

Innovation, Bien-être et Marché du Travail au Maroc : Vers un modèle de croissance intensive, analyse des dynamiques par l’approche VECM

Innovation, Well-being and the Labor Market in Morocco: Towards a Model of Intensive Growth, Analysis of Dynamics through the VECM Approach

Khalid BANANI, (Doctorant au CEDoc Droit & Economie)
CIRPEC / LEAM / Département d'économie et de gestion
Faculté des sciences juridiques, économiques et sociales, Souissi-Rabat
Université Mohammed V de Rabat, Maroc

Mounir TAJOUI, (Docteur en Economie)
CIRPEC / LEAM / Département d'économie et de gestion
Faculté des sciences juridiques, économiques et sociales, Souissi-Rabat
Université Mohammed V de Rabat.

Saïd TOUFIK, (Enseignant-chercheur)
CIRPEC / LEAM / Département d'économie et de gestion
Faculté des sciences juridiques, économiques et sociales, Souissi-Rabat
Université Mohammed V de Rabat.

Adresse de correspondance :	CIRPEC / LEAM / Département d'économie et de gestion Faculté des sciences juridiques, économiques et sociales, Souissi-Rabat Université Mohammed V de Rabat.
Déclaration de divulgation :	Les auteurs n'ont pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude. Ils assument l'entière responsabilité de tout éventuel plagiat, de l'usage de l'intelligence artificielle dans la rédaction, ainsi que des résultats présentés dans cet article.
Conflit d'intérêts :	Les auteurs ne signalent aucun conflit d'intérêts.
Citer cet article	BANANI, K., TAJOUI, M., & TOUFIK, S. (2026). Innovation, Bien-être et Marché du Travail au Maroc : Vers un modèle de croissance intensive, analyse des dynamiques par l’approche VECM. <i>International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics</i> , 7(5), 352–378. https://doi.org/10.5281/zenodo.19988690
Licence	Cet article est publié en open Access sous licence CC BY-NC-ND

Innovation, Bien-être et Marché du Travail au Maroc : Vers un modèle de croissance intensive, analyse des dynamiques par l'approche VECM

Résumé :

Cet article examine les interactions dynamiques entre la productivité totale des facteurs (PTF), l'innovation, le Bien-être, la croissance économique et le chômage au Maroc sur la période 1991-2019. Si la littérature économique a largement exploré ces relations de manière bilatérale, elle manque d'un cadre macroéconomique intégré capable de saisir leur simultanéité dans le contexte spécifique d'une économie en développement. L'originalité de ce travail réside dans l'utilisation d'un modèle vectoriel à correction d'erreur (VECM) multivariable qui permet de pallier les limites des approches antérieures fragmentées en analysant les interdépendances multidimensionnelles. Les variables retenues incluent la PTF, le PIB par habitant, le nombre de publications scientifiques (innovation), l'indice de développement humain IDH qui est utilisé comme proxy du bien-être et enfin le taux de chômage. Les tests de cointégration de Johansen révèlent une relation d'équilibre de long terme stable. Les résultats quantitatifs montrent que le Bien-être (IDH) exerce un impact positif et hautement significatif sur la PTF à long terme ($\beta = 54,75$; $p < 0.01$), tandis que le chômage dégrade durablement la performance productive ($\beta = -0.56$; $p < 0.01$), illustrant des mécanismes d'hystérèse. À court terme, un « effet de sélection » schumpétérien est mis en évidence, où le chômage peut temporairement accroître la productivité moyenne. Enfin, l'analyse de causalité identifie la croissance économique comme le pivot central du système, agissant comme le principal vecteur de transmission des chocs. Ces conclusions soulignent la nécessité de politiques structurelles intégrées favorisant le capital humain pour soutenir une croissance intensive au Maroc.

Mots-clés : Productivité totale des facteurs, Innovation, Bien-être (IDH), Croissance économique, Chômage, VECM, Maroc.

JEL Classification : O30, J60, C32, I31, O47.

Type du papier : Recherche théorique ou empirique

Abstract:

This paper investigates the dynamic interactions between Total Factor Productivity (TFP), innovation, well-being, economic growth, and unemployment in Morocco over the 1991–2019 period. While economic literature has extensively explored these relationships bilaterally, it often lacks an integrated macroeconomic framework to capture their simultaneity in the context of a developing economy. The originality of this study lies in the application of a Vector Error Correction Model (VECM) to analyze these multidimensional interdependencies. The variables include TFP, GDP per capita, the number of scientific and technical articles (innovation), the Human Development Index (well-being), and the unemployment rate.

Johansen cointegration tests reveal a stable long-term equilibrium relationship among these variables. The estimated cointegrating vector shows that the Well-being (HDI) has a highly significant positive impact on TFP in the long run ($\beta = 54,75$; $p < 0.01$), confirming the central role of human capital in productive efficiency. Conversely, unemployment durably degrades productive performance ($\beta = -0.56$; $p < 0.01$), illustrating hysteresis mechanisms. In the short term, the results highlight a Schumpeterian "selection effect," where unemployment can temporarily increase average productivity through resource reallocation. Finally, causality analysis identifies economic growth as the system's central pivot, serving as the primary transmission vector for shocks between innovation and the labor market. These findings emphasize the need for integrated structural policies that prioritize human capital to foster intensive growth in Morocco.

Keywords: Total Factor Productivity, Innovation, Well-being (HDI), Economic Growth, Unemployment, VECM, Morocco.

Classification JEL: O30, J60, C32, I31, O47

Paper type: Empirical Research

1. Introduction

Au cours des dernières décennies, la compréhension des déterminants de la croissance économique s'est progressivement déplacée d'une approche centrée sur l'accumulation des facteurs vers une analyse plus large intégrant les dynamiques d'innovation et de capital humain. Dans cette perspective, la productivité totale des facteurs (PTF) apparaît aujourd'hui comme l'un des principaux moteurs de la performance économique de long terme. Les travaux fondateurs de Solow (1956) ont initialement mis en évidence le rôle du progrès technique dans la croissance, tandis que les modèles de croissance endogène ont souligné l'importance de l'innovation, du capital humain et de l'accumulation de connaissances dans la dynamique productive (Aghion & Howitt, 1990; Barro, 1990; Lucas, 1988; Romer, 1990).

La littérature économique a mis en évidence l'existence d'interactions complexes entre l'innovation, la productivité, la croissance économique et le développement humain. L'innovation technologique favorise la diffusion des connaissances, stimule la productivité et contribue à la transformation structurelle des économies (Aghion et al., 2021; Bloom et al., 2019). Parallèlement, l'amélioration du capital humain et des conditions sociales - souvent appréhendée à travers des indicateurs de bien-être tels que l'indice de développement humain (IDH) - renforcent les capacités d'apprentissage, d'adaptation technologique et d'innovation (Hanushek & Woessmann, 2020; OCDE, 2021). Dans cette perspective, la croissance économique ne constitue plus seulement une finalité du développement, mais également un processus multidimensionnel dans lequel les performances économiques et sociales sont étroitement interdépendantes (Stiglitz et al., 2018).

Cependant, malgré l'abondance des travaux empiriques consacrés à ces relations, la plupart des études se concentrent sur des liens bilatéraux entre les variables, sans toujours considérer leur interaction simultanée dans un cadre macroéconomique intégré. Or, les dynamiques économiques contemporaines se caractérisent précisément par l'interdépendance croissante entre les dimensions productives, technologiques et sociales du développement. Les transformations liées à la numérisation, aux transitions technologiques et aux mutations du marché du travail ont renforcé les interactions entre l'innovation, la productivité et l'emploi (Acemoglu & Restrepo, 2020; D. Autor et al., 2023). Dans ce contexte, l'analyse conjointe de ces variables devient essentielle pour comprendre les mécanismes qui sous-tendent la trajectoire de croissance des économies.

Toutefois, la majorité de ces travaux théoriques et empiriques porte sur des économies avancées (États-Unis, Europe). La transposabilité de ces résultats aux pays en développement, et particulièrement à la région MENA, nécessite une attention particulière en raison des spécificités structurelles de ces marchés.

Le choix de l'économie marocaine comme cas d'étude est ici justifié par ses caractéristiques institutionnelles uniques : le pays a engagé des réformes structurelles profondes via des stratégies industrielles (comme le Plan d'émergence industrielle) et fait face à des défis persistants sur son marché du travail. Par rapport aux travaux récents de Tajoui et al. (2025), qui mobilisent principalement des modèles ARDL ou des multiplicateurs dynamiques, la valeur ajoutée de cette recherche réside dans l'utilisation d'un cadre VECM multivariable. Cette approche permet de saisir la simultanéité des interactions entre cinq variables clés (PTF, innovation, IDH, PIB et chômage) là où les études précédentes restaient fragmentées.

L'objectif de cet article est d'analyser ces interdépendances pour identifier les mécanismes de transmission des chocs au Maroc. Pour guider cette analyse, nous formulons les hypothèses de recherche suivantes :

- H_1 : L'amélioration du développement humain (IDH) exerce un impact positif structurel sur la PTF de long terme via le renforcement du capital humain.
- H_2 : Le chômage produit un effet d'hystérèse négatif, dégradant durablement l'efficacité productive globale.

- H₃ : La croissance économique constitue le pivot central assurant la transmission des dynamiques entre l'innovation et le marché du travail.

Dans ce qui suit, la section 2 présente une revue de littérature et le cadre conceptuel. La section 3 détaille les données et la méthodologie économétrique retenue. La section 4 expose les résultats empiriques ainsi que la discussion des implications pour l'économie marocaine. Enfin, la section 5 conclut l'étude en précisant ses limites et les perspectives de recherche futures.

2. Revue de littérature

La littérature empirique consacrée aux interactions entre innovation, productivité, croissance, chômage et bien-être s'est considérablement développée, cherchant à identifier les mécanismes par lesquels le progrès technique influence la performance macroéconomique et les conditions sociales. Cependant, la plupart des travaux privilégient des relations bilatérales, laissant subsister un besoin pour un cadre intégré adapté aux pays en développement comme le Maroc.

2.1. Innovation, productivité et croissance : des rendements conditionnés

L'innovation est un moteur central de la PTF, mais ses effets sont hétérogènes. Si elle stimule la croissance, son impact dépend de la structure concurrentielle et de la capacité d'absorption des entreprises. Un débat émerge toutefois sur la concentration de l'innovation : **Akcigit et Ates (2021)** soulignent que le ralentissement de la productivité dans certaines économies peut résulter d'une captation des rentes par des firmes "monopoles", limitant la diffusion technologique.

Au-delà de l'efficacité, la littérature récente intègre une **dimension distributive** : **Aghion et al. (2019)** démontrent que l'innovation peut exacerber les **inégalités de revenus**. Dans le contexte marocain, cette dynamique est cruciale, car les gains de productivité issus de l'innovation ne se traduisent pas systématiquement par une amélioration inclusive du niveau de vie si les mécanismes de redistribution sont défaillants.

2.2. Le marché du travail : entre destruction créatrice et hystérèse.

La relation entre innovation et emploi est marquée par une tension entre l'effet de substitution (automatisation) et l'effet de compensation (création de nouvelles tâches). Si **Acemoglu et Restrepo (2020)** alertent sur les destructions d'emplois industriels, le progrès technologique favorise souvent la polarisation du marché du travail.

Au Maroc, ces interactions sont complexifiées par des rigidités structurelles. La **loi d'Okun**, bien que robuste, présente des asymétries : le chômage réagit plus fortement aux contractions qu'aux phases d'expansion. De plus, le chômage de longue durée induit des effets d'**hystérèse**, dégradant durablement le capital humain et, par extension, la PTF de long terme.

2.3. Développement humain (IDH) et bien-être multidimensionnel : fondements et dynamiques économétriques

L'utilisation de l'Indice de Développement Humain (IDH) comme proxy du bien-être est un sujet central dans la littérature économique cherchant à dépasser la mesure unique du PIB par habitant. Introduit par **Amartya Sen et Mahub ul Haq** pour le compte du PNUD, l>IDH est structurellement ancré dans l'**approche par les capacités** (*capability approach*) (Sherman, L., Proctor, J., Druckenmiller, H., Tapia, H., & Hsiang, S. M., 2026). Il convient toutefois de préciser, comme le suggère le rapport d'évaluation, que l>IDH mesure ici un **bien-être multidimensionnel** (santé, éducation et revenu) et non un bien-être subjectif lié à la satisfaction de vie déclarée.

La littérature économétrique contemporaine intègre l>IDH selon trois axes de recherche majeurs qui éclairent son interaction avec la productivité et la croissance :

- **Convergence et Dynamiques de Bien-être :**

Une part importante des travaux utilise des modèles de croissance endogène ou de convergence (-convergence et -convergence) en substituant le PIB par l'IDH. L'objectif est de vérifier si les niveaux de bien-être convergent plus rapidement entre les nations que leurs revenus respectifs. (Jordá, V., & Sarabia, J. M., 2015)

- **Analyse de l'Effizienz du Développement :**

Plusieurs chercheurs mobilisent l'IDH dans des modèles de frontières stochastiques (*Stochastic Frontier Analysis* - SFA) ou de *Data Envelopment Analysis* (DEA). Dans ce cadre, l'IDH est considéré comme l'**output du bien-être** produit à partir d'inputs économiques (capital, investissement public), permettant de mesurer l'efficacité avec laquelle une nation transforme sa croissance en développement humain réel. (Chen, S., et al, 2024)

- **IDH et Qualité Institutionnelle :**

De nombreuses études explorent la corrélation entre la gouvernance et le bien-être. Ces recherches démontrent fréquemment que la qualité des institutions (contrôle de la corruption, état de droit) impacte de manière plus significative les composantes « santé » et « éducation » de l'IDH que la simple croissance mécanique du PIB. (Paliova, I., & McNish, T., 2019). Dans le cadre de cette étude sur le Maroc, l'IDH est mobilisé comme une variable explicative centrale de la performance économique. En améliorant les capacités d'apprentissage et d'adaptation technologique, le bien-être multidimensionnel renforce la **qualité du capital humain**, qui constitue le pivot de l'efficacité productive de long terme. Ainsi, l'IDH n'est pas seulement une finalité du développement, mais un facteur structurel influençant directement la trajectoire de la productivité totale des facteurs (PTF).

2.4. Spécificités du contexte marocain et choix des indicateurs

L'économie marocaine se distingue par une trajectoire de **croissance souvent qualifiée d'extensive**, où l'accumulation du capital physique prime sur les gains d'efficacité de la PTF. Les stratégies nationales, telles que le Plan d'Émergence Industrielle, visent à inverser cette tendance, mais font face à un déficit de recherche appliquée.

À ce titre, le choix du nombre d'articles scientifiques (**LAJST**) comme proxy de l'innovation doit être interprété avec prudence. Bien qu'il mesure l'**output académique** et l'accumulation de connaissances, il ne reflète pas directement l'innovation technologique industrielle (brevets ou dépenses en R&D). Cette limite méthodologique, dictée par la disponibilité des données sur longue période au Maroc, implique que l'innovation agit ici davantage comme un catalyseur indirect via le capital humain.

2.5. Justification de l'approche VECM

Contrairement aux modèles ARDL qui supposent une relation asymétrique entre une variable dépendante et ses régresseurs, le choix du modèle **VECM** se justifie par l'endogénéité intrinsèque des agrégats macroéconomiques. Suivant **Johansen (1995)** et **Pesaran et al. (2001)**, cette approche est la plus apte à distinguer les ajustements conjoncturels (court terme) des relations d'équilibre structurelles (long terme) dans un système où la croissance, l'emploi et l'innovation s'influencent mutuellement.

2.3. Cadre conceptuel de la recherche (Synthèse)

Le schéma suivant (Figure 1) articule les relations supposées :

- L'**IDH** et l'**Innovation** nourrissent la **PTF** (Effet d'offre).
- La **Croissance (LPIBH)** et le **Chômage** interagissent via la dynamique d'**Okun** (Effet de demande).

- La PTF rétroagit sur la **Croissance** et l'**Emploi** via des mécanismes de réallocation schumpétérienne.

Figure 1 : cadre conceptuel des relations macro-économiques entre la productivité le bien-être, la croissance et le marché du travail au Maroc.



Source : Auteurs

3. Données et Méthodologie

L'objectif de cette étude est d'examiner les interactions dynamiques entre la croissance économique, la productivité, l'innovation, le bien-être et le chômage dans une perspective de court et de long terme. Plus précisément, nous cherchons à identifier les mécanismes d'interdépendance entre ces variables, en distinguant les relations d'équilibre de long terme et les ajustements de court terme. Et ce, en utilisant une approche dynamique telle que le VECM (Engle & Granger, 1987).

3.1. Description des données et cadre analytique

L'analyse repose sur des données annuelles couvrant la période 1991–2019. L'analyse porte sur 29 observations (1991–2019). Bien que cette taille soit réduite, suite à la disponibilité des données, elle permet l'estimation d'un VECM sous réserve de prudence statistique. La variable centrale du modèle est la productivité totale des facteurs (PTF), considérée comme un indicateur synthétique de l'efficacité globale du système productif. La croissance économique est appréhendée à travers le logarithme du PIB par habitant (LPIBH)¹, qui capte le niveau de développement et les effets d'échelle. L'innovation est présentée par le logarithme du nombre d'articles publiés dans des journaux scientifiques et techniques LAJST, qui représente l'effort d'accumulation technologique et de modernisation productive. Le bien-être est mesuré par l'indice de développement humain (IDH), intégrant des dimensions éducatives et sociales. Enfin, le taux de chômage (UNEMPL) permet d'analyser les implications macroéconomiques sur le marché du travail.

Ce cadre empirique s'inscrit dans la littérature de la croissance endogène (Aghion et al., 1998; Romer, 1990), selon laquelle l'accumulation du capital humain, l'innovation et l'efficacité productive constituent des moteurs fondamentaux de la croissance, tandis que le chômage reflète les frictions et les déséquilibres macroéconomiques susceptibles d'influencer la dynamique de long terme.

¹ Pour éviter le problème d'écarts entre les variables aux grandes valeurs et celles aux petites valeurs, on a introduit la fonction logarithmique pour certaines variables.

Tableau 1 : Description des variables et sources

Variable	Abréviation	Source	Dimension
Taux de chômage	UNEMP	Banque mondiale	Marché de travail
PIB par habitant	LPIBH	Banque mondiale	Capital humain
Nombre d'articles publiés dans des journaux scientifiques et techniques	LAJST	Banque mondiale	Innovation & R&D
Indice de développement humain	IDH	Banque mondiale	Bien-être
Productivité totale des facteurs	PTF	Groningen Growth and Development Centre (GGDC)	Productivité

Source : établi par nos soins

L'analyse exploratoire met en évidence des tendances marquées pour le PIB par habitant, l'IDH et la PTF, ce qui suggère la présence de composantes non stationnaires. Les corrélations préliminaires indiquent une association positive entre croissance et productivité, conformément aux prédictions théoriques, mais également des interdépendances complexes avec le chômage et les variables structurelles, justifiant une approche économétrique multivariée.

Compte tenu de la nature potentiellement non stationnaire des séries, des tests de racine unitaire (ADF et Phillips-Perron) ont été appliqués. Les résultats montrent que l'ensemble des variables est intégré d'ordre un, $I(1)$, ce qui motive l'utilisation d'un modèle à correction d'erreur vectoriel (VECM) afin d'analyser simultanément la cointégration et les dynamiques d'ajustement.

3.2. Tests de stationnarité

La stationnarité des séries a été examinée à l'aide des tests de racine unitaire d'Augmented Dickey-Fuller (ADF) (Dickey & Fuller, 1979) et de Phillips-Perron (PP) (Perron & Phillips, 1987), en considérant alternativement une constante seule et une constante avec tendance. Les résultats (tableau 2 et 3) indiquent qu'en niveau, les statistiques ADF et PP ne permettent pas de rejeter l'hypothèse nulle de racine unitaire pour l'ensemble des variables (PTF, IDH, LAJST, LPIBH et UNEMPL), les p-values étant largement supérieures au seuil de 5 %. En revanche, en première différence, les deux tests conduisent systématiquement au rejet de l'hypothèse nulle au seuil de 1 % dans presque tous les cas.

Plus précisément, pour le test ADF avec constante, les statistiques deviennent fortement significatives en première différence, par exemple, pour PTF : $t = -3.8022$ avec $p\text{-value} = 0.0029$; pour IDH : $t = -5.2151$, $p\text{-value} = 0.0000$. De même, des résultats similaires ont été obtenus avec le test PP, confirmant la robustesse des conclusions. On peut citer à titre d'exemple, pour LPIBH : statistique ajustée = -9.7819 et $p\text{-value} = 0.0000$.

Ainsi, l'ensemble des variables apparaît intégré d'ordre un, $I(1)$, ce qui justifie l'adoption d'une approche en cointégration multivariée de type Johansen et l'estimation d'un modèle à correction d'erreur vectoriel (VECM) (Engle & Granger, 1987) afin d'examiner les relations de long terme et les dynamiques d'ajustement.

Tableau 2 : Résultats du test ADF

Variables		En niveau		1 ^{ère} différence	
		Constante	Constante + Trend	Constante	Constante + Trend
PTF	t-stat	-1.6135	-2.6740	-3.8022	-11.1746
	P-Value	(0.4761)	(0.2535)	(0.0029)	(0.0000)
IDH	t-stat	0.4712	-2.5832	-5.2151	-5.1164
	P-Value	(0.9840)	(0.2877)	(0.0000)	(0.0001)
LAJST	t-stat	-0.2741	-1.5109	-4.7505	-4.6652
	P-Value	(0.9291)	(0.8254)	(0.0001)	(0.0008)
LPIBH	t-stat	-1.6720	-1.0835	-4.0942	-3.5684
	P-Value	(0.4456)	(0.9318)	(0.0010)	(0.0326)
UNEMPL	t-stat	-0.9301	-2.8945	-6.8316	-6.7137
	P-Value	(0.7779)	(0.1640)	(0.0000)	(0.0000)

Source : établi par nos soins

Tableau 3 : Résultats du test PP

Variables		En niveau		1 ^{ère} différence	
		Constante	Constante + Trend	Constante	Constante + Trend
PTF	Adj. t-Stat	-1.5657	-2.6074	-8.1831	-11.5534
	P-Value	(0.5008)	(0.2765)	(0.0000)	(0.0000)
IDH	Adj. t-Stat	0.4219	-2.7730	-5.2267	-5.1385
	P-Value	(0.9823)	(0.2070)	(0.0000)	(0.0001)
LAJST	Adj. t-Stat	-0.3591	-1.9953	-4.7961	-4.6962
	P-Value	(0.9167)	(0.6040)	(0.0001)	(0.0007)
LPIBH	Adj. t-Stat	0.2153	-3.3203	-9.7819	-9.8539
	P-Value	(0.9731)	(0.0630)	(0.0000)	(0.0000)
UNEMPL L	Adj. t-Stat	-0.9215	-1.6067	-6.5956	-6.5041
	P-Value	(0.7808)	(0.7898)	(0.0000)	(0.0000)

Source : établi par nos soins

3.3. Modélisation économétrique : cadre théorique et spécification du VECM

- *Cadre théorique*

Le modèle empirique repose ainsi sur une relation structurelle de long terme de la forme :

$$PTF_t = f(LPIBH_t, IDH_t, LAJST_t, UNEMPL_t)$$

Où la productivité dépend du niveau de développement économique, du capital humain, de l'effort d'innovation et des conditions du marché du travail.

Compte tenu des interdépendances potentielles entre ces variables, une approche multivariée s'impose afin de capter simultanément les relations de long terme et les ajustements dynamiques.

- *Spécification économétrique*

Les tests de racine unitaire (ADF et Phillips-Perron) indiquant que les séries sont intégrées d'ordre un, I(1), l'analyse repose sur une méthodologie de cointégration multivariée selon l'approche de Johansen (1991). Cette méthode permet d'identifier l'existence de relations d'équilibre de long terme entre variables non stationnaires.

Soit le vecteur endogène :

$$X_t = (PTF_t, LPIBH_t, IDH_t, LAJST_t, UNEMPL_t)'$$

Le modèle VAR(p) en niveau peut s'écrire :

$$X_t = A_1 X_{t-1} + \dots + A_p X_{t-p} + \varepsilon_t$$

La représentation en modèle à correction d'erreur vectoriel (VECM) est alors donnée par :

$$\Delta X_t = \Pi X_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta X_{t-1} + \varepsilon_t$$

Où :

- $\Pi = \alpha\beta'$ est une matrice dont le rang détermine le nombre de relations de cointégration
- β contient les vecteurs de cointégration (relations de long terme)
- α représente les coefficients d'ajustement vers l'équilibre
- Γ_i captent la dynamique de court terme
- ε_t est un vecteur d'innovations.

- *Nombre de lags optimal*

Le choix du nombre de retards du modèle VAR sous-jacent au VECM a été déterminé à partir des critères d'information standards ainsi que du test du ratio de vraisemblance séquentiel (LR). Les résultats sont présentés dans le tableau 4.

En effet, le passage de zéro à un retard améliore significativement la qualité d'ajustement du modèle, comme en témoignent l'augmentation substantielle du log-vraisemblance (de 206.026

à 375.713) et la significativité du test LR ($\chi^2 = 339.38$; $p < 0.01$). Les critères FPE, HQIC et SBIC atteignent également leur minimum au premier retard, ce qui suggère une spécification à un lag.

Cependant, l'introduction d'un second retard conduit à une amélioration supplémentaire du log-vraisemblance (LL = 401.217) et le test LR demeure significatif ($\chi^2 = 51.007$; $p = 0.002$), indiquant que la dynamique additionnelle apporte une information statistiquement pertinente. Par ailleurs, le critère d'Akaike (AIC), connu pour privilégier les spécifications plus riches en dynamique, atteint sa valeur minimale à deux retards (-24.7298).

Dans un contexte d'échantillon relativement petit ($N = 29$), les critères pénalisant davantage la complexité du modèle (SBIC et HQIC) qui supposent une spécification à un retard, tandis que l'AIC et le test LR soutiennent l'inclusion d'un second retard. Compte tenu de ces éléments et des tests de diagnostic ultérieurs (absence d'autocorrélation résiduelle et la normalité des erreurs), le modèle VECM a été estimé avec deux retards, permettant de mieux capturer la dynamique de court terme tout en conservant une cohérence économétrique (Lütkepohl, 2005).

Tableau 4 : le nombre de lags optimal selon différents critères d'information

Lag	LL	LR	df	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	206.026				4.0e-13	-14.359	-14.2863	-14.1211
1	375.713	339.38	25	0.000	1.3e-17*	-24.6938	-24.2575*	-23.2665*
2	401.217	51.007*	25	0.002	1.6e-17	-24.7298*	-23.9298	-22.113

Source : établi par nos soins

4. Résultats

Après avoir examiné les propriétés statistiques des séries et vérifié les conditions de stationnarité et de stabilité du système, ainsi que déterminé le nombre optimal de retards, nous testons l'existence d'éventuelles relations de cointégration de long terme entre les variables. Sur la base des résultats obtenus, nous procédons ensuite à la spécification et à l'estimation d'un modèle VECM, permettant de distinguer les dynamiques de court terme des mécanismes d'ajustement vers l'équilibre de long terme.

- *Test de cointégration au sens de Johansen*

Avant de procéder à l'estimation du modèle VECM, il convient de vérifier l'existence d'une relation de cointégration entre les variables du système. À cet effet, le test de cointégration de Johansen a été appliqué en retenant deux retards et une constante dans l'espace de cointégration. Les résultats, présentés au tableau 5, indiquent l'existence d'une seule relation d'équilibre de long terme entre les variables considérées.

En effet, l'hypothèse nulle d'absence de cointégration ($r = 0$) est rejetée au seuil de 5 %, la statistique de trace (72.9614) dépassant la valeur critique correspondante (68.52). En revanche, l'hypothèse nulle de l'existence d'une relation de cointégration ($r \leq 1$) ne peut être rejetée, la statistique de trace (35.4250) étant inférieure à la valeur critique à 5 % (47.21). Les statistiques associées aux rangs supérieurs ($r \leq 2$, $r \leq 3$, etc.) confirment également l'absence de relations supplémentaires significatives.

Ces résultats conduisent donc à retenir un rang de cointégration égal à un ($r = 1$), ce qui implique l'existence d'un unique vecteur d'équilibre de long terme reliant les variables du système. Cette configuration suggère que les dynamiques de croissance, de productivité, d'innovation, de développement humain et de chômage sont liées par une contrainte d'équilibre commune de long terme, tandis que les ajustements de court terme permettent de corriger les écarts transitoires par rapport à cette trajectoire d'équilibre. Conformément à l'approche de Johansen (1991, 1995), le modèle VECM a ainsi été estimé en retenant une seule relation de cointégration.

Tableau 5 : résultat du test de cointégration au sens de Johansen

Rang maximal	Paramètres	LL	Valeurs propres	Traces statistiques	Valeur critique à 5%
0	30	364.7364	.	72.9614	68.52
1	39	383.5046	0.73831	35.4250*	47.21
2	46	391.41488	0.43165	19.6045	29.68
3	51	396.75558	0.31715	8.9231	15.41
4	54	401.14352	0.26906	0.1472	3.76
5	55	401.21711	0.00524		

Source : établi par nos soins

- **Estimation du modèle VECM**

Après avoir vérifié les propriétés statistiques des séries et confirmé leur intégration d'ordre un par des tests de racine unitaire, l'analyse empirique se concentre sur l'estimation du modèle à correction d'erreur vectoriel (VECM). Les résultats du test de cointégration de Johansen indiquent l'existence d'une relation d'équilibre à long terme entre la croissance économique, la productivité, l'innovation, le bien-être et le chômage, justifiant ainsi l'adoption d'un cadre économétrique dynamique multivarié.

Le VECM au sens d'Engle & Granger (1987) permet de distinguer explicitement les interactions structurelles de long terme, captées par les vecteurs de cointégration, des ajustements de court terme, mesurés par les coefficients de correction d'erreur et les retards différenciés. Cette approche offre un cadre cohérent pour analyser les mécanismes d'interdépendance entre les variables étudiées, tout en tenant compte des déséquilibres transitoires et des délais d'ajustement propres aux dynamiques macroéconomiques.

Le tableau 6 présente les résultats relatifs à la significativité globale des équations issues de l'estimation du modèle VECM retenu. L'examen des statistiques du test du chi-deux indique que l'ensemble des équations, à l'exception partielle de celle relative au chômage, est globalement significatif au seuil de 1 %. En effet, les probabilités associées aux équations de la productivité (Δ PTF), du développement humain (Δ IDH), de l'innovation (Δ LAJST) et de la croissance économique (Δ LPIBH) sont toutes inférieures à 0,01, confirmant ainsi que les variables explicatives contribuent conjointement et de manière significative à l'explication des variations de ces agrégats.

Par ailleurs, les coefficients de détermination (R^2) témoignent d'un pouvoir explicatif élevé pour ces équations, avec des valeurs comprises entre 0,69 et 0,96. Plus précisément, l'équation du développement humain présente un ajustement particulièrement satisfaisant ($R^2 = 0,9554$), suivie par celle de la croissance économique ($R^2 = 0,8385$), de l'innovation ($R^2 = 0,7400$) et de la productivité ($R^2 = 0,6881$). Ces résultats suggèrent que le système dynamique estimé capture de manière adéquate les interdépendances entre les variables macroéconomiques étudiées.

En revanche, l'équation du chômage affiche une significativité globale plus modérée ($p = 0,0608$) ainsi qu'un coefficient de détermination relativement faible ($R^2 = 0,3913$). Cette performance plus limitée peut s'expliquer par la nature structurellement complexe du marché du travail, dont les fluctuations sont susceptibles de dépendre de facteurs institutionnels, démographiques ou réglementaires non explicitement intégrés dans le modèle.

Dans l'ensemble, ces résultats confirment la cohérence statistique du VECM estimé et mettent en évidence l'existence d'interactions dynamiques significatives entre croissance économique, productivité, innovation, bien-être et chômage, tout en suggérant que la dynamique du chômage demeure partiellement influencée par des déterminants exogènes au système considéré.

Tableau 6 : la significativité globale des équations générées par le VECM

Equation	Parms	RMSE	R-sq	Chi2	P>chi2
D_PTF	7	0.023873	0.6881	46.33763	0.0000
D_IDH	7	0.00209	0.9554	449.4378	0.0000
D_LAJST	7	0.035794	0.7400	59.757	0.0000
D_LPIBH	7	0.008456	0.8385	109.0604	0.0000
D_UNEMPL	7	0.474772	0.3913	13.49904	0.0608

Source : élaboré par nos soins sur le logiciel Stata

- **Coefficients d'ajustement**

Le Tableau 7 présente les coefficients d'ajustement associés au terme d'erreur de cointégration, permettant d'identifier les variables qui contribuent à la correction des déséquilibres de long terme. Les résultats indiquent que la productivité (Δ PTF), l'innovation (Δ LAJST), la croissance économique (Δ LPIBH) et le chômage (Δ UNEMPL) présentent des coefficients statistiquement significatifs, traduisant un mécanisme d'ajustement actif vers l'équilibre. En particulier, la significativité du coefficient associé à Δ PTF (p-value < 0,01) confirme que la productivité réagit aux écarts par rapport à la relation de long terme, bien que la vitesse d'ajustement demeure modérée. De même, la croissance économique affiche un ajustement significatif et rapide (p-value < 0,01), soulignant son rôle central dans la stabilisation du système. Le chômage présente également un coefficient significatif (p-value < 0,05), suggérant que le marché du travail absorbe une partie des déséquilibres macroéconomiques.

En revanche, le coefficient associé au bien-être (Δ IDH) n'est pas statistiquement significatif, indiquant que cette variable apparaît faiblement exogène dans le système et ne participe pas activement au mécanisme de correction.

Globalement, ces résultats mettent en évidence une interaction dynamique où la croissance, la productivité, l'innovation et le chômage contribuent conjointement à la convergence vers l'équilibre de long terme, tandis que le bien-être joue un rôle davantage structurel que d'ajustement.

Tableau 7 : Coefficients d'ajustement (α)

Équation	Coefficient ce1	z-stat	p-value	Ajustement
Δ PTF	0.0586	3.07	0.002***	Oui
Δ IDH	0.0011	0.63	0.527	Non
Δ LAJST	-0.0742	-2.59	0.010***	Oui
Δ LPIBH	0.0279	4.12	0.000***	Oui
Δ UNEMPL	-0.8094	-2.13	0.033**	Oui

Source : élaboré par nos soins sur le logiciel Stata (*** p < 0.01)

- **Dynamique de court terme**

Après avoir confirmé l'existence d'une relation de cointégration de long terme, nous passons à l'analyse des dynamiques de court terme qui permet d'identifier les mécanismes de transmission conjoncturels entre les variables du système. Dans le cadre d'un modèle VECM, ces effets sont capturés par les coefficients associés aux variables différenciées retardées ainsi que par le terme de correction d'erreur, qui traduit la vitesse d'ajustement vers l'équilibre de long terme (Johansen, 1995; Lütkepohl, 2005). L'examen de ces paramètres permet ainsi de distinguer les dynamiques d'inertie interne des effets de transmission intersectorielle à court terme.

Le tableau 8 présente les principaux effets significatifs de court terme issus de l'estimation du modèle. Les résultats mettent en évidence des mécanismes d'inertie dynamique au sein du système. En effet, la productivité (Δ PTF) dépend positivement de sa propre valeur retardée (coefficient = 0,7145 ; p-value < 0,05), traduisant une persistance des chocs productifs. Ce résultat est conforme aux modèles de croissance endogène dans lesquels les gains de

productivité présentent un caractère cumulatif, lié aux effets d'apprentissage et d'innovation (Aghion & Howitt, 1990; Romer, 1990).

La variation du chômage influence également positivement la productivité à court terme (coefficient = 0,0305 ; p-value < 0,05). Ce résultat peut s'interpréter à la lumière des ajustements cycliques du marché du travail, où les phases de contraction de l'emploi peuvent temporairement accroître la productivité moyenne apparente, notamment via des mécanismes de sélection ou de rationalisation organisationnelle (Bassanini & Duval, 2006; O. Blanchard & Katz, 1999).

Le bien-être (Δ IDH) présente une forte inertie (coefficient = 0,5617 ; p-value < 0,05), suggérant que les améliorations du bien-être s'inscrivent dans un processus graduel et cumulatif. Cette dynamique progressive est cohérente avec la littérature sur le capital humain et les transitions structurelles, qui souligne la lenteur des ajustements institutionnels et sociaux (Barro, 2013; UNDP, 2020).

Concernant le chômage, l'effet autorégressif négatif et significatif (coefficient = -0,5850 ; p-value < 0,05) indique un mécanisme de correction partielle à court terme. Une hausse antérieure du chômage tend ainsi à être suivie d'un ajustement inverse, traduisant un certain degré de résorption conjoncturelle, phénomène fréquemment observé dans les dynamiques macroéconomiques de court terme (Ball et al., 2017).

Enfin, le terme de correction d'erreur (ce1) apparaît significatif dans l'équation de la croissance économique (Δ LPIBH) (coefficient = 0,0279 ; p-value < 0,01), ce qui indique que la croissance joue un rôle actif dans le rétablissement de l'équilibre de long terme. Autrement dit, les écarts par rapport à la relation structurelle sont partiellement corrigés via l'ajustement de l'activité économique, confirmant le rôle central de la croissance dans la stabilisation macroéconomique du système.

Dans l'ensemble, ces résultats mettent en évidence des interactions dynamiques significatives à court terme, caractérisées par des effets d'inertie marqués et par un processus d'ajustement macroéconomique dominé par la croissance.

Tableau 8 : Effets significatifs de court terme

Variable dépendante	Variable retardée	Coefficient	p-value
Δ PTF	Δ PTF(-1)	0.7145	0.046**
Δ PTF	Δ UNEMPL(-1)	0.0305	0.033**
Δ IDH	Δ IDH(-1)	0.5617	0.011**
Δ UNEMPL	Δ UNEMPL(-1)	-0.5850	0.040**
Δ LPIBH	_ce1	0.0279	0.000***

*Source : élaboré par nos soins sur le logiciel Stata (*** p < 0.01, **p < 0.05, * p < 0.10)*

• *Dynamique de long terme*

L'identification d'une relation de cointégration implique l'existence d'un équilibre structurel reliant durablement les variables du système. Dans le cadre d'un modèle VECM, le vecteur de cointégration capture cette relation d'équilibre de long terme, tandis que les coefficients estimés traduisent la nature et l'intensité des interdépendances structurelles entre les composantes macroéconomiques étudiées. L'analyse des paramètres de long terme permet ainsi de déterminer comment la PTF s'inscrit dans un cadre d'interactions durables avec le bien-être, la croissance économique, l'innovation et les conditions du marché du travail. Le tableau 9 présente le vecteur de cointégration normalisé sur la PTF et met en évidence la configuration structurelle qui gouverne la trajectoire de long terme du système.

$$PTF = 54.76IDH + 1.12LAJST + 46.26LPIBH + 0.56UNEMPL - 179.30$$

La significativité globale de la relation confirme l'existence d'un équilibre structurel de long terme reliant la productivité, le développement humain, l'innovation, la croissance économique et le chômage.

Le coefficient associé au bien-être (IDH) est positif et hautement significatif ($\beta = 54,7556$; p -value $< 0,01$). Ce résultat indique qu'à long terme, l'amélioration du capital humain et des conditions sociales contribue significativement à l'augmentation de la productivité globale. Ce constat est conforme aux modèles de croissance endogène, qui placent le capital humain au cœur du processus d'accumulation des connaissances et d'innovation (Lucas, 1988; Romer, 1990). Les travaux empiriques récents confirment également que la qualité du capital humain constitue un déterminant majeur des écarts internationaux de productivité (Hanushek & Woessmann, 2015b; Tajoui et al., 2025).

La croissance économique (LPIBH) présente un coefficient négatif et significatif ($\beta = -46,2634$; p -value $< 0,01$). Dans un cadre de cointégration, ce signe doit être interprété relativement à la normalisation adoptée. Il traduit une relation d'équilibre entre la croissance et la productivité plutôt qu'un effet causal direct. Ce résultat peut refléter des phases de croissance extensive, reposant davantage sur l'accumulation quantitative des facteurs que sur des gains d'efficacité. Ce phénomène est observé dans certaines économies en développement ou en transition structurelle (OCDE, 2016; Rodrik, 2016). Il peut également traduire des ajustements structurels où les déséquilibres de croissance sont progressivement résorbés via des variations de la productivité.

Le chômage (UNEMPL) exerce un effet négatif et significatif à long terme ($\beta = -0,5593$; p -value $< 0,01$), indiquant qu'un niveau élevé de chômage est associé à une détérioration durable de la performance productive. Ce résultat s'inscrit dans la littérature sur l'hystérèse du chômage et la dépréciation du capital humain, selon laquelle une persistance du chômage réduit l'accumulation de compétences et l'efficacité productive (Ball et al., 2017; O. J. Blanchard & Summers, 1986). Les analyses contemporaines soulignent également que des rigidités persistantes sur le marché du travail peuvent freiner l'innovation et l'allocation efficiente des ressources (Cette et al., 2017; OCDE, 2021).

En revanche, le coefficient associé à l'innovation (LAJST) n'est pas statistiquement significatif (p -value = 0,211). L'absence d'effet direct robuste à long terme peut s'expliquer par plusieurs facteurs. En effet, un délai de transmission plus long entre l'effort innovant et les gains de productivité, une mesure imparfaite de l'activité technologique ou encore un effet indirect transitant par le capital humain et la croissance. La littérature récente souligne que l'impact de l'innovation sur la productivité dépend fortement de la capacité d'absorption technologique et de la qualité institutionnelle (Aghion et al., 2019; Andrews et al., 2016).

Généralement, la relation de long terme met en évidence le rôle structurant du développement humain et du marché du travail dans la dynamique productive, tout en suggérant que l'innovation agit de manière plus indirecte dans le système étudié.

Tableau 9 : Équation de long terme (Vecteur de cointégration)

Variable	Coefficient	z-stat	p-value
IDH	54.7556	5.79	0.000***
LAJST	-1.1198	-1.25	0.211
LPIBH	-46.2634	-8.14	0.000***
UNEMPL	-0.5593	-6.27	0.000***

Source : élaboré par nos soins sur le logiciel Stata (*** $p < 0.01$)

- **Validation du modèle**

Afin de garantir la robustesse et la fiabilité des estimations obtenues, une série de tests diagnostiques a été réalisée sur le modèle VECM. Ces tests portent notamment sur l'autocorrélation des résidus, leur normalité, ainsi que sur la stabilité structurelle du système estimé. L'objectif est de vérifier que les hypothèses sous-jacentes au modèle sont satisfaites et que les résultats économétriques peuvent être interprétés de manière valide sur le plan statistique et économique.

▪ **Test d'autocorrélation des résidus**

Les résultats du test de Lagrange-Multiplicateur (LM) pour l'autocorrélation des résidus (tableau 10) indiquent l'absence de corrélation sérielle dans le modèle estimé. En effet, pour les six premiers retards considérés, les statistiques χ^2 ne sont pas statistiquement significatives, avec des probabilités largement supérieures au seuil conventionnel de 5 % (par exemple, $p = 0,7188$ au retard 1 ; $p = 0,2473$ au retard 2 ; $p = 0,8282$ au retard 3).

Ces résultats conduisent au non-rejet de l'hypothèse nulle d'absence d'autocorrélation des erreurs à tous les retards testés. L'absence de dépendance sérielle confirme la bonne spécification dynamique du VECM et garantit la validité des inférences statistiques effectuées sur les coefficients estimés. Conformément aux recommandations méthodologiques en analyse des modèles VAR/VECM (Lütkepohl, 2005), l'absence d'autocorrélation des résidus constitue une condition essentielle pour assurer la robustesse et la cohérence des estimations.

Tableau 10 : LM test pour l'autocorrélation des erreurs

lag	chi2	df	Prob > chi2
1	20.5243	25	0.71881
2	29.4064	25	0.24728
3	18.3272	25	0.82819
4	23.2993	25	0.56009
5	7.7880	25	0.99960
6	27.6924	25	0.32221

Source : élaboré par nos soins sur le logiciel Stata

▪ **Tests de normalité des erreurs**

Les Tableaux 11 à 13 présentent les résultats des tests de normalité des résidus du VECM, fondés sur la statistique de Jarque–Bera ainsi que sur la décomposition en asymétrie (skewness) et en aplatissement (kurtosis).

En effet, le test de Jarque–Bera (Tableau 11) indique que l'hypothèse nulle de normalité des résidus ne peut être rejetée pour aucune des équations individuelles, les probabilités associées étant toutes supérieures au seuil de 5 %. Par exemple, les p-values s'élèvent à 0,141 pour Δ PTF, 0,816 pour Δ IDH et 0,733 pour Δ LPIBH. Le test global multivarié (ALL) confirme également la normalité conjointe des résidus ($\chi^2 = 6,190$; $p = 0,799$), attestant de l'absence de déviation significative par rapport à la distribution normale.

Tableau 11 : résultats du test Jarque-Bera

Equation	chi2	df	Prob > chi2
D_PTF	3.917	2	0.14110
D_IDH	0.407	2	0.81584
D_LAJST	0.376	2	0.82853
D_LPIBH	0.623	2	0.73252
D_UNEMPL	0.868	2	0.64788
ALL	6.190	10	0.79901

Source : élaboré par nos soins sur le logiciel Stata

Les résultats du test d'asymétrie (Tableau 12) montrent que les coefficients de skewness ne sont pas statistiquement significatifs, tant au niveau individuel que global ($p = 0,788$ pour l'ensemble du système), ce qui suggère une distribution symétrique des erreurs autour de la moyenne. De même, le test d'aplatissement (Tableau 13) ne révèle aucune anomalie significative de kurtosis, les probabilités associées étant largement supérieures au seuil critique de 5 %. Les valeurs de kurtosis observées demeurent proches de la valeur théorique de 3, caractéristique d'une distribution normale.

Tableau 12 : résultats du test Skewness

Equation	Skewness	chi2	df	Prob > chi2
D_PTF	0.5263	1.293	1	0.25557
D_IDH	0.17397	0.141	1	0.70705
D_LAJST	0.27779	0.360	1	0.54844
D_LPIBH	0.16996	0.135	1	0.71350
D_UNEMPL	-0.32622	0.497	1	0.48099
ALL		2.425	5	0.78768

Source : élaboré par nos soins sur le logiciel Stata

Tableau 13 : résultats du test Kurtosis

Equation	Kurtosis	chi2	df	Prob > chi2
D_PTF	4.4997	2.624	1	0.10526
D_IDH	3.4773	0.266	1	0.60614
D_LAJST	3.1174	0.016	1	0.89909
D_LPIBH	2.3534	0.488	1	0.48494
D_UNEMPL	2.4357	0.371	1	0.54220
ALL		3.765	5	0.58371

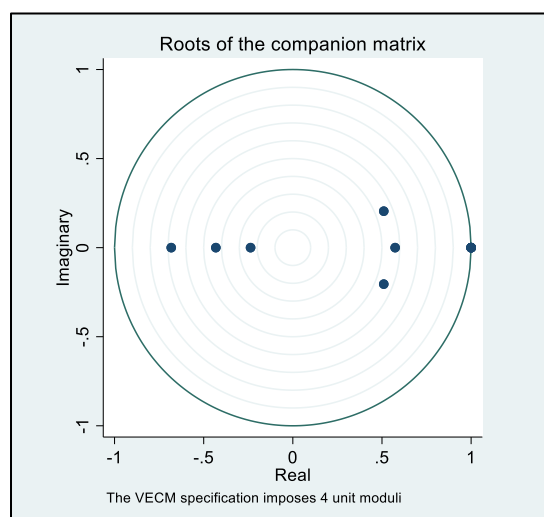
Source : élaboré par nos soins sur le logiciel Stata

Dans l'ensemble, ces résultats confirment que les résidus du modèle VECM respectent l'hypothèse de normalité, ce qui représente une condition importante pour la validité des tests d'inférence asymptotique dans les modèles VAR/VECM (Johansen, 1995; Lütkepohl, 2005). L'absence de non-normalité significative renforce ainsi la robustesse statistique des estimations et la fiabilité des conclusions tirées quant aux interactions dynamiques entre croissance, productivité, innovation, bien-être et chômage.

▪ **Tests de stabilité du modèle**

La figure 2 présente les racines du polynôme caractéristique associées à la matrice compagnon du VECM estimé. Le critère de stabilité dans les modèles VAR/VECM exige que toutes les valeurs propres (à l'exception des racines unitaires imposées par la cointégration) aient un module strictement inférieur à un et se situent à l'intérieur du cercle unité (Lütkepohl, 2005).

Figure 2 : représentation des résultats du test de stabilité



Source : élaborée par nos soins sur le logiciel Stata

Les résultats graphiques montrent à cet effet que l'ensemble des racines non unitaires est bien contenu à l'intérieur du cercle unité, tandis que les racines de module égal à un correspondent aux restrictions théoriques induites par la présence d'un vecteur de cointégration ($r = 1$). Cette

absence de racines en dehors du cercle unité confirme que le système est dynamiquement stable et que les chocs exogènes ont des effets transitoires plutôt qu'explosifs.

Ainsi, le modèle VECM satisfait la condition de stabilité, ce qui renforce la robustesse des résultats empiriques relatifs aux interactions entre productivité, croissance, innovation, bien-être et chômage.

4. Discussion des résultats

Cette section propose une interprétation approfondie des résultats économétriques obtenus, en les replaçant dans le cadre des fondements théoriques et de la littérature empirique récente. L'objectif est d'examiner la cohérence économique des relations mises en évidence par le modèle VECM, en analysant les mécanismes d'interaction entre productivité, bien-être, innovation, croissance économique et chômage. Une attention particulière est accordée à la distinction entre les dynamiques de court terme et les relations structurelles de long terme, afin de mieux comprendre les canaux par lesquels ces variables contribuent à la trajectoire productive de l'économie étudiée.

4.1. Dynamique de long terme : une interaction structurelle dominée par le capital humain et le marché du travail

Les résultats du vecteur de cointégration mettent en évidence l'existence d'une relation d'équilibre de long terme entre la productivité totale des facteurs (PTF), le développement humain (IDH), la croissance économique (LPIBH) et le chômage (UNEMPL). La significativité du coefficient associé à l'IDH confirme le rôle structurant du capital humain dans la dynamique productive.

Ce résultat s'inscrit pleinement dans le cadre des modèles de croissance endogène, où l'accumulation du capital humain stimule l'innovation, améliore l'efficacité productive et renforce les externalités de connaissance (Lucas, 1988; Romer, 1990). Empiriquement, plusieurs travaux montrent que l'éducation et la santé constituent des déterminants majeurs de la productivité agrégée et du progrès technologique (Barro, 2001; Hanushek & Woessmann, 2012). Dans cette perspective, le bien-être ne représente pas uniquement une finalité du développement, mais également un facteur explicatif de la performance économique de long terme.

La croissance économique apparaît également structurellement liée à la productivité. Cette interdépendance confirme l'idée selon laquelle les gains d'efficacité constituent un moteur essentiel de la croissance soutenable comme l'a souligné Solow (1956) dans son modèle de croissance exogène et l'a confirmé Romer dans son modèle de la croissance endogène (1990). Toutefois, l'interprétation du signe estimé suggère que la croissance observée pourrait, dans le contexte étudié, être partiellement portée par une accumulation extensive des facteurs plutôt que par une amélioration continue de l'efficacité globale. De tels résultats ont été observés dans certaines économies en développement, où la contribution de la PTF à la croissance demeure limitée en raison de contraintes institutionnelles ou d'une allocation inefficace des ressources (Rodrik, 2013).

Le chômage exerce un effet négatif significatif sur la relation de long terme, ce qui confirme que la détérioration du marché du travail fragilise la performance productive. Ce résultat est cohérent avec les théories d'hystérèse. Selon ces théories un chômage élevé et persistant entraîne une dépréciation du capital humain et réduit la capacité d'innovation et d'adaptation technologique (O. J. Blanchard & Summers, 1986; Layard et al., 1991). Il souligne également l'importance des institutions du marché du travail dans la dynamique de productivité (Nickell, 1997).

En revanche, l'innovation mesurée par LAJST n'apparaît pas significative dans la relation structurelle de long terme. Cette absence de significativité ne signifie pas nécessairement

l'inexistence d'un effet, mais peut refléter un délai de transmission plus long ou une capacité d'absorption technologique insuffisante. La littérature souligne en effet que l'impact de l'innovation sur la productivité dépend fortement du capital humain et des institutions, via des mécanismes d'apprentissage et d'appropriation technologique (Aghion et al., 2021; Cohen & Levinthal, 1990).

4.2. Dynamiques de court terme : inertie, ajustements et réallocation

Les résultats de court terme révèlent des mécanismes complémentaires. La productivité présente une forte inertie dynamique, comme en témoigne la significativité de son retard. Cette persistance est cohérente avec les modèles mettant en avant les effets d'apprentissage cumulatif et de diffusion progressive des technologies (Comin & Gertler, 2006). Les gains de productivité tendent ainsi à s'inscrire dans des trajectoires graduelles plutôt que dans des ajustements instantanés.

Par ailleurs, l'effet positif du chômage sur la productivité à court terme peut s'interpréter à travers le mécanisme de sélection ou de réallocation des ressources. Selon cette approche, les périodes de ralentissement économique conduisent à la disparition des unités les moins productives et à une réallocation des ressources vers les entreprises les plus efficaces, ce qui peut temporairement accroître la productivité moyenne de l'économie (Aghion et al., 2009; R. Caballero & Hammour, 1991). Ce phénomène s'inscrit dans la logique schumpétérienne de destruction créatrice (Schumpeter, 1911), qui stipule que l'innovation et le renouvellement du tissu productif résultent d'un processus continu d'entrée et de sortie des entreprises.

Les travaux empiriques récents confirment que la réallocation des facteurs et les flux d'emplois entre les entreprises jouent un rôle central dans l'amélioration de la productivité agrégée, parfois en représentant une part importante de la croissance de la productivité à long terme (R. J. Caballero, 2008). Toutefois, la littérature contemporaine souligne également que cet effet peut être ambivalent. En effet, si les récessions favorisent parfois l'élimination des entreprises inefficaces, elles peuvent aussi entraîner des phénomènes de mauvaise allocation des ressources susceptibles d'affecter négativement la productivité à moyen et long terme (Furceri et al., 2021). Ainsi, la relation positive observée à court terme entre chômage et productivité reflète davantage un ajustement conjoncturel lié à la restructuration économique, tandis que l'effet négatif identifié à long terme traduit les coûts structurels du chômage, notamment en termes de perte de capital humain et de ralentissement de la dynamique productive.

La croissance et le bien-être n'exercent pas d'effets immédiats significatifs sur les autres variables, ce qui suggère que leurs influences s'expriment principalement via les mécanismes d'équilibre de long terme plutôt que par des transmissions instantanées. Cette dissociation entre le court et le long terme est caractéristique des modèles VECM, où les déséquilibres temporaires sont progressivement corrigés par les mécanismes d'ajustement (Johansen, 1995; Lütkepohl, 2005).

Enfin, les résultats empiriques mettent en évidence une dynamique économique caractérisée par l'articulation entre les mécanismes structurels de long terme et les ajustements conjoncturels de court terme. À long terme, la productivité apparaît fortement liée au développement du capital humain et aux conditions du marché du travail, confirmant le rôle central du bien-être et de l'emploi dans la performance économique durable. À court terme, les interactions observées reflètent davantage des mécanismes d'inertie et de réallocation productive, traduisant l'existence d'ajustements progressifs au sein du système économique. L'ensemble de ces résultats souligne ainsi la nature multidimensionnelle des déterminants de la productivité, où le capital humain, la dynamique économique et le fonctionnement du marché du travail interagissent pour façonner la trajectoire productive de l'économie étudiée.

4.3. Analyse des effets causales

L'analyse de la causalité est conduite dans le cadre du modèle à correction d'erreur vectoriel

(VECM), conformément aux recommandations méthodologiques applicables en présence de variables intégrées d'ordre un et cointégrées. Alors que la causalité de Granger est initialement formulée dans un cadre VAR standard (Granger, 1969), l'existence d'une relation de cointégration impose l'utilisation du VECM, qui constitue la représentation restreinte d'un VAR en niveau (Engle & Granger, 1987; Johansen, 1995). Cette spécification permet de distinguer explicitement les dynamiques de court terme des mécanismes d'ajustement de long terme.

La causalité de court terme est testée à l'aide de tests de Wald portant sur la significativité conjointe des coefficients des variables retardées en différences, tandis que la causalité de long terme est évaluée à partir de la significativité du terme de correction d'erreur, lequel mesure la vitesse d'ajustement vers l'équilibre de long terme. Enfin, la causalité dite « forte » est examinée via un test conjoint intégrant à la fois les effets de court et de long terme. Cette approche permet d'identifier non seulement les interactions dynamiques temporaires entre les variables, mais également les relations structurelles sous-jacentes qui assurent la convergence vers l'équilibre macroéconomique (Lütkepohl, 2005).

Les résultats de causalité de Granger issus du VECM (tableau 14) révèlent une architecture dynamique fortement hiérarchisée, caractérisée par une dominance des mécanismes de long terme et une interdépendance structurelle marquée entre la croissance, la productivité, l'innovation, le bien-être et le chômage. L'ensemble des relations significatives indique que le système fonctionne davantage selon des ajustements structurels que conjoncturels, ce qui est cohérent avec les approches contemporaines de la croissance endogène comme le modèle de Romer (1990) et des dynamiques institutionnelles comme illustrent les analyses de North (1990).

4.3.1. Productivité (PTF) : variable d'ajustement structurel

La productivité totale des facteurs apparaît principalement déterminée à long terme par l'ensemble des variables du système (IDH, innovation, croissance, chômage). L'absence de causalité robuste de court terme, combinée à une causalité forte de long terme, suggère que la PTF ne réagit pas immédiatement aux fluctuations conjoncturelles mais s'ajuste progressivement aux déséquilibres structurels.

Ce résultat rejoint les analyses récentes qui soulignent que la dynamique de la productivité est dominée par des facteurs structurels tels que le capital humain, la qualité institutionnelle et l'innovation technologique (Aghion et al., 2019; Cette et al., 2022). La significativité du chômage à court terme ($p = 0.033$) indique néanmoins que les tensions sur le marché du travail peuvent affecter temporairement l'efficacité productive, ce qui est cohérent avec les travaux récents sur les effets de réallocation et de « cleansing effect » des crises (Baqae & Farhi, 2020; Foster et al., 2016).

Ainsi, la productivité apparaît comme une variable endogène de long terme, intégrée dans un équilibre macro-structurel.

4.3.2. Bien-être (IDH) : variable relativement exogène

Le bien-être (IDH) présente une faible endogénéité dynamique. Les résultats indiquent l'absence de causalité significative provenant de la plupart des variables, à l'exception d'un effet marginal de la croissance à court terme au seuil de risque de 10 %. Cette relative exogénéité suggère que le bien-être évolue selon une trajectoire institutionnelle plus lente et cumulative, moins sensible aux chocs conjoncturels. Cette conclusion est cohérente avec la littérature contemporaine sur la résilience institutionnelle et la dépendance au sentier dans les trajectoires de développement (Acemoglu & Robinson, 2019; Rodrik, 2018).

La croissance semble influencer marginalement l'IDH, ce qui confirme les travaux récents montrant que l'impact du PIB sur le bien-être dépend fortement de la qualité de la redistribution et des politiques publiques (Blanchet & Fleurbaey, 2020; Stiglitz et al., 2018).

4.3.3. Innovation (LAJST) : variable hautement endogène

L'innovation apparaît comme l'une des variables les plus endogènes du système. Elle subit des causalités fortes provenant de presque toutes les autres variables, principalement via des mécanismes de long terme.

Cela reflète l'idée que l'innovation est profondément intégrée dans l'environnement macroéconomique et institutionnel. Les travaux récents sur les systèmes nationaux d'innovation soulignent précisément cette interdépendance entre la croissance économique, le capital humain, le marché du travail et la production technologique (Aghion et al., 2021; Castellacci & Natera, 2016).

La causalité forte du chômage vers l'innovation peut s'interpréter à travers les mécanismes de restructuration et de transformation sectorielle. Les tensions sur le marché du travail peuvent stimuler l'adoption technologique ou réorienter l'investissement vers des secteurs plus productifs (Acemoglu & Restrepo, 2020).

4.3.4. Croissance économique (LPIBH) : variable centrale du système

La croissance économique occupe une position essentielle au sein du système causal identifié. En effet, les résultats montrent qu'elle se situe à l'intersection de plusieurs mécanismes de transmission, puisqu'elle subit et transmet simultanément des effets significatifs provenant des autres variables du système. Cette position centrale suggère que la croissance agit comme un vecteur d'ajustement et de diffusion des dynamiques productives et sociales au sein de l'économie.

Plus précisément, la forte causalité observée entre l'innovation et la croissance, à la fois à court et à long terme, confirme les prédictions des modèles schumpétériens modernes de croissance endogène. Dans ces modèles, l'innovation constitue un moteur essentiel de la dynamique économique en favorisant la diffusion technologique, la création de nouvelles activités et l'amélioration de l'efficacité productive (Aghion et al., 2021). Les avancées technologiques stimulent ainsi l'accumulation de connaissances et la transformation structurelle des économies, ce qui se traduit par une croissance plus soutenue à long terme. Plusieurs études empiriques récentes confirment d'ailleurs que l'intensité de l'innovation, mesurée notamment par les dépenses en R&D ou le nombre de brevets, exerce un effet significatif sur les performances macroéconomiques et la compétitivité des économies (Bloom et al., 2021; OCDE, 2021).

Par ailleurs, la causalité observée entre le chômage et la croissance, bien que marginale à court terme mais significative à long terme, rejoint les analyses contemporaines mettant en évidence l'importance des frictions du marché du travail dans la dynamique macroéconomique. Un chômage persistant peut réduire l'accumulation de capital humain, affaiblir la capacité d'innovation et limiter la diffusion technologique, ce qui finit par peser sur la trajectoire de croissance à long terme (O. Blanchard, 2018; Chingoiro et al., 2022). De plus, un marché du travail caractérisé par une forte segmentation ou par des rigidités institutionnelles peut freiner l'allocation efficiente des ressources et réduire l'efficacité globale de l'économie.

Dans ce contexte, la croissance apparaît comme un mécanisme de transmission central reliant les différentes dimensions du système économique. Elle agit à la fois comme un canal de diffusion des effets de l'innovation, comme un vecteur d'ajustement des dynamiques du marché du travail et comme un moteur de transformation productive. Cette position intermédiaire souligne que les interactions entre innovation, emploi et productivité ne sont pas indépendantes, mais s'inscrivent dans un processus dynamique où la croissance constitue le principal mécanisme d'intégration et de propagation des effets économiques.

4.3.5. Chômage (UNEMPL) : variable d'ajustement structurel

Le chômage présente une causalité significative de long terme vis-à-vis de la productivité et de l'innovation, ce qui suggère que les déséquilibres structurels du marché du travail influencent

durablement la dynamique technologique et productive de l'économie marocaine. Un niveau élevé ou persistant de chômage peut en effet freiner l'accumulation de capital humain, réduire les incitations à l'investissement en innovation et limiter la diffusion des nouvelles technologies au sein du système productif. Dans cette perspective, les performances productives ne dépendent pas uniquement des progrès technologiques, mais également de la capacité du marché du travail à mobiliser et à valoriser efficacement les compétences disponibles.

Tableau 14 : Résultat du test de causalité

Y (variable dépendante)	X (variable exclue)	χ^2 (court terme)	Court terme (p-value)	Long terme (p-value)	Forte (p-value)	Décision
PTF	IDH	0.04	0.8320	0.0021***	0.0088***	Causalité de long terme
	LAJST	0.10	0.7573		0.0001***	Causalité forte (dominée par long terme)
	LPIBH	3.57	0.0590*		0.0000***	Causalité forte (court terme marginal + long terme)
	UNEMPL	4.53	0.0333**		0.0086***	Causalité forte (court + long terme)
IDH	PTF	0.15	0.6945	0.5266	0.7342	Absence de causalité
	LAJST	0.33	0.5683		0.8007	Absence de causalité
	LPIBH	2.93	0.0871*		0.0529*	Causalité faible de court terme (10%)
	UNEMPL	0.32	0.5741		0.3952	Absence de causalité
LAJST	PTF	0.25	0.6187	0.0096***	0.0341**	Causalité forte (long terme dominante)
	IDH	0.44	0.5068		0.0277**	Causalité forte
	LPIBH	0.43	0.5132		0.0265**	Causalité forte
	UNEMPL	0.02	0.8924		0.0063***	Causalité forte
LPIBH	PTF	1.22	0.2698	0.0000***	0.0001***	Causalité forte (long terme dominante)
	IDH	0.25	0.6161		0.0002***	Causalité forte
	LAJST	0.9970	0.0000***		0.0000***	Causalité forte (court + long terme)
	UNEMPL	3.23	0.0725*		0.0001***	Causalité forte (court marginal + long terme)
UNEMPL	PTF	0.04	0.8429	0.0332**	0.1034	Causalité de long terme
	IDH	0.42	0.5163		0.0843*	Causalité faible (10%)
	LAJST	0.04	0.8474		0.0300**	Causalité forte
	LPIBH	0.61	0.4340		0.0981*	Causalité faible (10%)

Source : établi par nos soins Stata

La littérature contemporaine sur l'automatisation et les transitions sectorielles souligne que les transformations technologiques modifient profondément la structure de l'emploi et la

répartition des compétences entre les secteurs. Les travaux d'Acemoglu et Restrepo (2020) montrent notamment que l'introduction des technologies automatisées peut entraîner à la fois des destructions d'emplois dans certaines activités et la création de nouvelles tâches dans d'autres secteurs, générant ainsi des processus complexes de réallocation du travail. De même, Autor et al (2023) mettent en évidence que ces mutations technologiques contribuent à reconfigurer les marchés du travail en accentuant la polarisation des emplois et en modifiant les trajectoires de productivité.

Par ailleurs, la causalité bidirectionnelle partielle observée entre chômage et croissance confirme l'existence de mécanismes d'hystérèse modérée. Selon cette approche, les chocs macroéconomiques peuvent produire des effets durables sur le marché du travail et influencer la trajectoire de croissance à long terme. Cette dynamique a été largement documentée dans la littérature économique, notamment à la suite de la crise financière mondiale et plus récemment dans le contexte des perturbations économiques liées à la pandémie de COVID-19 (Ball et al., 2013; O. Blanchard, 2018). Elle suggère que les déséquilibres du marché du travail peuvent non seulement résulter des fluctuations économiques, mais également contribuer à en amplifier les effets à long terme sur la croissance et la productivité.

Dans l'ensemble, l'analyse de causalité met en évidence une structure dynamique caractérisée par une forte interdépendance entre les variables du système, dominée principalement par des mécanismes d'ajustement de long terme. Les résultats soulignent le rôle central de la croissance économique comme vecteur de transmission entre l'innovation, la productivité et le marché du travail, tandis que la productivité et le chômage apparaissent comme des variables d'ajustement structurel reflétant l'équilibre macroéconomique sous-jacent.

Par ailleurs, le bien-être se distingue par une dynamique relativement autonome, confirmant son inscription dans des trajectoires institutionnelles et sociales de long terme. Dans l'ensemble, ces résultats confirment que la dynamique productive de l'économie marocaine résulte d'interactions complexes entre les facteurs technologiques, le capital humain et les conditions du marché du travail, mettant en évidence l'importance des réformes structurelles et des politiques d'innovation pour soutenir une croissance durable.

5. Limites de l'étude

Malgré la robustesse statistique des résultats obtenus, cette étude comporte certaines limites qu'il convient de souligner :

- **Taille de l'échantillon** : L'analyse repose sur 29 observations annuelles (1991-2019), une taille réduite imposée par la disponibilité des données au Maroc, ce qui nécessite une certaine prudence dans l'interprétation statistique des résultats du modèle VECM.
- **Proxy de l'innovation** : En raison de l'absence de données sur longue période concernant les brevets ou les dépenses en R&D, l'innovation a été appréhendée par le nombre de publications scientifiques. Bien qu'utile pour mesurer l'accumulation de connaissances, cet indicateur ne reflète pas directement l'innovation technologique industrielle,
- **Proxy du bien-être (IDH)** : Le choix de l'IDH est justifié par la nécessité de dépasser la simple mesure du revenu par habitant via une approche multidimensionnelle (santé, éducation, revenu). Toutefois, cet indicateur reste une mesure objective et ne capte pas le bien-être subjectif lié à la satisfaction de vie ressentie par la population
- **Complexité du marché du travail** : Le modèle affiche un pouvoir explicatif plus modéré pour l'équation du chômage (), suggérant que les fluctuations de l'emploi au Maroc dépendent également de facteurs institutionnels, démographiques ou réglementaires non intégrés dans ce cadre macroéconomique.
- **Délai de transmission de l'innovation** : L'absence de significativité de l'innovation dans la relation de long terme peut indiquer un délai de transmission plus long que celui

capté par le modèle, ou une capacité d'absorption technologique encore insuffisante dans le tissu productif marocain.

6. Conclusion

Les résultats empiriques obtenus dans cet article mettent en évidence l'existence d'interactions dynamiques significatives entre la productivité, l'innovation, le bien-être, la croissance économique et le chômage dans le cas marocain. L'analyse de cointégration confirme tout d'abord la présence d'une relation d'équilibre de long terme entre ces variables, suggérant que leurs trajectoires évoluent conjointement dans le temps et s'inscrivent dans un cadre macroéconomique interdépendant. Cette interdépendance souligne que la dynamique productive d'une économie, spécifiquement l'économie marocaine, ne peut être appréhendée indépendamment des transformations technologiques, des conditions sociales et des évolutions du marché du travail.

Les estimations du modèle VECM montrent que la productivité totale des facteurs constitue un élément central de ce système dynamique. Elle apparaît principalement déterminée par des facteurs structurels tels que le capital humain, l'innovation et les conditions du marché du travail, confirmant ainsi les analyses contemporaines qui considèrent la productivité comme le résultat d'un processus cumulatif d'apprentissage, d'innovation et d'adaptation institutionnelle (Aghion et al., 2019; Cette et al., 2022). Les résultats indiquent également que le bien-être, mesuré par l'IDH, joue un rôle structurant dans la dynamique économique marocaine de long terme, ce qui confirme l'importance du capital humain et des conditions sociales dans l'amélioration de l'efficacité productive.

Par ailleurs, l'innovation apparaît comme une variable fortement endogène au sein du système, influencée par l'environnement macroéconomique et institutionnel. Ce résultat est cohérent avec les approches récentes des systèmes nationaux d'innovation, qui soulignent l'interdépendance entre la performance économique, le capital humain et les capacités technologiques (Castellacci & Natera, 2016; OCDE, 2021). L'analyse met également en évidence l'importance du marché du travail dans la dynamique macroéconomique du Maroc. Le chômage exerce des effets persistants sur la productivité et la croissance, ce qui confirme l'existence de mécanismes d'hystérèse et souligne le rôle des institutions du marché du travail dans la trajectoire de développement économique (Ball et al., 2013; O. Blanchard, 2018).

L'analyse de causalité confirme en outre que les interactions entre ces variables s'inscrivent dans une dynamique progressive d'ajustement, caractérisée par des effets différés et des mécanismes de transmission multiples.

Dans l'ensemble, les résultats mettent en évidence que la croissance économique marocaine ne peut être interprétée uniquement comme le produit d'une accumulation quantitative de facteurs de production. Elle résulte plutôt d'un processus complexe dans lequel les interactions entre l'innovation, le capital humain, la productivité et les institutions du marché du travail jouent un rôle déterminant. Cette lecture rejoint les approches contemporaines de la croissance endogène et de la transformation structurelle, qui soulignent l'importance des capacités d'innovation, de l'apprentissage et des institutions dans la performance économique de long terme (Aghion et al., 2021; Rodrik, 2018).

L'analyse empirique menée dans ce travail permet de valider les trois hypothèses de recherche initialement formulées. Premièrement, **l'hypothèse H₁ est confirmée** par les résultats du vecteur de cointégration, montrant que l'IDH exerce un impact positif et hautement significatif sur la PTF à long terme ($\beta = 54,75$; $p < 0.01$), validant ainsi le rôle du capital humain comme moteur de l'efficacité productive. Deuxièmement, **l'hypothèse H₂ est également validée**, le chômage dégradant durablement la performance productive ($\beta = -0.56$; $p < 0.01$), ce qui atteste de l'existence de mécanismes d'hystérèse au sein de l'économie marocaine. Enfin, **l'hypothèse H₃ est corroborée** par l'analyse de causalité qui identifie la croissance économique (PIB par

habitant) comme le pivot central du système, agissant comme le principal vecteur de transmission des chocs entre l'effort d'innovation et les dynamiques du marché du travail. Ces résultats ouvrent également plusieurs perspectives de recherche dans le cas du Maroc. Des analyses futures pourraient notamment approfondir le rôle des institutions, de la diffusion technologique ou encore des transformations numériques dans la dynamique conjointe de l'innovation, de la productivité et du bien-être. Une extension possible consisterait également à intégrer des indicateurs plus fins d'innovation ou de capital humain afin de mieux comprendre les mécanismes de transmission entre progrès technologique et développement économique.

Références

- (1). Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2020). Robots and Jobs : Evidence from US Labor Markets. *Journal of Political Economy*, 128(6), 2188-2244. <https://doi.org/10.1086/705716>
- (2). Acemoglu, D., & Robinson, J. A. (2019). Rents and economic development : The perspective of Why Nations Fail. *Public Choice*, 181(1), 13-28. <https://doi.org/10.1007/s11127-019-00645-z>
- (3). Aghion, P., Akcigit, U., Bergeaud, A., Blundell, R., & Hemous, D. (2019). Innovation and Top Income Inequality. *The Review of Economic Studies*, 86(1), 1-45. <https://doi.org/10.1093/restud/rdy027>
- (4). Aghion, P., Boustan, L., Hoxby, C., & Vandenbussche, J. (2009). .The Causal Impact of Education on Economic Growth : Evidence from U.S. *Brookings Papers on Economic Activity*, (1), 1-73.
- (5). Aghion, P., Chérif, R., & Hasanov, F. (2021). *Competition, Innovation, and Inclusive Growth*. International Monetary Fund.
- (6). Aghion, P., & Howitt, P. (1990). *A Model of Growth Through Creative Destruction* (No. W3223; p. w3223). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w3223>
- (7). Aghion, P., Howitt, P., Brant-Collett, M., & García-Peñalosa, C. (1998). *Endogenous growth theory*. MIT Press.
- (8). Aguiar-Conraria, L., Martins, M., & Soares, M. J. (2020). Okun's Law across time and frequencies. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 116(C). <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2020.103897>
- (9). Akcigit, U., & Ates, S. T. (2021). Ten Facts on Declining Business Dynamism and Lessons from Endogenous Growth Theory. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 13(1), 257-298. <https://doi.org/10.1257/mac.20180449>
- (10). Andrews, D., Criscuolo, C., & Gal, P. N. (2016). *The Best versus the Rest : The Global Productivity Slowdown, Divergence across Firms and the Role of Public Policy* (OECD Productivity Working Papers No. 5; OECD Productivity Working Papers, Vol. 5). <https://doi.org/10.1787/63629cc9-en>
- (11). Autor, D. H., Mindell, D. A., & Reynolds, E. (2023). *The Work of the Future : Building Better Jobs in an Age of Intelligent Machines*. MIT Press.
- (12). Autor, D., & Salomons, A. M. (2018). Is automation labor-displacing? : Productivity growth, employment, and the labor share. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2018(spring), 1-72.
- (13). Autor, D., Salomons, A., & Seegmiller, B. (2023). Patenting with the Stars : Where are Technology Leaders Leading the Labor Market? *MIT Shaping the Future of Work Initiative*. <https://shapingwork.mit.edu/wp-content/uploads/2023/10/Autor-Salomons-Seegmiller-Feb-2023.pdf>

- (14). Ball, L., DeLong, J. B., & Summers, L. H. (Éds.). (2017). *Fiscal Policy and Full Employment*. W.E. Upjohn Institute. <https://doi.org/10.17848/9780880996389>
- (15). Ball, L., Leigh, D., & Loungani, P. (2013). *Okun's Law : Fit at Fifty?* (No. W18668; p. w18668). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w18668>
- (16). Baqaee, D., & Farhi, E. (2020). *Nonlinear Production Networks with an Application to the Covid-19 Crisis* (Working Paper No. 27281). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w27281>
- (17). Barro, R. J. (1990). Government Spending in a Simple Model of Endogeneous Growth. *Journal of Political Economy*, 98(5, Part 2), S103-S125. <https://doi.org/10.1086/261726>
- (18). Barro, R. J. (2001). Human Capital and Growth. *American Economic Review*, 91(2), 12-17. <https://doi.org/10.1257/aer.91.2.12>
- (19). Barro, R. J. (2013). Education and Economic Growth. *ANNALS OF ECONOMICS AND FINANCE*, 14(2), 277-304.
- (20). Bassanini, A., & Duval, R. (2006). *Employment Patterns in OECD Countries : Reassessing the Role of Policies and Institutions* (OECD Economics Department Working Papers No. 486; OECD Economics Department Working Papers, Vol. 486). <https://doi.org/10.1787/846627332717>
- (21). Blanchard, O. (2018). Should We Reject the Natural Rate Hypothesis? *Journal of Economic Perspectives*, 32(1), 97-120. <https://doi.org/10.1257/jep.32.1.97>
- (22). Blanchard, O. J., & Summers, L. H. (1986). Hysteresis and the European Unemployment Problem. *NBER Macroeconomics Annual*, 1, 15-78. <https://doi.org/10.1086/654013>
- (23). Blanchard, O., & Katz, L. F. (1999). Wage Dynamics : Reconciling Theory and Evidence. *American Economic Review*, 89(2), 69-74. <https://doi.org/10.1257/aer.89.2.69>
- (24). Blanchet, D., & Fleurbaey, M. (2020). Building Indicators for Inclusive Growth and its Sustainability : What Can the National Accounts Offer and How Can They Be Supplemented? *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, (517-518-519), 9-24. <https://doi.org/10.24187/ecostat.2020.517t.2020>
- (25). Bloom, N., Brynjolfsson, E., Foster, L., Jarmin, R., Patnaik, M., Saporta-Eksten, I., & Van Reenen, J. (2019). What Drives Differences in Management Practices? *American Economic Review*, 109(5), 1648-1683. <https://doi.org/10.1257/aer.20170491>
- (26). Bloom, N., Romer, P., Terry, S. J., & Van Reenen, J. (2021). Trapped Factors and China's Impact on Global Growth. *The Economic Journal*, 131(633), 156-191. <https://doi.org/10.1093/ej/ueaa086>
- (27). Brynjolfsson, E., Li, D., & Raymond, L. R. (2023). NBER WORKING PAPER SERIES. *NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH*. <http://www.nber.org/papers/w31161>
- (28). Caballero, R., & Hammour, M. (1991). *The Cleansing Effect of Recessions* (No. W3922; p. w3922). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w3922>
- (29). Caballero, R. J. (2008). Creative Destruction. In *The New Palgrave Dictionary of Economics* (p. 1203-1207). Palgrave Macmillan, London. https://doi.org/10.1007/978-1-349-58802-2_336
- (30). Cassier, M., & Foray, D. (2001). Économie de la connaissance : Le rôle des consortiums de haute technologie dans la production d'un bien public: *Économie & prévision*, n° 150-151(4), 107-122. <https://doi.org/10.3917/ecop.150.0107>
- (31). Castellacci, F., & Natera, J. M. (2016). Innovation, absorptive capacity and growth heterogeneity : Development paths in Latin America 1970–2010. *Structural Change and Economic Dynamics*, 37, 27-42. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2015.11.002>

- (32). Cette, G., Corde, S., & Lecat, R. (2017). *Stagnation of productivity in France : A legacy of the crisis or a structural slowdown?* (Post-Print) [Working paper]. HAL. <https://doi.org/10.24187/ecostat.2017.494t.1916>
- (33). Cette, G., Devillard, A., & Spiezia, V. (2022). Growth Factors in Developed Countries : A 1960–2019 Growth Accounting Decomposition. *Comparative Economic Studies*, 64(2), 159-185. <https://doi.org/10.1057/s41294-021-00170-3>
- (34). Cevik, S., Naik, Sadhna, & Primus, K. (2024). Chasing the Dream : Industry-Level Productivity Developments in Europe. *IMF Working Papers*, 2024(258), 1. <https://doi.org/10.5089/9798400294464.001>
- (35). Chingoiro, S., Machera, R. P., & Mbulawa, S. (2022). YOUTH UNEMPLOYMENT AND ECONOMIC GROWTH IN SADCCOUNTRIES : AN APPLICATION OF OKUN'S LAW USING PANEL DATA. *Annals of the University of Craiova, Economic Sciences Series*, 1(50), 51.
- (36). Clark, A. E. (2018). Four Decades of the Economics of Happiness : Where Next? *Review of Income and Wealth*, 64(2), 245-269. <https://doi.org/10.1111/roiw.12369>
- (37). Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity : A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1). <http://links.jstor.org/sici?sici=0001-8392%28199003%2935%3A1%3C128%3AACANPO%3E2.0.CO%3B2-5>
- (38). Comin, D., & Gertler, M. (2006). Medium-Term Business Cycles. *American Economic Review*, 96(3), 523-551. <https://doi.org/10.1257/aer.96.3.523>
- (39). Criscuolo, C., Andrews, D., & Gal, P. N. (2019). *The best versus the rest : Divergence across firms during the global productivity slowdown* (Working Paper No. 1645). London School of Economics and Political Science. Centre for Economic Performance. http://cep.lse.ac.uk/_new/publications/series.asp?prog=CEP
- (40). Dauth, W., Findeisen, S., Suedekum, J., & Woessner, N. (2021). The Adjustment of Labor Markets to Robots. *Journal of the European Economic Association*, 19(6), 3104-3153. <https://doi.org/10.1093/jeea/jvab012>
- (41). David, P. A., & Foray, D. (2002). Une introduction à l'économie et à la société du savoir. *Revue internationale des sciences sociales*, 171(1), 13. <https://doi.org/10.3917/riss.171.0013>
- (42). De Ridder, M. (2024). Market Power and Innovation in the Intangible Economy. *American Economic Review*, 114(1), 199-251. <https://doi.org/10.1257/aer.20201079>
- (43). Deaton, A. (2018). What do self-reports of wellbeing say about life-cycle theory and policy? *Journal of Public Economics*, 162, 18-25. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2018.02.014>
- (44). Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 427-431. <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531>
- (45). Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-Integration and Error Correction : Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 55(2), 251. <https://doi.org/10.2307/1913236>
- (46). Fagerberg, J., Mowery, D. C., & Nelson, R. R. (2005). *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press.
- (47). Foray, D. (2009). *L'économie de la connaissance: La Découverte*. <https://doi.org/10.3917/dec.foray.2009.01>
- (48). Foray, D., & Lundvall, B.-A. (1997). Une introduction à l'économie fondée sur la connaissance. In *Économie de la connaissance et organisations* (p. 16-38). L'Harmattan. <http://infoscience.epfl.ch/record/64509>

- (49). Foster, L., Grim, C., Haltiwanger, J., & Wolf, Z. (2016). Firm-Level Dispersion in Productivity : Is the Devil in the Details? *American Economic Review*, 106(5), 95-98. <https://doi.org/10.1257/aer.p20161023>
- (50). Furceri, D., Kilic Celik, S., Jalles, J. T., & Koloskova, K. (2021). Recessions and total factor productivity : Evidence from sectoral data. *Economic Modelling*, 94, 130-138. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.09.025>
- (51). Granger, C. W. J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*, 37, 424-438.
- (52). Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2012). Schooling, educational achievement, and the Latin American growth puzzle. *Journal of Development Economics*, 99(2), 497-512. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2012.06.004>
- (53). Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2015a). *Chapter 2 The economic impact of educational quality*. <https://china.elgaronline.com/edcollchap/edcoll/9781783473533/9781783473533.00009.xml>
- (54). Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2015b). *The Knowledge Capital of Nations : Education and the Economics of Growth*. The MIT Press. <https://www.jstor.org/stable/j.ctt17kk9kq>
- (55). Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2020). Chapter 14—Education, knowledge capital, and economic growth. In S. Bradley & C. Green (Éds.), *The Economics of Education (Second Edition)* (p. 171-182). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815391-8.00014-8>
- (56). Johansen, S. (1991). Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. *Econometrica*, 59(6), 1551. <https://doi.org/10.2307/2938278>
- (57). Johansen, S. (1995). *Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/0198774508.001.0001>
- (58). Kassenboehmer, S. C., & Haisken-DeNew, J. P. (2009). You're Fired! The Causal Negative Effect of Entry Unemployment on Life Satisfaction. *The Economic Journal*, 119(536), 448-462. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2008.02246.x>
- (59). Layard, P. R. G., Nickell, S. J., & Jackman, R. (1991). *Unemployment : Macroeconomic performance and the labour market*. Oxford University Press.
- (60). Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- (61). Lütkepohl, H. (2005). *New introduction to multiple time series analysis : With ... 36 tables* (1. ed., corr. 2. print). Springer.
- (62). Nickell, S. (1997). Unemployment and Labor Market Rigidities : Europe versus North America. *Journal of Economic Perspectives*, 11(3), 55-74. <https://doi.org/10.1257/jep.11.3.55>
- (63). North, D. C. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511808678>
- (64). OCDE. (2021, mai 31). *OECD Economic Outlook, Volume 2021 Issue 1*. OECD. https://www.oecd.org/en/publications/oecd-economic-outlook/volume-2021/issue-1_edfbca02-en.html
- (65). Owyang, M., & Sekhposyan, T. (2012). Okun's law over the business cycle : Was the great recession all that different? *Review*, (Sep), 399-418.
- (66). Perron, P., & Phillips, P. C. B. (1987). *DOES GNP HAVE A UNIT ROOT?* [https://doi.org/10.1016/0165-1765\(87\)90027-9](https://doi.org/10.1016/0165-1765(87)90027-9)
- (67). Rodrik, D. (2013). Unconditional Convergence in Manufacturing*. *The Quarterly Journal of Economics*, 128(1), 165-204. <https://doi.org/10.1093/qje/qjs047>

- (68). Rodrik, D. (2016). An African Growth Miracle? *Journal of African Economies*, jafeco;ejw027v1. <https://doi.org/10.1093/jae/ejw027>
- (69). Rodrik, D. (2018). Populism and the economics of globalization. *Journal of International Business Policy*, 1(1-2), 12-33. <https://doi.org/10.1057/s42214-018-0001-4>
- (70). Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), S71-S102.
- (71). Schumpeter, J. A. (1911). *Théorie de l'évolution économique : Recherches sur le profit, le c'édit, l'intérêt et le cycle de la conjoncture : Introduction* (F. Perroux, Trad.). J.-M. Tremblay. <https://doi.org/10.1522/cla.scj.the>
- (72). Solow, R. M. (1956). La théorie de la croissance et son évolution. *Revue française d'économie*, 3(2), 3-27. <https://doi.org/10.3406/rfec0.1988.1175>
- (73). Stevenson, B., & Wolfers, J. (2013). Subjective Well-Being and Income : Is There Any Evidence of Satiation? *American Economic Review*, 103(3), 598-604. <https://doi.org/10.1257/aer.103.3.598>
- (74). Stiglitz, J., Fitoussi, J.-P., & Durand, M. (2018). *For Good Measure : Advancing Research on Well-being Metrics Beyond GDP*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264307278-en>
- (75). TAJOUÏ, M., & ECHAOUÏ, A. (2025). *IMPACT DE L'ECONOMIE DE LA CONNAISSANCE SUR LA CROISSANCE ECONOMIQUE AU MAROC : INVESTIGATION EMPIRIQUE PAR L'APPROCHE DES MULTIPLICATEURS DYNAMIQUES*. <https://doi.org/10.34874/PRSM.rimms-vol7iss1.54027>
- (76). Tajoui, M., Oussama, R., & Abdellah, E. (2025). Focus on the Impact of the Knowledge Economy on Economic Growth in the Moroccan Context : Evidence from the Novel Dynamic ARDL Simulation (DYNARDL) and Kernel-Based Regularized Least Squares (KRLS). *Economic Studies Journal*, (5), 78-100.
- (77). UNDP (Éd.). (2020). *The next frontier : Human development and the Anthropocene*. United Nations Development Programme.