

Changement climatique et dynamique macroéconomique au Maroc : Évaluation des mécanismes de transmission par un modèle DSGE semi- structurel

Climate Change and Macroeconomic Dynamics in Morocco: Assessing Transmission Mechanisms via a Semi-Structural DSGE Model

Lahoucine ACHMAKOU 

Laboratoire d'Études et de Recherches Appliquées en Sciences Économiques, Université Ibn Zohr, AGADIR, Maroc

Said ROUBYOU 

Laboratoire d'économie, finance, gestion et innovation, Faculté d'Économie et de Gestion, Université Ibn Tofail, Kénitra, Maroc

Hicham OUAKIL 

Laboratoire d'économie, finance, gestion et innovation, Faculté d'Économie et de Gestion, Université Ibn Tofail, Kénitra, Maroc

Résumé. Le changement climatique fait peser des risques macroéconomiques croissants sur les économies structurellement vulnérables et dépendantes des précipitations. La littérature s'est largement appuyée sur des mesures agrégées de productivité ou sur des modèles d'équilibre général calculable. Cette orientation laisse les mécanismes de transmission sous-jacents insuffisamment explorés. Cet article examine les implications macroéconomiques des chocs climatiques au Maroc. Il se concentre sur l'agriculture en tant que principal canal de transmission. Nous développons et estimons un modèle d'équilibre général stochastique dynamique (DSGE) semi-structurel entre 2009T1 et 2022T4. Les résultats montrent qu'un choc climatique défavorable, une baisse de 10 % de l'indice SPEI, la variable climatique, entraîne une contraction immédiate de 17 % de la production agricole. La transmission au reste de l'économie est nettement plus modérée. En effet, la production non agricole ne reculant que de 1 % et le PIB total de 3 %. Ces résultats peuvent être justifiés par une mobilité potentielle des facteurs de production, bien que ce mécanisme ne soit pas explicitement modélisé, et la part relativement faible de l'agriculture dans le PIB. Quant à l'inflation augmente de 3,5 % principalement sous l'effet de la dépréciation du taux de change consécutive à une politique monétaire accommodante. Ces résultats mettent en évidence une hétérogénéité sectorielle de la vulnérabilité climatique du Maroc. Ces résultats soulignent l'importance d'intégrer les considérations climatiques dans la conception de la politique monétaire.

Mots-clés : *Changement climatique ; Modèle DSGE ; Agriculture ; Maroc ; Indice SPEI ; Produit Intérieur Brut*

Abstract. Climate change poses growing macroeconomic risks to economies that are structurally vulnerable and dependent on rainfall. The literature has largely relied on aggregate measures of productivity or computable general equilibrium models. This approach leaves the underlying transmission mechanisms insufficiently explored. This article examines the macroeconomic implications of climate shocks in Morocco. It focuses on agriculture as the main transmission channel. We develop and estimate a semi-structural dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) model covering the period from Q1 2009 to Q4 2022. The results show that an adverse climate shock—a 10% decline in the SPEI index, the climate variable—leads to an immediate 17% contraction in agricultural output. The transmission to the rest of

the economy is significantly more moderate. Indeed, non-agricultural output declines by only 1%, and total GDP by 3%. These results can be explained by the potential mobility of production factors, although this mechanism is not explicitly modeled, and agriculture's relatively small share of GDP. As for inflation, it rises by 3.5%, mainly due to the depreciation of the exchange rate resulting from an accommodative monetary policy. These results highlight sectoral heterogeneity in Morocco's climate vulnerability. These results underscore the importance of incorporating climate considerations into the design of monetary policy.

Keywords: *Climate change; DSGE model; Agriculture; Morocco; SPEI index; Gross Domestic Product*

1. Introduction

Depuis la révolution industrielle, le développement de l'activité humaine, surtout celle axées sur la consommation d'énergies fossiles, s'est traduit par la croissance de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Le résultat est l'aggravation de la variabilité climatique à l'image des événements climatiques extrêmes tels que les périodes de sécheresse prolongées, les tempêtes et les inondations. Si l'activité économique est à la source de ces perturbations, elle en subit désormais l'effet boomerang en voyant sa propre croissance compromise.

La littérature comporte plusieurs études empiriques affirmant les conséquences drastiques du changement climatique sur la sphère économique telles que (Breisinger *et al.*, 2013) (Asafu-Adjaye, 2014) (Piontek *et al.*, 2019) (Chamma, 2025) (Bejarano et Rodríguez, 2025) (Allan, Figus et Pathak, 2025) (El Ouazzani *et al.*, 2025) (Dueñas, Goytia et Hoffmann, 2026), ainsi que (Ehigiamusoe *et al.*, 2026). En effet, ces études montrent que l'augmentation de la température, la baisse des précipitations ou encore les événements climatiques extrêmes menacent les conditions économiques. Les canaux de transmission s'étendent de l'agriculture à la perception du risque de défaut et l'incitation entrepreneuriale. Cependant, la littérature ne converge pas exclusivement vers des effets négatifs. En fait, une partie non négligeable de la littérature souligne une hétérogénéité d'effets économiques du changement climatique. Il affecte des secteurs beaucoup plus largement que d'autres. Outre ces effets globaux, il peut présenter des externalités positives pour des régions et négatives pour d'autres (Weber et Hauer, 2003) (Ibarra, Vargas et López, 2013) (Tanure, Domingues et Magalhaes, 2023).

Dans ce sens, l'Afrique est l'une des régions les plus vulnérables aux effets du changement climatique (Winters *et al.*, 1998) (Asafu-Adjaye, 2014). Cette vulnérabilité s'explique par un effet de départ défavorable, caractérisé par des températures déjà élevées, doublé d'une forte dépendance aux ressources naturelles et d'une prépondérance de l'agriculture pluviale. À cela s'ajoute la fragilité structurelle des économies africaines. Ces spécificités climatiques et structurelles expliquent l'intérêt croissant de la littérature économique pour le continent africain, devenu un terrain d'analyse central telle que dans (Arndt *et al.*, 2014) (Lanzafame, 2014) (Abidoye et Odusola, 2015) (Alagidede, Adu et Frimpong, 2016) (Siddig *et al.*, 2020) ou encore (Feye, Beyene et Kumar, 2025). Le présent article s'inscrit dans cette dynamique en explorant les implications économiques du changement climatique au Maroc.

La contribution de cette étude repose sur trois dimensions. Sur le plan méthodologique, nous adoptons un modèle d'équilibre général dynamique et stochastique (DSGE). Il s'agit d'une approche qui n'a pas encore été pleinement mobilisée dans la littérature empirique sur le sujet. Bien que la littérature existante sur le sujet soit vaste, elle privilégie majoritairement l'économétrie sur données de panel ou les modèles d'équilibre général calculable (CGE). Même si ces méthodes permettent de mesurer et d'évaluer des effets d'impact globaux, elles ne permettent pas d'identifier les mécanismes de transmission sous-jacents. Notre travail s'attache précisément à combler cette limite. Grâce aux propriétés du modèle DSGE, nous capturons les interactions structurelles entre les principales variables macroéconomiques et les canaux de

transmission du choc climatique. Quoique nous nous inscrivions dans le même choix méthodologique que (El Ouazzani *et al.*, 2025) ainsi que (Bejarano et Rodríguez, 2025), notre valeur ajoutée réside dans la spécification du mécanisme d'action retenu. Contrairement à ces deux travaux fondés sur l'impact de la productivité globale des facteurs (PGF) sur le produit intérieur brut (PIB), ou aux études focalisées sur les rendements de cultures spécifiques comme les céréales (Hertel et de Lima, 2020), nous isolons explicitement les mécanismes de transmission des conditions climatiques à travers l'agriculture. Cette dernière constitue non seulement un moteur direct de la valeur ajoutée, mais agit également comme un vecteur d'entraînement majeur sur les autres branches et sur le marché du travail.

Sur le plan de la mesure du risque climatique, alors que la littérature appréhende quasi universellement le changement climatique à travers des mesures isolées (températures moyennes, précipitations) ou des indicateurs d'émissions (Abidoye et Odusola, 2015) (Alagidede, Adu et Frimpong, 2016) (Duan *et al.*, 2022) (Ehigiamusoe *et al.*, 2026), notre étude innove en intégrant un indice synthétique de sécheresse. Cela permet de capturer de manière plus précise et multidimensionnelle l'intensité et la sévérité des chocs climatiques subis par l'économie.

Le reste de cet article est structuré comme suit : la deuxième section expose la revue de la littérature, la troisième présente les faits stylisés, et la quatrième détaille le modèle d'équilibre général. Enfin, la cinquième section est consacrée à la présentation des résultats et à leur discussion. Une conclusion achève le travail.

2. Revue de littérature

a. Changement climatique et activité économique : Effets négatifs et canaux de propagation

Le changement climatique s'impose aujourd'hui comme l'un des défis économiques majeurs de notre siècle. Il présente un effet négatif sur la croissance économique (Fankhauser et Tol, 2005) (Abidoye et Odusola, 2015) (Elshennawy, Robinson et Willenbockel, 2016) (Kadanali et Yalcinkaya, 2020) (Dueñas, Goytia and Hoffmann, 2026). Les canaux de transmission sont divers. En effet, le changement climatique, à l'image des catastrophes climatiques, augmente le risque perçu de défaut de paiement, ce qui incite les banques à limiter directement l'octroi de crédits (Chen, Li et Tang, 2024). Dans le même sens, les institutions financières répercutent le risque climatique sur leurs clients et par la suite augmentent leurs taux débiteurs. En conséquence, les entrepreneurs, en eux-mêmes sont moins incités à s'engager dans les activités entrepreneuriales au sein d'un environnement caractérisé par des températures extrêmement élevées (Chen, Zhang et Chen, 2024).

Cet effet désincitatif peut également s'expliquer par la baisse des rendements anticipés. En fait, la dégradation des conditions climatiques peut engendrer une baisse de la productivité totale des facteurs (PTF) (Breisinger *et al.*, 2013) (Asafu-Adjaye, 2014) (Piontek *et al.*, 2019) (El Ouazzani *et al.*, 2025). En effet, une baisse de la production anticipée entraîne une diminution de l'investissement lorsque le taux d'épargne est constant. En outre, la réduction de l'investissement ralentit l'accumulation du capital (Fankhauser et Tol, 2005) (Piontek *et al.*, 2019). Un résultat similaire peut être abouti lorsque les entreprises et les ménages anticipent les effets futurs du changement climatique. Ils réduisent leur épargne, ce qui ralentit l'investissement.

Au-delà de ces mécanismes macroéconomiques, la littérature relève également des canaux sectoriels tels que le tourisme (Pintassilgo *et al.*, 2016), l'industrie, les services et l'agriculture (Arndt *et al.*, 2014) (Arellano-González et Juárez-Torres, 2025). Cependant, l'activité agricole est la plus sévèrement affectée (Chamma, 2025). Ce constat s'explique par la dépendance de

l'agriculture aux conditions climatiques, en particulier à la hausse des températures et à la baisse des précipitations, dont les variations reflètent les différents aspects du changement climatique. En conséquence, la variabilité des précipitations constitue un facteur de risque important, car elle réduit la capacité de production agricole (Tebaldi et Beaudin, 2016) (Ceesay et Ndiaye, 2022) (Allan, Figus et Pathak, 2025). Ainsi (Feye, Beyene et Kumar, 2025) montrent que le changement climatique influence significativement la productivité des cultures céréalières en Afrique subsaharienne. Ses résultats indiquent qu'une hausse de 1 % des précipitations entraîne une augmentation de 0,27 % de la productivité à court terme. En revanche, l'augmentation de la température est identifiée comme un facteur de dégradation de la production agricole (Bayraç et Dogan, 2016) (Siddig *et al.*, 2020) (Miller *et al.*, 2021) (Duan *et al.*, 2022) (Osman *et al.*, 2025). Dans ce sens, (Dueñas, Goytia et Hoffmann, 2026) ont relevé que la chaleur extrême pourrait expliquer entre 34 % et 68 % de la réduction annuelle de la croissance économique attendue à l'horizon du milieu du siècle en raison du réchauffement climatique.

En somme, ce volet de la littérature met en évidence l'impact négatif global du changement climatique et ses mécanismes d'action sectoriels sur le reste de l'économie. Il agit à travers le canal du risque financier, le renchérissement du crédit, la baisse de la productivité globale des facteurs (PTF) et la désincitation à l'investissement. Du côté des canaux sectoriels, l'agriculture demeure le secteur le plus directement fragilisé face à la détérioration des conditions thermiques et pluviométriques.

b. Non-linéarités, effets de seuil et hétérogénéité spatiale des chocs climatiques

Toutefois, cette prédominance des effets négatifs ne doit pas masquer la diversité des résultats empiriques. En effet, plusieurs études mettent en évidence des effets positifs dans certains contextes ou au moins soulignent que les impacts du changement climatique suivent une relation non linéaire, variant selon les caractéristiques climatiques, économiques et géographiques des territoires. Dans cette perspective, (Barker, 2023) conclut que les preuves d'un effet négatif des températures sur la croissance économique des États-Unis ne sont pas suffisamment robustes et que les résultats dépendent fortement des méthodes économétriques employées. De même, (Greiner, Bökemeier et Owusu, 2025) montrent que les variations de température et de précipitations n'ont pas d'effet statistiquement significatif et robuste sur la croissance économique. Plus encore, (Linsenmeier, 2024) met en évidence un effet positif, statistiquement significatif et économiquement important, de la température saisonnière sur le PIB saisonnier. Un tel effet positif paraît contre intuitif mais il peut être expliqué par la nature géographique de la région concernée ou par sa propre structure économique.

D'une part, sur le plan géographique, le changement climatique pourrait améliorer les perspectives de l'agriculture dans certaines régions, comme cela a été démontré pour l'économie canadienne par (Din et Haseen, 2024), grâce à l'allongement de la saison de croissance et à l'expansion des terres cultivables, augmentant ainsi la valeur des terres et le PIB agricole. D'autre part, du point de vue de la structure productive, un effet positif du changement climatique s'observe lorsqu'il bénéficie à des secteurs clés occupant une place prédominante dans l'économie régionale, comme l'ont démontré (Norman-López, Pascoe et Hobday, 2011) pour les pêcheries marines en Australie. Dès lors que les gains de productivité de ces branches dominantes surpassent les pertes subies par les secteurs vulnérables, l'effet net sur le PIB devient positif.

Toutefois, les répercussions des événements météorologiques extrêmes ne se cantonnent pas aux régions directement touchées. Les effets de débordement spatial entraînent une propagation des perturbations économiques vers les zones voisines, de sorte que les tempêtes, les sécheresses, les précipitations extrêmes et les vagues de froid influencent également l'activité économique au-delà des territoires initialement affectés (Felbermayr *et al.*, 2022). Si les effets

de débordement contribuent à diffuser les perturbations économiques au-delà des régions directement touchées, ils ne signifient pas pour autant que ces dernières affectent l'ensemble des territoires avec la même intensité. Au contraire, la littérature met en évidence une hétérogénéité spatiale des impacts, reflétant des différences d'exposition, de vulnérabilité et de capacité d'adaptation entre les régions (Chen, 2025) (Ahmadi *et al.*, 2025).

Dans ce cadre, (Tanure, Domingues et Magalhaes, 2023) montrent que le changement climatique redessine la géographie agricole du Brésil, créant des gagnants dans le Sud tout en pénalisant le Nord. Ce constat a également été relevé dans le contexte tanzanien par (Arndt *et al.*, 2012). Ces derniers démontrent que la dégradation des conditions climatiques provoque des impacts contrastés et des inégalités marquées tant sur le plan géographique qu'entre les ménages selon leurs revenus. Sur la même ligne, (Erkişi et Sarıtaş, 2026) relèvent que la réaction de la production économique aux anomalies de température est nettement plus forte et plus non linéaire dans les pays de l'OCDE ayant un climat de base chaud que dans ceux ayant un climat froid. Cette diversité des impacts régionaux reflète la nature non linéaire du couplage température-croissance, gouvernée par des effets de seuil et des différentiels thermiques locaux. En d'autres termes, les pertes économiques s'aggravent de manière non linéaire lorsque les températures locales dépassent des seuils critiques au-delà desquels les capacités d'adaptation régionales sont dépassées. Pour les économies de l'Afrique sub-saharienne, (Alagidede, Adu et Frimpong, 2016) identifient un seuil de température moyenne fixé à 24,9 °C. Toute augmentation de la température au-delà de cette limite réduit de manière significative la performance et la croissance économiques. Dans le même cadre, (Zhao, Gerety et Kuminoff, 2018) démontrent, pour les pays à revenu faible et intermédiaire, que 16 °C est la température annuelle optimale pour la croissance. Au-delà de ce seuil, chaque degré supplémentaire détruit de la valeur économique.

Somme toute, la littérature montre une divergence des résultats. L'impact du changement climatique sur l'activité économique n'est pas uniforme et peut générer des effets aussi bien positifs que négatifs. Cette divergence s'explique d'abord par les différences de structures économiques propres à chaque région. Aussi, elle découle du caractère non linéaire de ces effets. Il procure des bénéfices jusqu'à un certain seuil, au-delà duquel ils deviennent préjudiciables.

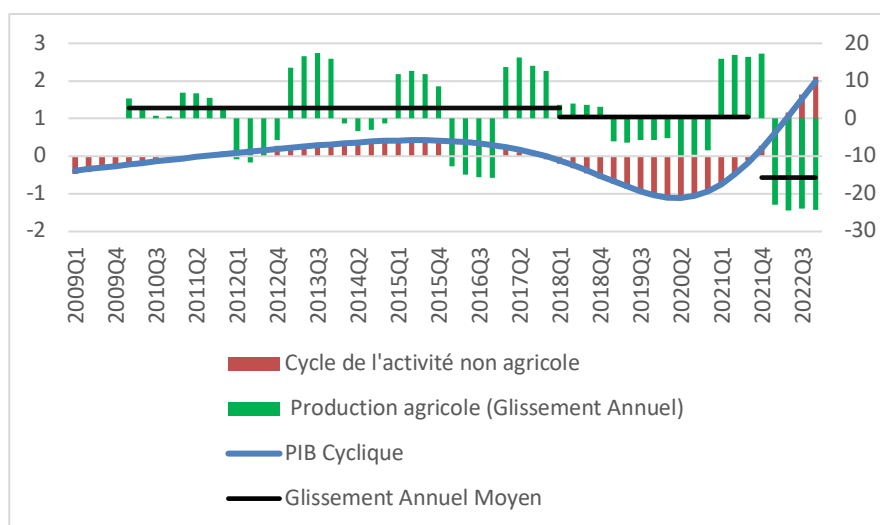
3. Faits stylisés

Le présent article explore le lien entre les conditions climatiques et l'activité économique à travers le canal de l'agriculture. D'abord, le changement climatique peut affecter la production agricole et, par la suite, la valeur ajoutée agricole ainsi que le produit intérieur brut (PIB). Bien que la contribution directe et comptable de l'agriculture au PIB marocain n'ait représenté en moyenne seulement que 11,5 % entre 2006 et 2025, plusieurs mécanismes peuvent expliquer l'importance de l'activité agricole dans l'économie marocaine. En d'autres termes, une augmentation de la production agricole favorise l'emploi et les revenus agricoles, ce qui stimule la demande globale et, par conséquent, l'activité économique. En outre, la production agricole mobilise un ensemble d'activités de soutien, telles que le transport et la logistique. Au-delà de ces aspects, une partie de la production est exportée. En effet, une altération de la production agricole peut entraîner une baisse des exportations et, par conséquent, une détérioration de la balance commerciale. Ce phénomène peut également se répercuter sur le taux de change, d'autant plus que le Maroc a entamé un processus de libéralisation progressive de son régime de change.

La consultation des données relatives à l'activité agricole en rapport avec celle dite non agricole conduit à des hypothèses convergentes à ce qui précède. En effet, la figure 1 met en évidence des dynamiques distinctes entre la croissance de la production agricole d'une part et le produit intérieur brut et l'activité non agricole, d'autre part. La première variable est exprimée en

glissement annuel. Le choix est motivé par l'objectif de mesurer l'évolution de l'activité agricole tout en neutralisant les variations inter-trimestrielles. En d'autres termes, cette présentation permet d'isoler l'effet de la saison. La deuxième et la troisième variable sont présentées en composante cyclique pour supprimer la tendance, liée à la croissance économique, au progrès technique, à l'accumulation du capital ou aux changements démographiques, afin de se concentrer sur les fluctuations temporaires autour du niveau potentiel. La composante cyclique est obtenue à travers le filtre de Hodrick-Prescott tout en fixant le paramètre lambda à 1600. Globalement, la figure trace quatre cycles économiques. La fin de l'année 2010 affiche un rétablissement de l'économie marocaine après les séquelles de la crise financière, qui a touché plusieurs partenaires commerciaux du Maroc. Cela se traduit par le déclenchement d'une phase ascendante du cycle du PIB. Cette expansion peut être attribuée à l'amélioration de la production agricole. En effet, la période allant de 2011 et 2017 a connu une évolution, généralement, positive. Cette dynamique a été accompagnée par une phase ascendante du cycle économique. A ce stade, on peut supposer un effet positif de la production agricole sur l'activité non agricole et sur le PIB en général. Cette hypothèse gagne encore en crédibilité à l'exploration de la période allant de 2018 à 2021. En effet, le ralentissement de la production agricole est associé à une phase descendante du cycle économique. Quoique cette période soit marquée par le choc sanitaire de la Covid-19 et ses répercussions majeures sur l'activité économique, la baisse s'est amorcée neuf trimestres avant le premier confinement. Somme tout, on peut supposer un effet positif de l'activité agricole et sur l'activité non agricole et par la suite sur le PIB.

Figure 1: Évolution du PIB cyclique, du cycle non agricole et de la production agricole (2009–2022)



Source : élaboration des auteurs

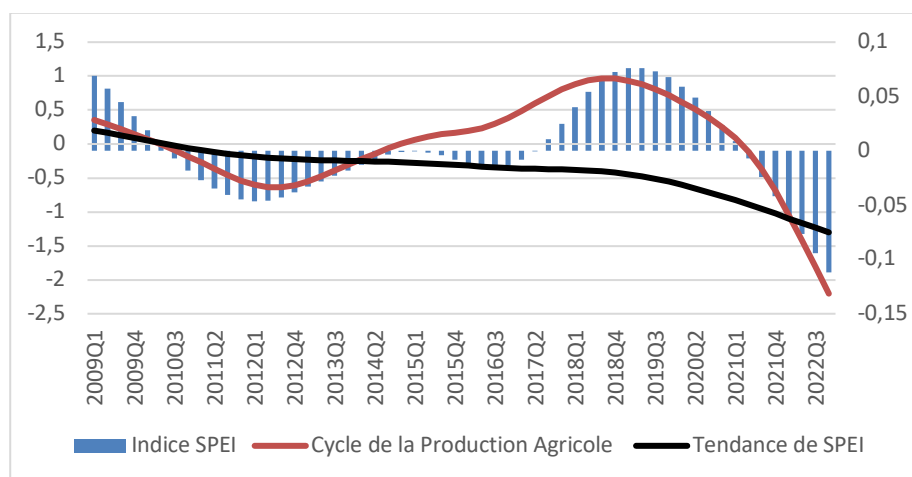
Pour compléter les hypothèses fondatrices de ce travail, il est nécessaire d'explorer l'autre moitié de la chaîne de transmission du choc climatique à l'activité économique. Il s'agit de la dynamique conjointe de l'activité agricole et des variables climatique. Dans ce sens, la figure 2 affiche l'évolution historique de la valeur ajoutée agricole et de l'indice SPEI. Le choix de ce dernier pour représenter la variable climatique est justifié par sa prise en compte de deux aspects du changement climatique tels que la température et les précipitations. Par définition, l'indice SPEI mesure la sécheresse à travers l'écart entre les précipitations et l'évapotranspiration. En d'autres termes, un indice négatif, inférieur à -2, indique un déficit en eau. Par contre, une valeur positive du SPEI, généralement supérieur à 2, reflète un excédent en eau. En dépit d'une tendance structurelle à la baisse révélée par l'indice SPEI durant la période considérée, notre

problématique s'articule autour des implications macroéconomiques conjoncturelles du changement climatique. Par conséquent, afin d'aligner la temporalité des chocs climatiques avec celle des cycles économiques, nous exploitons la composante cyclique de l'indicateur SPEI, expurgée de sa tendance de long terme.

Afin de construire des hypothèses sur le lien potentiel entre le changement climatique et l'activité agricole, la figure 2 présente en parallèle l'écart cyclique de la production agricole. Le recours à l'écart cyclique est méthodologiquement nécessaire pour éliminer la tendance structurelle de long terme de la production, telle que les gains de productivité, l'amélioration des techniques d'irrigation ou l'extension des superficies cultivées. En isolant uniquement les fluctuations de court terme, i.e. le cycle, cette approche permet de purifier le signal agricole afin de le rendre comparable aux chocs climatiques transitoires mesurés par le SPEI. L'isolement des composantes cycliques respectives des deux variables est obtenu au moyen du filtre HP.

L'observation de la figure 2 révèle des mouvements du SPEI et agricole dans le même sens. En effet, des périodes caractérisées par des valeurs positives du SPEI, c'est-à-dire par un excédent hydrique, sont associées à une amélioration de la production agricole. En revanche, les périodes présentant des valeurs négatives affichent une dégradation de la production agricole. Ce constat formule la seconde hypothèse fondatrice de ce papier, traduisant l'effet négatif du changement climatique sur l'activité agricole. Il complète, également, le mécanisme de la transmission du changement climatique au cycle économique. En effet, le modèle présenté dans la section suivante suppose un effet des conditions climatiques sur la production agricole. Cette dernière se retente sur les fluctuations économiques.

Figure 2: Évolution de l'indice SPEI, de sa tendance et du cycle de la production agricole (2009–2022)



Source : élaboration des auteurs

4. Modèle

La présente section expose l'ensemble des blocs de notre modèle. Sur la même ligne que (Achmakou et Hachimi Alaoui, 2024) ainsi que (Achmakou, 2026), notre analyse s'articule autour de quatre blocs principaux : la courbe IS, la courbe de Phillips, la règle de Taylor et la parité non couverte des taux d'intérêt (UIP).

a. La demande

Ce bloc décrit la dynamique de la composante cyclique du produit intérieur brut (PIB). Elle représente l'écart entre le PIB et sa tendance. Dans ce papier, nous modélisons cette variable

sous la forme d'une moyenne pondérée de l'écart de l'activité du secteur agricole ($\hat{y}_t^{agr}$) et du secteur non agricole ($\hat{y}_t^{nagr}$). L'équation (1) illustre cette hypothèse. Le coefficient w_a représente la contribution du secteur agricole ($\hat{y}_t^{agr}$) dans l'écart cyclique du PIB ($\hat{y}$). Tandis que le terme $(1 - w_a)$ représente celle des secteurs non agricoles.

$$\hat{y}_t = w_a * \hat{y}_t^{agr} + (1 - w_a) * \hat{y}_t^{nagr} \quad (1)$$

En outre, la production agricole est supposée dépendre uniquement des conditions climatiques. Les dernières sont représentées par l'indice SPEI. Une augmentation du SPEI est synonyme de bonnes conditions climatiques et par la suite une bonne campagne agricole. Ce fait justifie l'hypothèse d'un signe positif pour le coefficient (d_2) relatif à la variable SPEI dans l'équation (2). En revanche, les variations inattendues de la production non expliquées par le climat ou l'inertie sont captées par le terme $shk_ \hat{y}_t^{agr}$. Il s'agit du choc d'activité agricole, découlant par exemple d'un changement réglementaire ou d'une atteinte pathologique des cultures.

$$\hat{y}_t^{agr} = d_1 \cdot \hat{y}_{t-1}^{agr} + d_2 \cdot spei_t + shk_ \hat{y}_t^{agr} \quad (2)$$

Bien que l'hypothèse liant les fluctuations de la production agricole exclusivement aux conditions climatiques puisse paraître restrictive, elle se justifie par le contexte économique de l'étude et par la nature du modèle utilisé. D'abord, à court terme, la variabilité conjoncturelle de l'agriculture marocaine demeure très largement dominée par les aléas climatiques. Quant à notre modèle porte sur l'écart cyclique de la production, obtenue après l'isolation de la tendance de long terme. Par conséquent, les autres déterminants structurels de la fonction de production agricole sont préalablement neutralisés. De surcroît, cette simplification n'omet pas l'existence d'autres perturbations. En effet, toute variation inattendue non attribuable au climat est explicitement capturée par le terme de choc stochastique résiduel $shk_ \hat{y}_t^{agr}$.

Tandis que la dynamique de la composante $\hat{y}_t^{nagr}$ est façonnée par deux principales dimensions. La première est relative à la structure et aux conditions macroéconomiques domestiques. En effet, une amélioration de l'activité agricole $\hat{y}_t^{agr}$ peut se répercuter sur le reste des secteurs. D'une part, la hausse des revenus des travailleurs agricoles stimule la consommation des ménages en biens et services non agricoles. D'autre part, l'augmentation des investissements des exploitations agricoles accroît directement la demande adressée au secteur industriel et aux services. Cet effet d'entraînement sectoriel est représenté par le coefficient b_5 . En outre, les conditions monétaires, captées par mci_t , sont supposées déterminer les variations de la demande adressée au secteur non agricole. Il s'agit du taux d'intérêt réel et du taux de change réel. Si l'augmentation (respectivement, la baisse) du premier freine (respectivement, stimule) cette demande, la dépréciation (respectivement, l'appréciation) du second l'améliore (respectivement, la dégrade). Ces effets sont captés respectivement par les coefficients b_4 et $(1 - b_4)$. Alors que la contribution de la variable mci_t dans le $\hat{y}_t^{nagr}$ est représentée par le coefficient b_2 . Quant à la deuxième composante, elle représente la demande étrangère des biens non agricoles domestiques ($\hat{y}_t^*$), dont l'intensité est captée par b_3 .

$$\hat{y}_t^{nagr} = b_1 \cdot \hat{y}_{t-1}^{nagr} - b_2 \cdot mci_t + b_3 \cdot \hat{y}_t^* + b_5 \cdot \hat{y}_t^{agr} + shk_ \hat{y}_t^{nagr} \quad (3)$$

$$mci_t = b_4 \cdot \hat{r}_t - (1 - b_4) \cdot \hat{z}_t \quad (4)$$

Pour boucler la chaîne de transmission du choc climatique au secteur agricole, on suppose que les conditions climatiques sont exogènes. Cela est cohérent avec la taille de l'économie marocaine qui est trop petite pour affecter les conditions climatiques à elle seule. Cette hypothèse est illustrée par l'équation (5) qui présente l'indice $spei_t$ comme un processus autorégressif d'ordre 1 AR(1). Cette spécification garantit que le climat reste une variable strictement exogène. Elle permet également de représenter la persistance des conditions climatiques. Le terme s_1 mesure la persistance de l'indice climatique. Il mesure à quel point les conditions climatiques d'une période $(t - 1)$ influencent la période suivante (t) . Alors que shk_spei_t représente le choc climatique aléatoire.

$$spei_t = s_1 spei_{t-1} + shk_spei_t \quad (5)$$

b. La courbe de Phillips

Le deuxième bloc de notre modèle décrit la dynamique de l'inflation à l'image de la courbe de Philips. Il est fondé sur l'hypothèse néo-keynésienne de rigidité des prix. Dans cette optique, le présent modèle retient une courbe de Phillips hybride : une fraction a_1 de producteurs ajuste ses prix de manière rétroactive (*backward-looking*), tandis que la fraction restante $(1 - a_1)$ se fonde sur ses anticipations (*forward-looking*). En dehors de ces comportements d'indexation et d'anticipation, toute variation des prix est dictée par la dynamique du coût marginal réel rmc_t , selon un degré de sensibilité mesuré par le coefficient a_2 . Le coût marginal réel correspond aux coûts de production. C'est une pondération du taux de change réel $\hat{z}_t$ et de la demande intérieure. Cette dernière intervient à travers deux mécanismes compensatoires. En effet, l'augmentation (respectivement, la baisse) de l'écart cyclique du PIB non agricole accroît (réduit) la pression sur les facteurs de production et par la suite leurs coûts. En conséquence, le niveau général des prix s'enflamme (se stabilise). En revanche, la production agricole agit d'une manière opposée. Une bonne (mauvaise) campagne agricole réduit (augmente) la tension sur les prix alimentaires, tirant ainsi le coût marginal/l'inflation vers le bas (le haut).

Si les deux premiers déterminant de rmc_t correspondent à la demande adressée au marché domestique, le troisième, à l'image du taux de change, est relatif aux importations. Il correspond à une partie de l'inflation importée. En d'autres termes, une dépréciation (appréciation) du taux de change accroît (réduit) la facture des importations. Au-delà des anticipations, de l'indexation et de l'effet du coût marginal réel rmc_t , les variations d'inflation qui ne découlent ni du passé, ni des anticipations, ni des coûts fondamentaux revêtent un caractère exogène, capté par le terme de choc shk_pi_t dans l'équation (6).

$$\pi_t = a_1 \cdot \pi_{t-1} + (1 - a_1) \cdot \pi_{t+1} + a_2 \cdot rmc_t + shk_pi_t \quad (6)$$

$$rmc_t = a_3(-w_f \cdot \hat{y}_t^{agr} + (1 - w_f) \hat{y}_t^{nagr}) + (1 - a_3) \cdot \hat{z}_t \quad (7)$$

c. La règle de Taylor

Ce bloc présente la règle de la politique monétaire de la banque centrale. L'action de cette dernière est orientée vers la stabilisation du niveau général des prix. Cet objectif est attaché à la manipulation du taux directeur en fonction de deux indicateurs principaux. Comme elle cible la maîtrise de l'inflation, il est cohérent que la banque centrale considère le niveau de l'inflation. Certes, cette dernière n'est pas mesurée sous sa forme brute, mais sous la formule de l'écart anticipé de l'inflation par rapport à sa cible $(E(\pi_{t+4}) - E(\pi_{tar_{t+4}}))$. Tant que l'écart s'accroît, plus la banque centrale rehausse son taux à la hausse pour freiner la demande et réduire, par la suite, la pression sur les facteurs de production.

$$i_t^{bc} = g1 * i_{t-1}^{policy} + (1 - g1) * [g2(E(\pi_{t+4}) - E(\pi_{tar_{t+4}})) + g3 * \hat{y}_t] + \varepsilon_t^{policy} \quad (8)$$

Vu que l'inflation n'est pas un fait exogène, elle est guidée par d'autres variables du modèle. Un impact positif de l'écart de la production $\hat{y}_t$ est observé. Plus formellement, une valeur de y_t au-delà de son potentiel, tend à accroître les coûts marginaux de la production. Dans le cas échéant, l'accroissement de l'activité économique des entreprises implique une demande supérieure sur les facteurs de production. Dès lors, leurs coûts augmentent. À ce point, le niveau général des prix ne peut que suivre une trajectoire haussière. Le raisonnement précité justifie l'intérêt accordé à l'écart de la production dans l'ajustement du taux directeur. Le dernier sert à freiner les implications négatives du premier sur le niveau des prix. Dans cette optique, un accroissement de $\hat{y}_t$ est, souvent, interprété par la banque centrale comme une augmentation potentielle de l'inflation. En effet, elle pousse son taux à la hausse.

d. La parité non couverte des taux d'intérêt (UIP)

Le dernier bloc de notre modèle complète son précédent. Il s'agit de la parité non couverte des taux d'intérêt qui représente le lien entre le taux de change nominal s_t et le taux d'intérêt nominal. Elle reflète, fondamentalement, la condition de non-arbitrage. En d'autres termes, elle présume que les agents économiques sont indifférents entre la détention d'actifs libellés en devise ou en monnaie domestique. Les deux alternatives sont supposées de rapporter des rendements identiques. En d'autres termes, il dicte les mouvements de la valeur de la monnaie nationale en fonction du différentiel de taux d'intérêt entre le marché domestique i_t et étranger i_t^* (Galí, 2009). L'équation (10) résume ces éléments. Les termes s_{t+1} et s_{t-1} représentent respectivement le taux de change anticipé pour la période suivante et son niveau retardé, le paramètre $e \in [0,1]$ mesurant le degré d'inertie ou de comportement *backward-looking* sur le marché des changes. Alors que $(\Delta \bar{z}_t + \pi_{tar_t} - \pi_{ss})$ est le taux de dépréciation nominal d'équilibre de la monnaie nationale. Il permet d'ancrer la composante rétrograde (*backward-looking*) du taux de change s_{t-1} sur sa tendance nominale de long terme, garantissant que le modèle converge vers un état stationnaire cohérent avec la cible d'inflation de la banque centrale.

Afin d'assurer la fermeture du modèle, la prime de risque souveraine $prem_t$ est identifiée à partir de la condition de Parité Non Couverte des Taux d'Intérêt (UIP) de long terme est déclinée en termes réels dans l'équation (10).

$$s_t = (1 - e) * s_{t+1} + e * \left(s_{t-1} + \frac{2}{4} * (\Delta \bar{z}_t + \pi_{tar_t} - \pi_{ss}) \right) - \frac{1}{4} (i_t - i_t^* - prem_t) + \varepsilon_t^s \quad (9)$$

$$prem_t = r_t - \Delta \bar{z}_{t+1} - r_t^* \quad (10)$$

On note que la période d'étude ,2009T1 à 2022T4, couvre l'amorce de la transition du régime de change marocain, caractérisée par l'élargissement progressif de la bande de fluctuation du dirham. Bien que cette évolution institutionnelle introduise une plus grande flexibilité, nous postulons la stabilité de l'équation UIP et de ses paramètres sur l'ensemble de la période d'étude. Cette hypothèse se justifie par le caractère hautement graduel et administré de cette transition, où Bank Al-Maghrib maintient un contrôle t sur les fluctuations du Dirham. Le degré relativement élevé d'inertie retenu dans la composante *backward-looking* du taux de change, $e1 = 0,795$, capture cette réalité opérationnelle.

5. Résultats d'estimation et Discussion

Dans cette section nous présentons et discutons les résultats d'estimation et de simulation du modèle.

a. Résultats : calibration, estimation et simulation

Les valeurs des différents paramètres du modèle sont déterminées par une approche combinant la calibration et l'estimation. Dans ce sens, on adopte deux stratégies : l'estimation et calibration. En effet, les coefficients relatifs aux variables climatiques ainsi qu'au secteur agricole sont estimés selon une approche bayésienne. En revanche, le reste des coefficients est calibré selon les valeurs estimées dans (Achmakou, 2026). La valeur de wf représente le poids moyen de la contribution de l'agriculture dans le PIB. Le tableau 1 récapitule les valeurs des différents paramètres calibrés. Alors que le tableau 2 présente les résultats de l'estimation ainsi que les *priors* adoptés.

L'estimation bayésienne des paramètres du modèle a été réalisée en mobilisant l'algorithme de Metropolis-Hastings à marche aléatoire adaptative. La distribution a posteriori a été approximée à partir d'une procédure MCMC (Markov Chain Monte Carlo) reposant sur une chaîne unique de 100 000 itérations. Afin de neutraliser l'influence des valeurs initiales sur les résultats de l'estimation, une période de chauffe (*burn-in*) de 20 % a été appliquée, écartant ainsi les 20 000 premiers tirages de la chaîne. Durant l'exécution de l'algorithme, la matrice de covariance de la distribution de proposition ainsi que le facteur d'échelle ont été dynamiquement ajustés afin de converger vers un taux d'acceptation optimal. La figure 3 de trace valide la convergence de MCMC. La chaîne est stationnaire autour de 1,65 et présente un mélange optimal sans aucune dérive.

La simulation du modèle estimé génère des fonctions d'impulsions telles que présentées sur la figure 4. Cette dernière présente la réponse de l'économie marocaine à un choc négatif du SPEI. Cette situation correspond à un déficit hydrique exogène. Dans ces circonstances, la production agricole affiche une baisse immédiate de 17%. En effet, la sécheresse détruit directement le rendement des cultures et le cheptel. En l'absence de substitution possible à grande échelle des précipitations manquantes, le résultat sera l'effondrement de la production. Comme l'agriculture demeure connectée avec d'autres secteurs, le choc sera propagé au reste de l'économie. Cette transmission s'explique par l'effet d'entraînement. En effet, la perte agricole réduit le revenu disponible des populations rurales. En conséquence, la consommation de biens manufacturés, de services et de transports baisse. Cet effet se traduit par une baisse de la production non agricole de 1 %, soit un impact 17 fois inférieur à celui subi par le PIB agricole (17%). Ce constat montre que la propagation du choc climatique au reste de l'économie est atténuée par rapport au secteur agricole. Néanmoins, cette transmission reste réelle et non négligeable, confirmant l'existence d'effets d'entraînement négatifs du secteur agricole vers le reste du tissu économique.

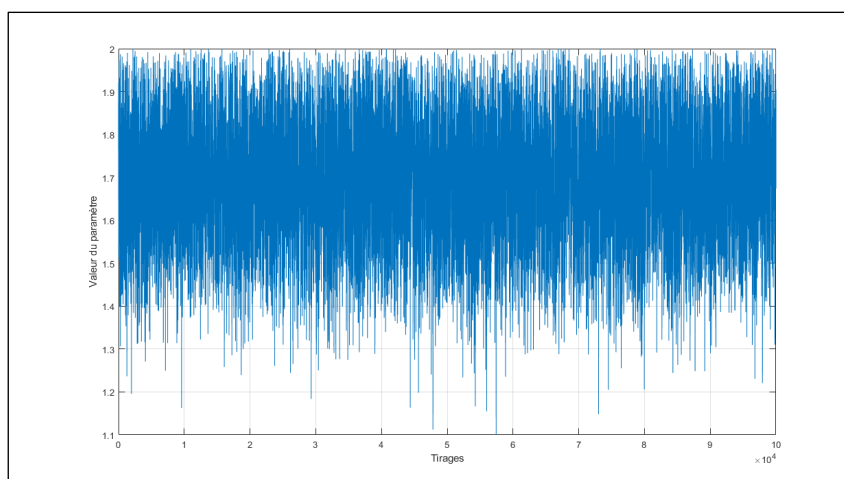
Tableau 1: les valeurs des coefficients calibrés

Équation	Paramètre	Valeur calibrée	Description
Demande Globale	$b1$	0,28	Persistance de l'écart de PIB non agricole
	$b2$	0,36	Sensibilité du PIB non agricole à l'indice des conditions monétaires
	$b3$	0,35	Sensibilité du PIB non agricole à la demande extérieure
	$b4$	0,31	Poids du taux réel (vs change) dans l'indice MCI
	wa	0,13	Poids du PIB agricole dans le PIB global
Inflation	$a1$	0,45	Inertie / Composante backward-looking de l'inflation
	$a2$	0,115	Sensibilité de l'inflation au coût marginal réel (rmc)
	$a3$	0,56	Poids de la demande interne (vs change) dans le rmc
Politique Monétaire	$g1$	0,78	Lissage / persistance du taux d'intérêt directeur
	$g2$	2,943	Réactivité de la Banque Centrale à l'écart d'inflation
	$g3$	0,669	Réactivité de la Banque Centrale à l'écart de PIB
Taux de change	$e1$	0,795	Poids de la composante backward-looking dans le change

Source : Achmakou, 2026

Deux mécanismes principaux permettent d'expliquer cette atténuation du choc climatique sur le secteur non agricole. Le premier mécanisme, bien qu'il ne soit pas explicitement démontré par notre modèle, repose sur la mobilité partielle des facteurs de production tels que le travail et le capital. La baisse de la productivité subie par le secteur agricole réduit la rémunération relative de ses facteurs. Dès lors, une réallocation partielle du travail et du capital s'opère au profit du secteur non agricole. Cet apport de facteurs peut soutenir l'activité non agricole. En conséquence, il compense effets d'entraînement négatifs transmis par le secteur agricole. Ainsi, il explique pourquoi le PIB non agricole n'enregistre qu'une baisse marginale (-0,01) avant de revenir rapidement à son niveau d'équilibre. Alors que le deuxième est relatif au poids du secteur agricole dans le tissu économique marocaine. Compte tenu du poids restreint du secteur agricole dans le PIB, environ 13 %, la transmission de ces perturbations au reste de l'économie demeure relativement atténuée. Ce fait est représenté dans la figure 4 par une baisse de 3% de PIB total.

Figure 3: Diagnostic de convergence MCMC



Source : élaboration des auteurs

Tableau 2: les valeurs des coefficients estimés

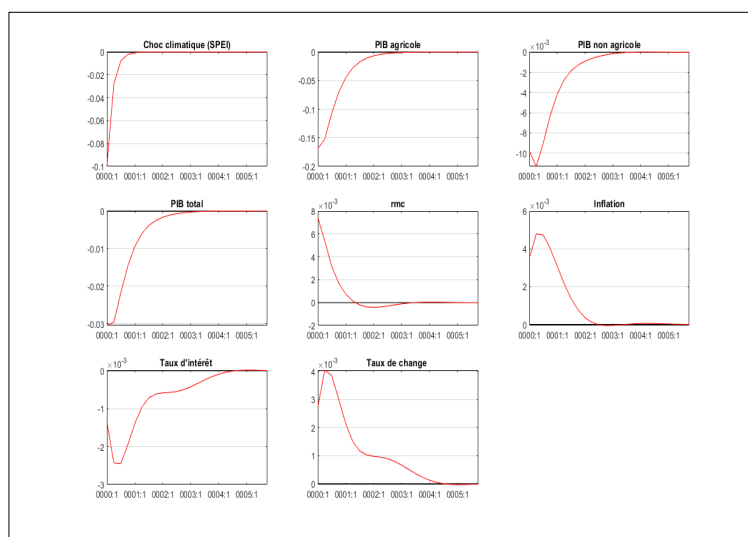
Paramètre	Description	prior	Moyenne Prior	Écart-type	Valeur Posterior
<i>d1</i>	Persistance du PIB agricole	Normale	0,7	0,2	0,62
<i>d2</i>	Sensibilité du PIB agricole au choc climatique	Normale	1,5	0,2	1,69
<i>wf</i>	Poids du secteur agricole	Bêta	0,3	0,2	0,13
<i>b5</i>	Il capte l'effet d'entraînement macroéconomique induit par les variations de la production agricole sur la demande globale adressée aux autres secteurs de l'économie.	Bêta	0,1	0,2	0,059

Source : élaboration des auteurs

Au-delà de l'impact sur l'activité réelle, l'évolution de l'inflation constitue un aspect central à examiner. À cet effet, la figure 4 montre une hausse inflationniste atteignant près de 3,5% suite à un choc climatique défavorable. Cette hausse peut être s'expliquer par une inflation par les coûts (*cost-push inflation*). En effet, la dégradation des conditions climatiques réduit la disponibilité des matières premières agricole, ce qui affecte, à son tour, particulièrement les industries agroalimentaires et le secteur de la distribution. En effet, les entreprises agroalimentaires constituent le deuxième contributeur au chiffre d'affaires industriel, avec une part de 21,3 % et un volume de près de 191 MMDH en 2024 (Ministère de l'Industrie et du Commerce, 2025). La rareté des récoltes engendre une hausse substantielle du coût des intrants et des matières premières agricoles pour ces entreprises. Toutefois, notre modèle n'intègre pas explicitement ce canal sectoriel. La hausse des coûts marginaux réels (*rmc*), qui progresse de 0,75 % sur la figure 4, trouve principalement son origine dans le canal du taux de change. En effet, la réaction accommodante de la banque centrale, à travers la baisse du taux d'intérêt pour soutenir le PIB, engendre une dépréciation de la monnaie nationale. Par conséquent, le coût des biens importés augmente, ce qui alimente une inflation importée et accentue la hausse du coût marginal des entreprises.

Si ces conclusions sont tirées des simulations des scénarios de chocs hypothétiques, elles nécessitent d'être confrontées aux données empiriques pour vérifier leur portée historique. Dans cette perspective, nous avons appliqué un filtre de Kalman sur les données trimestrielles du Maroc tout en considérant le modèle développé dans les lignes précédentes. L'objectif est de d'examiner l'importance des canaux de transmission du choc climatique à l'activité économique à travers la décomposition de fluctuations historiques de l'écart cyclique de PIB. Cette décomposition permet de mesurer la contribution réelle des chocs climatiques (SPEI) et sectoriels aux fluctuations historiques de l'économie marocaine. Les résultats issus de cette opération sont rapportés sur la figure 5.

Figure 4: simulation d'effet d'un choc climatique sur l'économie marocaine

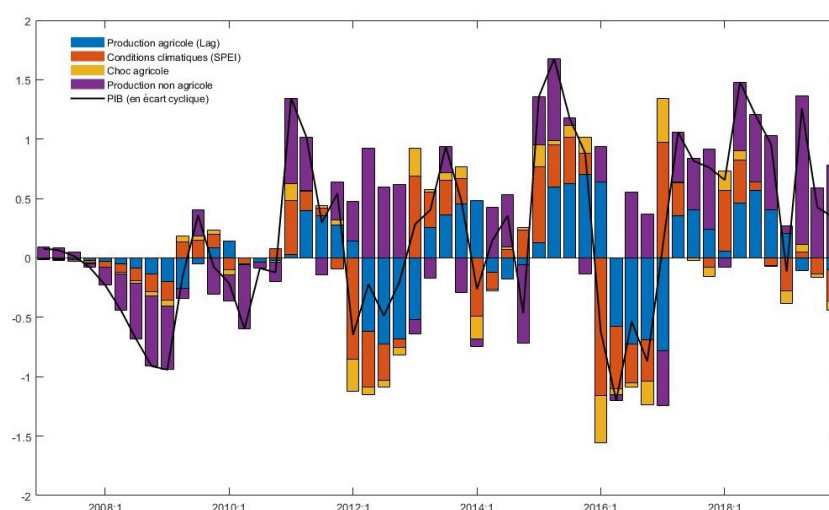


Source : élaboration des auteurs

L'analyse de cette figure confirme la contribution prépondérante et récurrente des contraintes climatiques dans la dynamique macroéconomique globale, à l'image de PIB. En effet, l'examen des phases prolongées de l'écart cyclique du PIB montre une forte contribution des conditions climatiques et de la production agricole. En effet, les contractions majeures de l'activité, notamment en 2012 et 2016, sont tirées principalement par la contribution négative de l'indice SPEI (barres en orange) et la production agricole des périodes précédentes (barres jaunes). Cet effet peut être justifié par l'effet des conditions climatiques (SPEI) sur l'activité agricole. Les deux tracent une association notable durant toute la période considérée. Cependant, ces phases de conjoncture économique défavorable sont marquées l'expansion de la production non agricole. Néanmoins, cette dernière ne permet pas d'absorber intégralement les implications des conditions climatiques défavorables.

En harmonie avec ce qui précède, les phase d'écart cyclique de PIB positif, notamment 2011, 2015, 2017 et 2018, relèvent le même phénomène. En effet, l'amélioration du PIB est associée à de bonnes conditions climatiques illustrées par un indice SPEI positif. Ce fait peut expliquer l'association positive entre PIB cyclique positif et la production agricole durant ces phases. Qu'il s'agisse d'une phase d'expansion ou de récession, on constate que malgré la modification des conditions climatiques, la dynamique économique persiste. Ce phénomène peut être attribué au canal de l'agriculture, notamment à travers le décalage temporel (*lag*) de la production agricole. En effet, les pertes subies sur les récoltes continuent de peser sur le revenu disponible rural et d'amputer la demande globale sur plusieurs trimestres consécutifs. Ce mécanisme montre que le choc climatique se propage dans le temps.

Figure 5: Décomposition historique de la croissance du PIB (Filtre de Kalman)



Source : élaboration des auteurs

La figure 5 apporte également une preuve empirique du phénomène d'amortissement identifié dans les fonctions d'impulsion. En effet, plusieurs périodes montrent des mouvements dans deux directions opposées entre la production agricole, d'une part, et la production non agricole, dans l'autre. Lors des pires sécheresses, comme en 2012 ou 2016, l'indice SPEI et le PIB agricole s'enfoncent profondément dans le négatif. En revanche, la production non agricole reste souvent positive, ou ne chute que très légèrement. En période de sécheresse, la productivité et les revenus agricoles s'effondrent. Il est plausible de supposer que les facteurs de production, le capital et la main d'œuvre, s'orienteraient dès lors vers des activités non agricoles telles que les services ou le bâtiment et les travaux publics. Cet apport de ressources peut soutenir l'activité non agricole et compense une partie des pertes dues à l'atteinte de l'activité agricole. Somme toute, le secteur non agricole joue le rôle d'un amortisseur du choc climatique. Même si la sécheresse réduit le revenu des ruraux, le secteur non agricole continue d'injecter de la valeur ajoutée dans l'économie.

b. Discussion des résultats

Les résultats révélés par le modèle développé dans cet article confirment, généralement, l'effet négatif du changement climatique sur l'activité économique. A ce point, ils rejoignent les travaux de (Fankhauser et Tol, 2005; Abidoye et Odusola, 2015; Elshennawy, Robinson et Willenbockel, 2016; Kadanali et Yalcinkaya, 2020; Dueñas, Goytia et Hoffmann, 2026). Quant au canal de la transmission du choc climatique, le présent travail confirme l'exposition du secteur agricole. Sur ce point, il s'accorde avec les conclusions de (Bayraç et Dogan, 2016; Siddig *et al.*, 2020; Miller *et al.*, 2021; Duan *et al.*, 2022; Chamma, 2025; Osman *et al.*, 2025) qui présentent l'agriculture comme le secteur le plus directement exposé à la dégradation des conditions climatiques. Plus spécifiquement, en considérant le contexte africain, nos résultats s'alignent avec ceux de (Feye, Beyene et Kumar, 2025) qui ont démontré qu'une hausse de 1% des précipitations rehausse la productivité agricole de 0,27 % à court terme. Cette convergence renforce la validité externe de notre exercice de simulation, tout en confirmant la sensibilité particulière de l'agriculture africaine, et marocaine en particulier aux aléas climatiques.

Si l'agriculture s'effondre fortement, la transmission de ce choc au reste de l'économie demeure, dans notre modèle, nettement plus modeste : la production non agricole ne recule que de 1 %, soit un rapport d'environ 17 à 1 avec le choc agricole initial, pour un impact total sur le PIB limité à 3 %. Ce résultat mérite d'être discuté à la lumière de deux volets de la littérature. D'une part, il confirme l'existence d'un canal d'entraînement de l'agriculture vers le reste du tissu

productif, comme le soulignent les travaux sur les mécanismes de transmission sectorielle (Arndt *et al.*, 2014) et (Arellano-González et Juárez-Torres, 2025), ainsi que les approches en équilibre général auxquelles se rattache notre étude (El Ouazzani *et al.*, 2025) (Bejarano et Rodríguez, 2025). D'autre part, l'atténuation observée nuance la lecture parfois univoque d'un effet de contagion mécanique de l'agriculture vers l'ensemble de l'économie : elle rejoint plutôt les constats d'hétérogénéité sectorielle mis en avant par la littérature, qui montre que le changement climatique affecte certains secteurs beaucoup plus amplement que d'autres (Weber et Hauer, 2003) (Ibarra, Vargas et López, 2013) (Tanure, Domingues et Magalhaes, 2023). Dans le cas marocain, cette hétérogénéité n'est pas de nature régionale, comme dans les études sur le Brésil ou la Tanzanie (Tanure, Domingues et Magalhaes, 2023) et (Arndt *et al.*, 2014), mais bien sectorielle. Autrement, l'agriculture subit l'essentiel du choc, tandis que le reste de l'économie n'en absorbe qu'une fraction limitée.

La décomposition historique par filtre de Kalman apporte une validation empirique à ces conclusions et permet de replacer nos résultats dans le débat sur la robustesse des effets climatiques identifiés en simulation pure, débat notamment soulevé par (Barker, 2023) et (Greiner, Bökemeier et Owusu, 2025) à propos de la sensibilité des résultats à la méthode économétrique employée. Un apport spécifique de cette décomposition réside dans la mise en évidence d'un décalage temporel (lag) dans la propagation du choc agricole : les pertes de récoltes continuent de peser sur le revenu rural, et donc sur la demande globale, plusieurs trimestres après leur survenue. Cette dynamique retardée, qui n'est généralement pas explicitée dans les études en coupe transversale ou en panel (Abidoye et Odusola, 2015; Alagidede, Adu et Frimpong, 2016; Duan *et al.*, 2022; Ehigiamusoe *et al.*, 2026), constitue l'un des apports propres à l'approche DSGE mobilisée dans cet article. Elle permet de capturer non seulement l'ampleur, mais aussi la persistance temporelle des effets climatiques. A cet égard, elle se distingue des approches en équilibre général calculable centrées sur des effets d'impact statiques.

Enfin, nos résultats relativisent, sans les contredire, les aspects de non-linéarité et d'hétérogénéité spatiale mis en avant par une partie de la littérature (Alagidede, Adu et Frimpong, 2016; Zhao, Gerety et Kuminoff, 2018; Linsenmeier, 2024; Erkişi et Sarıtaş, 2026). Dans le cas marocain, l'hétérogénéité ne s'observe pas sous un angle spatial ou régional, mais sectoriel. L'agriculture est la plus touchée par le choc, tandis que le reste de l'économie en est partiellement protégé par sa taille relative. Cette résilience pourrait également s'interpréter par la mobilité des facteurs, une hypothèse qui offre une piste de réflexion pertinente et qui mériterait d'être introduite explicitement dans les futures modélisations. Cette vision invite à considérer la structure productive domestique, et non uniquement les conditions climatiques du pays, comme un déterminant central de la vulnérabilité macroéconomique au changement climatique. Il s'agit d'une piste que les travaux futurs, notamment ceux intégrant explicitement le canal agroalimentaire ou une désagrégation régionale, pourraient utilement approfondir.

6. Conclusion

Cet article répond à la question des implications économiques du changement climatique dans une optique d'équilibre général. À cette fin, il conçoit et estime un modèle DSGE semi-structurel pour l'économie marocaine pour la période allant de 2009T1 à 2022T4. Cette approche fournit de nouveaux éléments sur le mécanisme par lequel les conditions climatiques, par l'intermédiaire de l'agriculture, affectent la dynamique macroéconomique d'une petite économie ouverte structurellement dépendante des précipitations.

Les résultats indiquent qu'un choc climatique défavorable, à l'image d'une baisse de l'indice SPEI de 10%, provoque un effondrement immédiat et marqué de la production agricole, de l'ordre de 17 %. Par ailleurs, les résultats révèlent que la transmission de ce choc au reste de

l'économie demeure nettement plus modérée. Cet aspect se traduit par un recul de la production non agricole limité à 1 % et un impact total sur le PIB contenu à 3 %. Quant à l'inflation, elle affiche une hausse positive et significatif. Le niveau général des prix augmente pour atteindre près de 3,5 %, alimenté principalement par la dépréciation du taux de change consécutive à la réaction accommodante de la politique monétaire.

Sur le plan scientifique, les résultats rapportés par cette étude enrichissent la littérature existante. Par rapport aux travaux antérieurs, privilégiant des mesures d'impact agrégées fondées sur la productivité globale des facteurs ou sur les rendements de cultures spécifiques, ce travail offre une identification explicite des mécanismes de transmission du choc climatique. De plus, ils apportent un soutien empirique à l'approche en équilibre général dynamique et stochastique comme cadre pertinent pour l'analyse macro-climatique. Contrairement aux études antérieures, les résultats dévoilés dans cet article mettent en évidence l'hétérogénéité sectorielle des effets du changement climatique au Maroc. L'agriculture est au centre du choc tandis que le reste de l'économie en est relativement protégé. À cet égard, on souligne l'importance de la structure productive domestique comme déterminant central de la vulnérabilité macroéconomique face au changement climatique.

D'un point de vue décisionnel, le présent travail offre un cadre d'analyse des politiques publiques face aux chocs climatiques, notamment pour la politique monétaire. Sur ce plan, il souligne la sensibilité identifiée du canal du taux de change aux conditions climatiques. Cette manifestation invite la banque centrale à considérer la dimension climatique dans la conduite de sa politique monétaire, en particulier lors de l'arbitrage entre soutien à l'activité et la maîtrise de l'inflation importée.

Malgré ses contributions, cette étude comporte certaines limites. Premièrement, le modèle n'intègre pas explicitement le canal agroalimentaire. Deuxièmement, l'analyse se limite à une échelle macroéconomique agrégée et ne permet pas de rendre compte d'éventuelles disparités régionales ou d'inégalités entre exploitations agricoles de tailles différentes. Les études futures devraient prendre en compte ces dimensions.

7. Références

- Abidoye, B. O. and Odusola, A. F. (2015) 'Climate Change and Economic Growth in Africa: An Econometric Analysis', *JOURNAL OF AFRICAN ECONOMIES*, 24(2), pp. 277–301. doi: 10.1093/jae/eju033 WE - Social Science Citation Index (SSCI).
- Achmakou, L. (2026) 'Stabilizing the financial cycle: the role of monetary policy in a semi-structural model', *Journal of Financial Economic Policy*, pp. 1–22. doi: 10.1108/JFEP-06-2025-0246
- Achmakou, L. and Hachimi Alaoui, M. E.-H. (2024) 'Macro-financial linkage, endogenous risk premium and monetary policy: evidence from a semi-structural model estimated for Morocco', *African Journal of Economic and Management Studies*. doi: 10.1108/AJEMS-04-2024-0273.
- Ahmadi, M. *et al.* (2025) 'Climate shocks, economic activity and cross-country spillovers: Evidence from a new global model', *ECONOMIC MODELLING*, 148. doi: 10.1016/j.econmod.2025.107082.
- Alagidede, P., Adu, G. and Frimpong, P. B. (2016) 'The effect of climate change on economic growth: evidence from Sub-Saharan Africa', *ENVIRONMENTAL ECONOMICS AND POLICY STUDIES*, 18(3), pp. 417–436. doi: 10.1007/s10018-015-0116-3 WE - Emerging Sources Citation Index (ESCI).
- Allan, G. J., Figus, G. and Pathak, P. (2025) 'Economic Consequences of Climate-Induced Changes in Crop Yields in a Water-Abundant Region', *REVIEW OF REGIONAL STUDIES*, 55(1), pp. 25–58. doi: 10.52324/001c.137491 WE - Emerging

Sources Citation Index (ESCI).

- Arellano-González, J. and Juárez-Torres, M. (2025) 'Temperature and quarterly economic activity: panel data evidence from Mexico', *ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT ECONOMICS*. doi: 10.1017/S1355770X25000026.
- Arndt, C. et al. (2012) 'Climate Change, Agriculture and Food Security in Tanzania', *REVIEW OF DEVELOPMENT ECONOMICS*, 16(3), pp. 378–393. doi: 10.1111/j.1467-9361.2012.00669.x WE - Social Science Citation Index (SSCI).
- Arndt, C. et al. (2014) 'Climate Change and Economic Growth Prospects for Malawi: An Uncertainty Approach', *JOURNAL OF AFRICAN ECONOMIES*, 23, pp. 83–107. doi: 10.1093/jae/eju013 WE - Social Science Citation Index (SSCI).
- Asafu-Adjaye, J. (2014) 'The Economic Impacts of Climate Change on Agriculture in Africa', *JOURNAL OF AFRICAN ECONOMIES*, 23, pp. 17–49. doi: 10.1093/jae/eju011 WE - Social Science Citation Index (SSCI).
- Barker, D. (2023) 'Temperature and Economic Growth: Comment on Kiley', *ECON JOURNAL WATCH*, 20(1), pp. 69–84 WE-Social Science Citation Index (SSCI).
- Bayraç, H. N. and Dogan, E. (2016) 'Impacts of Climate Change on Agriculture Sector in Turkey', *ESKISEHIR OSMANGAZI UNIVERSITESI IIBF DERGISI-ESKISEHIR OSMANGAZI UNIVERSITY JOURNAL OF ECONOMICS AND ADMINISTRATIVE SCIENCES*, 11(1), pp. 23–48 WE-Emerging Sources Citation Index (ESCI).
- Bejarano, J. and Rodríguez, D. (2025) 'The effects of climate change on a small and open economy: Economic and monetary perspectives', *LATIN AMERICAN JOURNAL OF CENTRAL BANKING*, 6(3). doi: 10.1016/j.latcb.2024.100144.
- Breisinger, C. et al. (2013) 'ECONOMIC IMPACTS OF CLIMATE CHANGE IN SYRIA', *CLIMATE CHANGE ECONOMICS*, 4(1). doi: 10.1142/S2010007813500024 WE - Emerging Sources Citation Index (ESCI).
- Ceesay, E. K. and Ndiaye, M. B. (2022) 'Climate change, food security and economic growth nexus in the Gambia: Evidence from an econometrics analysis', *RESEARCH IN GLOBALIZATION*, 5. doi: 10.1016/j.resglo.2022.100089 WE - Emerging Sources Citation Index (ESCI).
- Chamma, D. D. (2025a) 'Climate change and economic growth in sub-Saharan Africa: an empirical analysis of aggregate- and sector-level growth', *JOURNAL OF SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT*, 27(3), pp. 813–845. doi: 10.1007/s40847-024-00377-x.
- Chamma, D. D. (2025b) 'Corruption, political instability, climate change and economic growth in Sub-Saharan African countries', *COGENT ECONOMICS & FINANCE*, 13(1). doi: 10.1080/23322039.2025.2570791 WE - Emerging Sources Citation Index (ESCI).
- Chen, F. L., Zhang, J. and Chen, Z. F. (2024) 'Assessment of the effects of extreme temperature on economic activity', *ECOLOGICAL ECONOMICS*, 222. doi: 10.1016/j.ecolecon.2024.108225.
- Chen, J. A. (2025) 'Climate change and economic growth in China: insights from spatial econometric analysis', *SPATIAL ECONOMIC ANALYSIS*. doi: 10.1080/17421772.2025.2567065.
- Chen, Z. Z., Li, L. and Tang, Y. (2024) 'Weather, credit, and economic fluctuations: Evidence from China', *JOURNAL OF ECONOMIC BEHAVIOR & ORGANIZATION*, 221, pp. 406–422. doi: 10.1016/j.jebo.2024.03.025.
- Din, M. A. U. and Haseen, S. (2024) 'Impact of climate change on Indian agriculture: new evidence from the autoregressive distributed lag approach', *ASIA-PACIFIC JOURNAL OF REGIONAL SCIENCE*, 8(2), pp. 377–394. doi: 10.1007/s41685-023-

00327-1.

- Duan, H. B. *et al.* (2022) ‘Valuing the impact of climate change on China’s economic growth’, *ECONOMIC ANALYSIS AND POLICY*, 74, pp. 155–174. doi: 10.1016/j.eap.2022.01.019.
- Dueñas, J., Goytia, A. and Hoffmann, B. (2026) ‘The effect of extreme heat on economic growth: Evidence from Latin America’, *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ECONOMICS AND MANAGEMENT*, 135. doi: 10.1016/j.jeem.2025.103241.
- Ehigiamusoe, K. U. *et al.* (2026) ‘Impact of climate change on economic growth in developing countries: unravelling the moderating role of globalization’, *ENVIRONMENTAL ECONOMICS AND POLICY STUDIES*, 28(1), pp. 185–217. doi: 10.1007/s10018-024-00427-y.
- El Ouazzani, H. *et al.* (2025) ‘Climate shocks and economic resilience: a DSGE analysis of Morocco’s monetary policy adjustments’, *INDIAN ECONOMIC REVIEW*, 60(1), pp. 79–103. doi: 10.1007/s41775-025-00250-6.
- Elshennawy, A., Robinson, S. and Willenbockel, D. (2016) ‘Climate change and economic growth: An intertemporal general equilibrium analysis for Egypt’, *ECONOMIC MODELLING*, 52, pp. 681–689. doi: 10.1016/j.econmod.2015.10.008 WE - Social Science Citation Index (SSCI).
- Erkişi, K. and Sarıtaş, B. (2026) ‘Economic Output Under a Warming Climate: Non-Linear Damage Effects and Adaptive Capacity in OECD Countries’, 20(1). doi: doi:10.1515/econ-2025-0195.
- Fankhauser, S. and Tol, R. S. J. (2005) ‘On climate change and economic growth’, *RESOURCE AND ENERGY ECONOMICS*, 27(1), pp. 1–17. doi: 10.1016/j.reseneeco.2004.03.003 WE - Social Science Citation Index (SSCI).
- Felbermayr, G. *et al.* (2022) ‘The economic impact of weather anomalies’, *WORLD DEVELOPMENT*, 151. doi: 10.1016/j.worlddev.2021.105745.
- Feye, D. A., Beyene, A. B. and Kumar, S. K. (2025) ‘Climate and political effects on agriculture: Empirical evidence from SSA’, *INTERNATIONAL STUDIES OF ECONOMICS*, 20(3), pp. 322–343. doi: 10.1002/ise3.98.
- Galí, J. (2009) *Monetary policy, inflation, and the business cycle: An introduction to the new Keynesian framework*, *Monetary Policy, Inflation, and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework*. doi: 10.1111/j.1475-4932.2009.00606.x.
- Greiner, A., Bökemeier, B. and Owusu, B. (2025) ‘Climate change and economic growth: Evidence for European countries’, *AMERICAN JOURNAL OF ECONOMICS AND SOCIOLOGY*, 84(2), pp. 323–359. doi: 10.1111/ajes.12605.
- Hertel, T. W. and de Lima, C. Z. (2020) ‘Viewpoint: Climate impacts on agriculture: Searching for keys under the streetlight’, *FOOD POLICY*, 95. doi: 10.1016/j.foodpol.2020.101954 WE - Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED) WE - Social Science Citation Index (SSCI).
- Ibarra, A. A., Vargas, A. S. and López, B. M. (2013) ‘Economic Impacts of Climate Change on Two Mexican Coastal Fisheries: Implications for Food Security’, *ECONOMICS-THE OPEN ACCESS OPEN-ASSESSMENT E-JOURNAL*, 7. doi: 10.5018/economics-ejournal.ja.2013-36 WE - Social Science Citation Index (SSCI).
- Kadanali, E. and Yalcinkaya, O. (2020) ‘EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON ECONOMIC GROWTH: EVIDENCE FROM 20 BIGGEST ECONOMIES OF THE WORLD’, *ROMANIAN JOURNAL OF ECONOMIC FORECASTING*, 23(3), pp. 93-118 WE-Social Science Citation Index (SSCI).
- Lanza fame, M. (2014) ‘Temperature, rainfall and economic growth in Africa’,

- EMPIRICAL ECONOMICS*, 46(1), pp. 1–18. doi: 10.1007/s00181-012-0664-3 WE - Social Science Citation Index (SSCI).
- Linsenmeier, M. (2024) ‘Seasonal temperature variability and economic cycles’, *JOURNAL OF MACROECONOMICS*, 79. doi: 10.1016/j.jmacro.2023.103568.
 - Miller, S. *et al.* (2021) ‘HEAT WAVES, CLIMATE CHANGE, AND ECONOMIC OUTPUT’, *JOURNAL OF THE EUROPEAN ECONOMIC ASSOCIATION*, 19(5), pp. 2658–2694. doi: 10.1093/jeea/jvab009.
 - Ministère de l’Industrie et du Commerce (2025) ‘Rapport de l’enquête industrielle 2025’. Available at: https://barometreindustrie.gov.ma/pdf/Rapport_Enquete_industrielle_2025.pdf.
 - Norman-López, A., Pascoe, S. and Hobday, A. J. (2011) ‘POTENTIAL ECONOMIC IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON AUSTRALIAN FISHERIES AND THE NEED FOR ADAPTIVE MANAGEMENT’, *CLIMATE CHANGE ECONOMICS*, 2(3), pp. 209–235. doi: 10.1142/S2010007811000279 WE - Emerging Sources Citation Index (ESCI).
 - Osman, B. M. *et al.* (2025) ‘The impact of climate change on economic growth in Somalia: using random forest and Bayesian approach’, *COGENT ECONOMICS & FINANCE*, 13(1). doi: 10.1080/23322039.2025.2496684 WE - Emerging Sources Citation Index (ESCI).
 - Pintassilgo, P. *et al.* (2016) ‘The economic dimension of climate change impacts on tourism: The case of Portugal’, *TOURISM ECONOMICS*, 22(55th Congress of the European-Regional-Science-Association), pp. 685–698. doi: 10.1177/1354816616654242 WE - Social Science Citation Index (SSCI) WE - Conference Proceedings Citation Index - Social Science & Humanities (CPCI-SSH).
 - Piontek, F. *et al.* (2019) ‘Economic Growth Effects of Alternative Climate Change Impact Channels in Economic Modeling’, *ENVIRONMENTAL & RESOURCE ECONOMICS*, 73(4), pp. 1357–1385. doi: 10.1007/s10640-018-00306-7 WE - Social Science Citation Index (SSCI).
 - Siddig, K. *et al.* (2020) ‘Climate change and agriculture in the Sudan: Impact pathways beyond changes in mean rainfall and temperature’, *ECOLOGICAL ECONOMICS*, 169. doi: 10.1016/j.ecolecon.2019.106566 WE - Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED) WE - Social Science Citation Index (SSCI).
 - Tanure, T. M. D., Domingues, E. P. and Magalhaes, A. D. (2023) ‘THE REGIONAL ECONOMIC IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON FAMILY FARMING AND LARGE-SCALE AGRICULTURE IN BRAZIL: A COMPUTABLE GENERAL EQUILIBRIUM APPROACH’, *CLIMATE CHANGE ECONOMICS*, 14(03). doi: 10.1142/S2010007823500124.
 - Tebaldi, E. and Beaudin, L. (2016) ‘Climate change and economic growth in Brazil’, *APPLIED ECONOMICS LETTERS*, 23(5), pp. 377–381. doi: 10.1080/13504851.2015.1076141 WE - Social Science Citation Index (SSCI).
 - Weber, M. and Hauer, G. (2003) ‘A regional analysis of climate change impacts on Canadian agriculture’, *CANADIAN PUBLIC POLICY-ANALYSE DE POLITIQUES*, 29(2), pp. 163–180. doi: 10.2307/3552453 WE - Social Science Citation Index (SSCI).
 - Winters, P. *et al.* (1998) ‘Economic and welfare impacts of climate change on developing countries’, *ENVIRONMENTAL & RESOURCE ECONOMICS*, 12(1), pp. 1–24. doi: 10.1023/A:1008204419284 WE - Social Science Citation Index (SSCI).

- Zhao, X., Gerety, M. and Kuminoff, N. V (2018) ‘Revisiting the temperature-economic growth relationship using global subnational data’, *Journal of Environmental Management*, 223, pp. 537–544. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.06.022>.