Impact du changement Climatique Sur L'agriculture Et Les Moyens De Subsistance Economique: Temoignage De Tunisie

Impact of climate change on agriculture and economic livelihoods: Testimony from Tunisia

Bochra BEN AMMAR

Faculté des sciences économiques et de gestion de Tunis –Université de Tunis El Manar
E-mail : bochraben25@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-0339-9629

Reçu le:17 /10/2025 **Accepté le:28/11/2025** **Publié le:31/03/2026**

Résumé : Cette étude analyse l'impact du changement climatique sur l'agriculture et la croissance économique en Tunisie sur la période 1990-2023 à l'aide d'un modèle ARDL. Les résultats révèlent qu'une hausse des températures freine la croissance à court terme, tandis que les précipitations ont un effet positif mais limité. Le stress hydrique présente des effets mixtes, et l'emploi agricole influence négativement la croissance avec retard. En revanche, l'urbanisation et la formation brute de capital fixe stimulent durablement l'activité économique. Ces résultats soulignent la nécessité de renforcer la résilience agricole et d'améliorer la gestion de l'eau pour atténuer les impacts climatiques

Mots-clés : changement climatique, agriculture, croissance économique, Tunisie, ARDL

Abstract: This study analyzes the impact of climate change on agriculture and economic growth in Tunisia over the period 1990–2023 using an ARDL model. The results reveal that rising temperatures hinder short-term growth, while precipitation has a positive but limited effect. Water stress shows mixed effects, and agricultural employment negatively influences growth with a lag. In contrast, urbanization and gross fixed capital formation sustainably stimulate economic activity. These findings highlight the need to strengthen agricultural resilience and improve water management to mitigate the economic impacts of climate change.

Keywords: Climate change, agriculture, economic growth, Tunisia, ARDL

Ce(tte) œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale 4.0 International

Introduction

Le changement climatique est devenu l'un des plus grand défis majeurs du XXI^{e} siècle, ayant des conséquences importantes sur les économies, la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance en particulier dans les pays en développement [IPCC, (2023)]. Les pays d'Afrique du Nord, dont la Tunisie, sont particulièrement vulnérables aux variations climatiques en raison de leur climat aride et semi-aride [World Bank, (2022)], de la rareté des ressources en eau et de leur dépendance à l'agriculture pour l'emploi et les revenus. L'agriculture en Tunisie représente une portion importante du PIB et assure les moyens de vie des habitants ruraux. Toutefois, l'accroissement des températures, la réduction des précipitations et l'intensification du stress hydrique mettent en péril la productivité agricole ainsi que l'expansion économique. Des recherches empiriques, [Dell, Jones et Olken, (2014) ; Koubi, (2019)], indiquent que les aléas climatiques peuvent faire baisser la production, troubler le marché de l'emploi et restreindre l'investissement, en particulier dans les économies qui reposent largement sur les ressources naturelles. Toutefois, rares sont les recherches qui ont étudié de manière dynamique et intégrée les impacts différés du changement climatique sur l'économie tunisienne, en prenant en compte aussi bien les variables climatiques que socio-économiques telles que l'urbanisation, l'investissement et l'emploi agricole [Hassine et Mabrouk, (2020)]. La problématique centrale de cette étude peut donc être formulée ainsi *« dans quelle mesure le changement climatique affecte-t-il l'agriculture et la croissance économique en Tunisie, et comment les variables agricoles et socio-économiques peuvent-elles modérer ces effets à court et à long terme? »*

Cette étude vise à analyser l'impact du changement climatique sur la croissance économique et l'agriculture en Tunisie sur la période 1990–2023, en intégrant les variables climatiques (température, précipitations, stress hydrique), agricoles (valeur ajoutée agricole, emploi agricole) et socio-économiques (urbanisation, FBCF) à l'aide d'un modèle ARDL. Elle cherche à identifier les effets à court et à long terme, notamment les mécanismes d'adaptation différés. Les hypothèses principales sont que l'augmentation des températures et le stress hydrique freinent la croissance économique, que les précipitations ont un effet positif mais limité, que l'urbanisation et la FBCF stimulent la croissance à long terme, tandis que l'emploi agricole pourrait avoir un impact retardé négatif sur le PIB.

1. Revue de la littérature

Plusieurs recherches ont démontré que la montée des températures diminue la productivité agricole en perturbant le cycle de croissance, en détériorant les sols et en accroissant la pression hydrique [Schlenker et Roberts, (2009) ; David B. Lobell et al.,(2011)]. Dans le nord de l'Afrique, où l'eau est déjà rare, la diminution des précipitations intensifie la charge sur les systèmes d'irrigation et amplifie la pression hydrique [Dorra GRAMI et Jalleleddine BEN REJEB, (2015)]. De nombreux travaux en Tunisie mettent en évidence la vulnérabilité importante de l'agriculture pluviale face à la sécheresse, alors que les zones irriguées démontrent une certaine résistance due à la mise à niveau des infrastructures et l'adoption de méthodes d'économie d'eau (Yadh Labane, (2002) ; Soltani, L., et Mellah, T. (2022)].

Les ménages en milieu rural, surtout dans les régions de montagne et côtières, ont une dépendance majeure à l'agriculture pour leurs ressources financières. Ces groupes considèrent le changement climatique comme un danger immédiat pour leur existence quotidienne, ce qui renforce les disparités sociales [Aribi, F., et Sghaier, M. (2020)]. Compte tenu de ces enjeux, quelques agriculteurs optent pour des variétés de cultures plus robustes et adoptent des méthodes d'agriculture durables comme le bio-agriculture, la mise en valeur des produits locaux et le compostage. Ces stratégies, appliquées dans la réserve naturelle de Chenini et d'autres zones du sud-est tunisien, aident à consolider la capacité de résistance aux fluctuations climatiques. [Gafrej, R. (2016)]. Des recherches récentes ont aussi démontré que les producteurs de bétail, surtout dans le domaine laitier, constatent les effets du changement climatique sur la performance animale et la production de fourrage, et mettent en place des stratégies d'adaptation comme l'accroissement de la capacité hydrique et l'amélioration des conditions de logement et de gestion du bétail [Amamou et al., (2018)]. Par ailleurs, Labane (2002) a souligné l'importance de la gestion durable des ressources en eau pour atténuer les impacts du changement climatique sur l'agriculture. Il a suggéré d'accroître l'efficacité de l'irrigation, de favoriser la collecte des eaux de pluie et le recyclage des eaux usées, ainsi que de renforcer la gestion intégrée des bassins versants [Amamou, H., Ben Sassi, M., Aouadi, H., Khemiri, H., Mahouachi, M., Beckers, Y., & Hammami, H., (2018)].

2. Méthodologie

Pour analyser l'influence du changement climatique sur l'agriculture en Tunisie de 1990 à 2023, nous utilisons une méthodologie économétrique basée sur le modèle autorégressif à retards échelonnés (ARDL). Cette partie commence par exposer les données utilisées et leurs principales propriétés descriptives, puis précise les modèles choisis, avant de décrire les tests économétriques menés pour garantir la solidité des résultats.

2.1 Source et description des données

Pour étudier l'influence du changement climatique sur l'agriculture en Tunisie, deux modèles sont pris en compte : le premier se base sur la Valeur ajoutée agricole (AgriVA) comme variable dépendante, tandis que le second utilise la Population active agricole (AgriEmp). Les deux modèles partagent un ensemble commun de variables explicatives, qui comprennent :

- TEMP : température moyenne annuelle (°C)
- PRECIP : précipitations annuelles totales (mm)
- WS: stress hydrique (prélèvement d'eau douce en proportion des ressources en eau douce disponibles)
- URBAN : taux d'urbanisation (% du PIB)
- FBCF: formation brute de capital fixe (% du PIB)

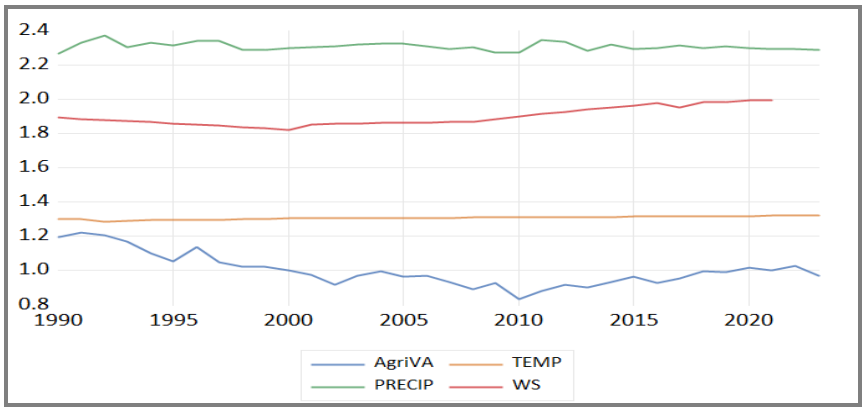
Les données couvrent la période 1990–2023 et sont issues de sources fiables : données climatiques (TEMP et PRECIP) provenant de World Bank Climate Data, et les variables

agricoles (AgriVA, AgriEmp), le stress hydrique (WS), et les variable socio-économique (URBAN, FBCF) de World Bank Data et INS.

2.2 Analyse descriptive

Figure 1 illustre les relations entre la valeur ajoutée agricole (AgriVA**)** et les variables explicatives TEMP, PRECIP, WS, URBAN et FBCF**.**

Figure 1 : Relation entre AgriVA, température, précipitation et stress hydrique

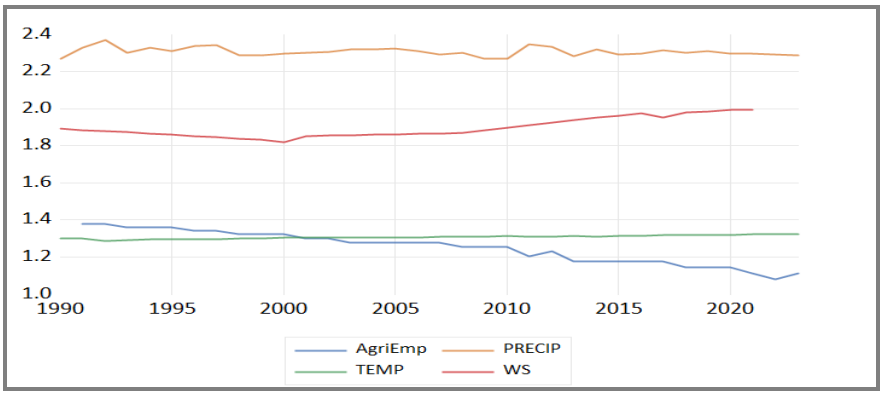


Source : par l'auteur (sous Eviews)

On observe que, sur la période 1990-203, la valeur ajouté agricole (AgriVA) évolue avec des fluctuations notables mais reste globalement dans une tendance baissière. Les précipitations (PRECIP), montrent une stabilité relative avec des légères variations (186 mm en 1990, 205 mm en 1995, 198 mm en 2000, 187 mm en 2010, 199 mm en 2020), traduisant une certaine irrégularité climatique. En revanche, la température (TEMP), affiche une tendance haussière continue (19,9°C en 1990, 20.2°C en 2000, 20.82°C en 2020), ce qui confirme le changement climatique remarquable en Tunisie. Le stress hydrique (WS), demeure relativement élevé au fil du temps (78% en 1990, 98% en 2020), ce qui souligne la pression croissante des ressources en eau. Ces variables mettent en évidence une interaction complexe dans la mesure où la hausse des températures et l'aggravation des ressources hydrique risquent de limiter la contribution de l'agriculture à l'économie tunisienne.

La figure 2 montre les relations entre l'emploi agricole (AgriEmp) et les mêmes variables explicatives.

Figure 2 : Relation entre AgriEmp, température, précipitation et stress hydrique



Source : par l'auteur (sous Eviews)

L'emploi agricole (AgriEmp), suit une tendance décroissante entre 1990 et 2023, ce qui traduit le déclin progressif de la main-d'œuvre au profit des secteurs non-agricole. Cette baisse s'accompagne d'une aggravation des ressources hydriques, ce qui traduit une corrélation négative. D'une manière plus précise, l'élévation de stress des ressources en eau contribue à fragiliser les conditions de travail, accélérant la sortie de la main-d'œuvre vers d'autre activité économique. Ainsi, la baisse de l'emploi agricole, s'inscrit dans la même logique de la variation de la valeur ajoutée agricole (AgriVA) dans la figure (1), ce qui confirme que les conditions climatique en Tunisie présent non seulement sur la production mais également sur l'emploi.

3. Spécification des modèles

Deux modèles sont pris en compte. Le premier utilise la valeur ajoutée agricole (AgriVA) comme variable dépendante et le deuxième prend en compte l'emploi dans le secteur agricole (AgriEmp). Les facteurs explicatifs comprennent la température (TEMP), les précipitations (PRECIP), le stress hydrique (WS), le niveau d'urbanisation (URBAN) et la formation brute de capital fixe (FBCF). La présence d'une co-intégration entre les séries indique l'existence d'un ou plusieurs liens d'équilibre à long terme, qui « peuvent être intégrés aux dynamiques à court terme dans un modèle de correction d'erreurs (ECM) dérivé de l'ARDL » [Zouabi, (2022)]. On peut exprimer la forme générale de l'ECM de la manière suivante :

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \, \Delta Y_{t-i} + \sum_{j=0}^{q} \beta_i \, \Delta X_{t-j} + \lambda(X_{t-1} - \theta X_{t-1}) + \varepsilon_t \qquad (1)$$

Où Y_t représente la variable dépendante (AgriVA ou AgriEmp), X_t l'ensemble des variables explicatives (TEMP, PRECIP, WS, URBAN, GFCF), Δ est l'opérateur de première différence, λ est la vitesse d'ajustement vers l'équilibre de long terme et ε_t le terme d'erreur.

Dans notre analyse, nous spécifions deux modèles ARDL :

$$\Delta(\mathbf{AgriVA_t}) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \beta_i \, \Delta(AgriVA)_{t-i} + \sum_{j=0}^{q1} \beta_{1j} \, \Delta(TEMP)_{t-j} + \sum_{j=0}^{q2} \beta_{2j} \, \Delta(PRECIP)_{t-j} + \sum_{j=0}^{q3} \beta_{3j} \Delta(WS)_{t-j} + \sum_{j=0}^{q4} \beta_{4j} \Delta(URBAN)_{t-j} + \sum_{j=0}^{q5} \beta_{5j} \, \Delta(FBCF)_{t-j} + \lambda(AgriVA)_{t-1} + \theta_1(TEMP)_{t-1} + \theta_2(PRECIP)_{t-1} + \theta_3(WS)_{t-1} + \theta_4(URBAN)_{t-1} + \theta_5(FBCF)_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Delta(\mathbf{AgriEMP_t}) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \beta'_i \, \Delta(AgriEMP)_{t-i} + \sum_{j=0}^{q1} \beta'_{1j} \, \Delta(TEMP)_{t-j} + \sum_{j=0}^{q2} \beta'_{2j} \, \Delta(PRECIP)_{t-j} + \sum_{j=0}^{q3} \beta'_{3j} \Delta(WS)_{t-j} + \sum_{j=0}^{q4} \beta'_{4j} \Delta(URBAN)_{t-j} + \sum_{j=0}^{q5} \beta'_{5j} \, \Delta(FBCF)_{t-j} + \lambda(AgriEMP)_{t-1} + \theta'_1(TEMP)_{t-1} + \theta'_2(PRECIP)_{t-1} + \theta'_3(WS)_{t-1} + \theta'_4(URBAN)_{t-1} + \theta'_5(FBCF)_{t-1} + \mu_t$$

(3)

Avec : β et β' représentent les coefficients de court terme, λ est le coefficient d'ajustement, Ø et $\emptyset'$ représente les coefficients de long terme, ε et μ sont les termes d'erreur.

4. Estimation économétrique

4.1 Test de stationnarité

Avant de procéder à l'estimation des modèles ARDL, il est essentiel de confirmer la stationnarité des séries temporelles employées. Cette phase est cruciale pour assurer la précision des conclusions et prévenir des retours en arrière trompeurs.

Tableau 1 : Test des racines unitaire

Variables	Test ADF		Test PP		Ordre d'intégration
	Level	1st différence	Level	1st différence	
Modèle 1					
AgriVA	-2.181351 (0.2165)	-7.009173 (0.000)	-2.176394 (0.2182)	-6.980869 (0.000)	I(1)
TEMP	-0.532760 (0.8721)	-7.200427 (0.000)	-0.350206 (0.9064)	-7.548976 (0.000)	I(1)
PRECIP	-4.925742 (0.000)	---	-4.958388 (0.000)	---	I(0)
WS	0.749930 (0.9914)	-5.197998 (0.000)	0.512373 (0.9844)	-5.267506 (0.000)	I(1)
URBAN	-0.608517 (0.8550)	-3.360194 (0.0202)	-4.874163 (0.000)	---	I(0)
GFCF	-0.193156 (0.9298)	-5.372531 (0.000)	0.051751 (0.9568)	-5.367170 (0.000)	I(1)
Modèle 2					
AgriEMP	1.000802 0.9955	-9.374941 (0.000)	-0.133727 (0.9371)	-10.45718 (0.000)	I(1)

TEMP	-0.532760 (0.8721)	-7.200427 (0.000)	-0.350206 (0.9064)	-7.548976 (0.000)	I(1)
PRECIP	-4.925742 (0.000)	---	-4.958388 (0.000)	---	I(0)
WS	0.749930 (0.9914)	-5.197998 (0.000)	0.512373 (0.9844)	-5.267506 (0.000)	I(1)
URBAN	-0.608517 (0.8550)	-3.360194 (0.0202)	-4.874163 (0.000)	---	I(0)
FBCF	-0.193156 (0.9298)	-5.372531 (0.000)	0.051751 (0.9568)	-5.367170 (0.000)	I(1)

Source : par l'auteur (sous Eviews)

Des tests de racine unitaire ADF, élaboré Dickey (1975), Fuller (1976) et Dickey et Fuller (1979, 1981) [Bensalma, (2022)] et PP ont été appliqués à l'ensemble des variables utilisées dans les deux modèles (AgriVA et AgriEmp) afin de déterminer leur ordre d'intégration. Les résultats montrent que certaines séries, telles que PRECIP et URBAN sont stationnaires au niveau (I(0)), tandis que les autres variables, notamment AgriVA, AgriEmp, TEMP, WS et FBCF, deviennent stationnaires après une première différence (I(1)). Ces résultats confirment que toutes les séries sont intégrées d'ordre 0 ou 1 ce qui rend appropriée l'estimation des modèles ARDL.

4.2 Diagnostic ARDL

Tableau 4 : Test de diagnostique

Test/Variable	AgriVA		AgriEMP	
	Value	**Prob**	**Value**	**Prob**
Stabilité :Ramsey	1.648334	0.2139	0.403293	0.5456
Heteroskedasticity: Breusch-Pegan Godfrey	0.698150	0.7036	1.031479	0.5136
Normalité: Jarque-Bera	1.443514	0.485898	0.470473	0.7903
Auto-correlation: Breusch-Godfrey	1.605816	0.2268	4.244391	0.0710

Source : par l'auteur (sous Eviews)

Le tableau (4) indique que le test de stabilité de Ramsey suggère que les modèles sont correctement spécifiés, sans aucun écart d'importantes variables. Les tests d'hétéroscédasticité (Breusch-Pagan-Godfrey) et de normalité des résidus (Jarque-Bera) valident que les postulats traditionnels des moindres carrés sont bien suivis. Pour conclure, le test d'autocorrélation de Breusch-Godfrey indique l'absence de corrélation significative des erreurs dans le modèle AgriVA. En revanche, pour le modèle AgriEmp, bien que l'autocorrélation soit légèrement significative, elle demeure acceptable. Pour les deux modèles, le nombre de retards optimal a été déterminé à l'aide du critère d'information d'Akaike (AIC). Pour le Modèle 1 (AgriVA), la sélection a conduit à la spécification (1,1,0,0,1,1), indiquant le nombre de lags retenus pour respectivement: AgriVA, TEMP, PRECIP, WS, URBAN et GFCF. Pour le Modèle 2 (AgriEmp), la sélection optimale est

(2,2,2,3,3,3) pour AgriEmp, TEMP, PRECIP, WS, URBAN et FBCF. Cette sélection garantit que les modèles capturent de manière adéquate les dynamiques de court terme tout en préservant la significativité et la stabilité des coefficients estimés. Les retards retenus sont ensuite utilisés pour l'estimation finale des modèles ARDL et pour la conduite du Bounds Test de co-intégration, qui permet de vérifier l'existence d'un équilibre de long terme entre les variables.

Tableau 5: Co-intergation (Bounds test)

Modèles	**AgriVA**	**AgriEmp**
F-statistique	**6.493387**	**2.306446**
Valeur critique		
	I(0)	I(1)
10%	2.407	3.517
5%	2.910	4.193
1%	4.134	5.761

I(0) et I(1) sont respectivement les bornes stationnaire et non stationnaire

Source : par l'auteur (sous Eviews)

5. Résultat et discussion

5.1 Résultat de l'estimation court terme

Les coefficients estimés sont reportés dans le tableau 6. Les résultats montrent que, pour le premier modèle **(1.1.0.0.1.1)** où la variable dépendante est AgriVA, la température à un effet négatif et significatif au seuil de 1 %. Une hausse de la température se traduit par une baisse de la production agricole [Jihène Khalifa, (2025)] confirmant la sensibilité du secteur à la chaleur et aux conditions climatiques extrêmes. L'urbanisation, a un effet positif significatif, ce qui montre que le développement des zones urbaines peut, favoriser la modernisation et la commercialisation des produits agricoles, tandis que, la formation brute du capital fixe présente un effet négatif, indiquant que les investissements agricoles ne produisent pas d'impact immédiat sur la valeur ajoutée, leurs effets se manifestant plutôt à moyen et long terme. L'absence de l'effet des précipitations et du stress hydrique peut reflètent qu'ils ayant un effet à long terme.

Tableau 6 : estimation à court terme

Variables	**Variable dépendante AgriVA**		**Variable dépendante AgriEMP**	
	Coef	**Prob**	**Coef**	**Prob**
Modèle 1 (1.1.0.0.1.1)				
D(TEMP)	-4.416930	0.0024		
D(PRECIP)	---	---		
D(WS)	---	---		
D(URBAN)	24.25106	0.0000		
D(GFCF)	-0.667693	0.0000		
C	-1.155064	0.0000		
Modèle 2 (2.2.2.3.3.3)				

D(TEMP)			8.100286	0.0022
D(TEMP)(-1)			5.620768	0.0007
D(PRECIP)			-0.203551	0.0615
D(PRECIP)(-1)			0.517927	0.0006
D(WS)			-0.107988	0.5326
D(WS)(-1)			0.663963	0.0091
D(WS)(-2)			1.012976	0.0014
D(URBAN)			-13.58912	0.0392
D(URBAN)(-1)			4.815484	0.5071
D(URBAN)(-2)			28.88714	0.0010
D(FBCF)			0.306202	0.0154
D(FBCF)(-1)			0.554053	0.0005
D(FBCF)(-2)			-0.443823	0.0046
C			-0.704626	0.0001

Source : par l'auteur (sous Eviews)

Dans le second modèle **(2.2.2.3.3.3)** où la variable dépendante est AgriEmp, les résultats révèlent une dynamique complexe. En effet, la température avec ses retards (-1) ont un effet à positif et significatif, indiquant qu'à court terme, une hausse des températures peut temporairement stimuler la demande de main-d'œuvre, notamment pour compenser la baisse de productivité ou prolonger les périodes de récolte [El Shaer, H., Iglesias, A., Rosenzweig, C., & Seino, H. (1996)]. Les précipitations présentent un effet positif, ce qui montre que les conditions climatique favorables se traduisent par une augmentation de l'emploi avec un léger décalage (-1). Le stress hydrique est non significatif, mais ses retards (-1) et (-2) exercent des effets positifs, reflétant un ajustement progressif des activités agricoles face à la rareté de l'eau. Enfin, l'urbanisation influence négativement l'emploi agricole à court terme, traduisant la migration de la main-d'œuvre rurale vers les villes, tandis que les investissements ont un effet globalement positif à court terme, favorisant temporairement la création d'emplois dans le secteur. Globalement, les résultats montrent que les chocs climatiques ont des impacts différés sur la production et l'emploi agricoles en Tunisie. Le réchauffement et le stress hydrique réduisent la productivité agricole, tandis que les précipitations et les investissements contribuent positivement, mais de manière retardée. Ces résultats traduisent la vulnérabilité structurelle du secteur agricole tunisien aux aléas climatiques et la nécessité d'adapter les politiques agricoles pour renforcer la résilience du secteur.

5.2 Résultat de l'estimation long terme

Le tableau 7 présente les résultats de l'estimation à long terme des deux modèles, où la valeur ajoutée agricole (AgriVA) et l'emploi agricole (AgriEMP) sont considérés comme variables dépendantes. En effet, les résultats montrent que pour le premier modèle, la température exerce un effet négatif et significatif au seuil de 5 %. Une hausse des températures entraîne une baisse de la valeur ajoutée agricole en Tunisie, ce qui montre la forte vulnérabilité du secteur agricole face au changement climatique qui affecte la productivité à travers la réduction de l'humidité du sol, l'augmentation du stress thermique

sur les cultures et la diminution du rendement des principales productions agricoles [Schlenker et Roberts (2009) ; Dell, Jones et Olken (2012)], Ensuite, les précipitations**,** présentent un effet négatif mais non significatif, suggérant que la variabilité pluviométrique ne joue pas un rôle déterminant à long terme qui pourrait être expliquer par la dépendance accrue de l'agriculture tunisienne aux systèmes d'irrigation artificiels, qui atténuent l'impact des fluctuations de la pluie sur la production. Etant donnée les variables socioéconomiques, l'urbanisation exerce un effet négatif significatif sur la valeur ajoutée agricole. Ce résultat reflète le déplacement progressif de la main-d'œuvre et des ressources vers les zones urbaines, entraînant une désaffection du secteur agricole. De même, la formation brute de capital fixe influence négativement la production agricole à long terme, bien que de manière hautement significative. Cela peut s'expliquer par une allocation inefficace des investissements, orientés vers des activités non agricoles ou des infrastructures urbaines au détriment du secteur agricole.

Dans le second modèle, où l'emploi agricole (AgriEMP) est la variable dépendante, aucun des coefficients estimés n'est statistiquement significatif. Cela indique qu'à long terme, l'emploi agricole n'est pas directement affecté par les variables climatiques ou économiques considérées**,** mais plutôt par d'autres facteurs structurels, tels que la mécanisation, la migration rurale ou les politiques agricoles. Ainsi, alors que la production agricole demeure sensible aux changements climatiques, l'emploi agricole semble davantage régi par des dynamiques socioéconomiques et institutionnelles à long terme.

Tableau 7 : Estimation à long terme

Variables	Variable dépendante AgriVA		Variable dépendante AgriEMP	
	Coef	Prob	Coef	Prob
Modèle 1 (1.1.0.0.1.1)				
TEMP (-1)	-7.155064	0.0157		
PRECIP(-1)	-0.060613	0.8423		
WS (-1)	0.635895	0.0274		
URBAN(-1)	-3.341528	0.0239		
FBCF(-1)	-1.286317	0.0000		
C	17.17335	0.0000		
Modèle 2 (2.2.2.3.3.3)				
TEMP(-1)			-0.691700	0.9343
PRECIP(-1)			-0.575574	0.5125
WS(-1)			-0.954291	0.1195
URBAN(-1)			-0.879853	0.8368
FBCF(-1)			-0.397323	0.3051
C			7.311680	0.2899

Source : par l'auteur (sous Eviews)

5.3 Output globale

Le tableau 8 résume les résultats de l'estimation ARDL globale appliquée aux deux modèles. Dans le premier modèle, les indicateurs climatiques à savoir la température avec

ses retards et la variation des précipitations présentent un effet négatif mais non significatif. Ces tendances révèlent la sensibilité de la production agricole face aux conditions thermiques qui menace le stress hydrique et réduisent les rendements des cultures. Ainsi, cela pourrait être attribué à la faible pourraient dépendance directe de l'agriculture tunisienne vis-à-vis des précipitations naturelles en raison du rôle prépondérant « des systèmes d'irrigation et des politiques d'adaptation à la rareté de l'eau» [Yadh LABANE, (2002)]. En revanche, le stress hydrique exerce un effet positif au seuil de 5%, suggérant que la rareté de l'eau peut, selon [Soltani, L., & Mellah, T. (2022)], pousse le secteur agricole à s'adapter par une meilleure gestion des ressources hydrique. Quant à l'urbanisation qui montre des effets à la fois positifs et négatifs: la variable contemporaine présente un effet positif mais marginalement significatif au seuil 10% tandis que sa valeur retardée (-1) a un effet négatif significatif. Le niveau des investissements a un effet négatif et fortement significatif au seuil 1%, suggérant que les investissements ne conduisent pas directement à une hausse de la productivité dans le secteur agricole. Ainsi, cela peut illustrer une mauvaise affectation du capital. [Mason-D'Croz, et al. (2019)]. Pour le second modèle, les résultats indiquent une forte dynamique d'ajustement (AgriEMP(-1) et AgriEMP(-2)) avec des coefficients significatifs, ce qui indique l'existence d'une inertie dans l'emploi agricole. La température retardée (-2) a un effet négatif et significatif ($p < 0,05$), confirmant que les hausses de températures finissent par réduire la demande de main-d'œuvre agricole à mesure que la productivité baisse. De même, les précipitations retardées (-2) influencent négativement l'emploi agricole en raison de leur impact sur les cycles de culture et la disponibilité saisonnière du travail. Le stress hydrique (-3) exerce un effet négatif à la limite de la signification, indiquant que des les ressources hydriques peuvent perturber certaines activités agricoles. L'urbanisation (-3) affecte significativement et négativement l'emploi agricole, confirmant le déplacement progressif de la main-d'œuvre vers les zones urbaines. Enfin, la formation brute de capital fixe (-2) présente un effet négatif et significatif, montrant que les investissements tardent à se traduire par des créations d'emplois dans le secteur agricole.

Tableau 8 : Estimation ARDL globale

Modèle 1 (1.1.0.0.1.1)			**Modèle 2 (2.2.2.3.3.3)**		
Variable	**Coef**	**Prob**	**Variable**	**Coef**	**Prob**
AgriVa	-0.155064	0.4041	AgriEmp (-1)	-0.942728	0.0554
TEMP	-4.416930	0.1015	AgriEMP(-2)	1.238101	0.0765
TEMP¨(1)	-2.740138	0.2395	TEMP(-2)	-5.620768	0.0488
PRECIP	-0.060613	0.8423	PRECIP (-2)	-0.517927	0.0572
WS	0.635895	0.0274	WS (-3)	-1.012976	0.0542
URBAN	24.25106	0.0766	URBAN (-3)	-28.88714	0.0326
URBAN (-1)	-27.59259	0.0346	GFCF	0.306202	0.1159
FBCF	-0.667693	0.0059	GFCF (-2)	-0.997876	0.0406
c	17.17335	0.0003	C	5.152002	0.4176
R2	0.94		R2	0.99	
R2 ajusté	0.92		R2 ajusté	0.97	

F	42.02502	0.0000	F	53.43508	0.0000

Source : par l'auteur (sous Eviews)

Globalement, les deux modèles présentent des coefficients de détermination élevés (R^2 = 0,94 pour AgriVA et 0,99 pour AgriEMP), attestant de la bonne qualité d'ajustement des estimations. Ces résultats soulignent que, bien que la production et l'emploi agricoles soient influencés par les conditions climatiques et économiques, leurs réponses se manifestent à des horizons temporels différents: immédiates pour la production, mais plus progressives pour l'emploi.

Conclusion

Cette étude confirme que le changement climatique est un facteur crucial de la performance agricole dans les pays en développement et par conséquent, des moyens de subsistance économique en Tunisie. L'analyse empirique souligne l'effet négatif et notable de la hausse des températures sur la valeur ajoutée agricole, ce qui révèle la sensibilité du secteur face aux conditions climatiques extrêmes. Par ailleurs, le stress hydrique, même s'il indique une contrainte environnementale, montre un impact bénéfique à court terme. Ce qui indique les agriculteurs tunisiens développent des aptitudes d'adaptation en optimisant l'efficacité de l'irrigation à savoir par la diversification des cultures. Ces dynamiques indiquent une résilience agricole encore précaire mais prometteuse et potentiel. En ce qui concerne les précipitations, elles n'ont pas d'impact notable, illustrant l'attachement accru de l'agriculture tunisienne à l'écoulement artificielle plutôt qu'à la pluie naturelle. De plus, la formation brute de capital fixe (FBCF) semble avoir un effet défavorable, mettant en évidence des gaspillages dans la répartition du capital et un décalage entre les investissements réalisés et l'accroissement de la productivité. Cela souligne l'importance d'ajuster la stratégie d'investissement agricole pour favoriser les projets à haute performance durable, en mettant l'accent sur la gestion de l'eau, l'actualisation technologique et la gouvernance des ressources rurales. Sur la base de ces résultats, l'Etat tunisien doit renforcer la gestion intégrée des ressources en eau, à travers la promotion des technologies économes et de Soutenir les capacités d'adaptation des exploitants par la formation, le microcrédit vert et la diffusion des bonnes pratiques de gestion climatique.

Référence bibliographique

- Ahmed Bensalma (2022). Chapitre 3 Introduction aux tests de racine unitaire. Master. Pôle universitaire de Koléa. pp.37.
- Amamou, H., Ben Sassi, M., Aouadi, H., Khemiri, H., Mahouachi, M., Beckers, Y., & Hammami, H. (2018). *Climate change-related risks and adaptation strategies as perceived in dairy cattle farming systems in Tunisia.* Climate Risk Management, 20, 38-49
- Aribi, F., et Sghaier, M. (2020). Effect of Livelihood Interactions on Farmers' Adaptive Capacity to Climate Change: Insight from Medenine Governorate, Southeast Tunisia. International Journal of Environment and Climate Change, 10(12), 422–430.
- David B. Lobell et al. (2011). Climate Trends and Global Crop Production Since 1980. Science 333, 616.
- Dell, Jones et Olken (2012). Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century. American Economic Journal: Macroeconomics, 4 (3): 66–95.
- Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2014). What do we learn from the weather? The new climate-economy literature. Journal of Economic Literature, 52(3), 740–798.
- Dorra GRAMI et Jalleleddine BEN REJEB (2015). L'impact des changements climatiques sur le rendement de la céréaliculture dans la Région du Nord-Ouest de la Tunisie (Béja). NEW MEDIT N. 4
- El Shaer, H., Iglesias, A., Rosenzweig, C., & Seino, H. (1996). Impact of climate change on possible scenarios for Egyptian agriculture in the Nile Delta. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 1(3), 233–250.
- Gafrej, R. (2016). Avec le changement climatique, quel avenir de l'agriculture irriguée en Tunisie? CIHEAM Watch Letter, 37
- Hassine, N. B., & Mabrouk, H. (2020). Climate change and agricultural productivity in Tunisia: Evidence from panel data. Environmental Economics, 11(2), 45–58.
- IPCC. (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/
- Jihène Khalif (2025). The Impacts of Climate Change, Agricultural Productivity, and Food Security on Economic Growth in Tunisia: Evidence from an Econometrics Analysis. Research on World Agricultural Economy, Volume 06 | Issue 01 |
- Koubi, V. (2019). Climate change and conflict. Annual Review of Political Science, 22, 343–360. https://doi.org/10.1146/annurev-polisci-050317-070830
- Mason-D'Croz, et al.. (2019). Agricultural investments and hunger in Africa: Modeling potential contributions to SDG2 – Zero Hunger. World Development, 116, 38–53
- Soltani, L., et Mellah, T. (2022). Exploring farmers' adaptation strategies to water shortage under climate change in the Tunisian semi-arid region. Environmental Management.

- Wolfram Schlenkera and Michael J. Roberts (2009). Nonlinear temperature effects indicate severedamages to U.S. crop yields under climate change. PNAS, 106 (37) 15594-15598
- World Bank. (2022). Tunisia: Climate risk profile. Washington, DC: World Bank. https://climateknowledgeportal.worldbank.org
- Yadh LABANE (2002). Climate Change and Water Resources in Tunisia. *In* WATER, WETLANDS AND CLIMATE CHANGE: Building Linkages for their Integrated Management. IUCN Mediterranean Regional Roundtable, Athens, Greece, December 10–11, 2002.
- Zouabi O., (2022). The effect of climate change on the production of irrigated and non-irrigated plants: A short and long term ARDL modelling for the case of Tunisia. Région et Développement. n° 55