 2022. Resilience in Uncertain Times: Renewing the Social Contract.* Washington, D.C.: World Bank. Disponible sur: https:// documents1.worldbank.org/curated/en/099655005172216056 /pdf/P17725404bf7c40c808798049fce8d0b427.pdf (Consulté le: 15 mars 2024).

Yacouba, T. et Xuezhi, L. (2023) « Analysis of the impact of renewable energy use on GDP and employment in Angola: An error correction model approach », *Journal of Economics and International Finance*, 15(1), p. 22-36. Disponible sur: https://doi.org/10.5897/JEIF2023.1189.