International journal of applied management and economics
Vol : 02 , N° 13, Avril 2025
ISSN : 2509-0720

L'IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA PRODUCTION CÉRÉALIÈRE AU MAROC : UNE ÉTUDE ÉCONOMÉTRIQUE PAR LE MODÈLE ARDL (1991 -2020)

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON CEREAL PRODUCTION IN MOROCCO: AN ECONOMETRIC STUDY USING THE ARDL MODEL (1991-2020).

- **Auteur 1 :** HSSOUNE Abdelkarim,
- **Auteur 2 :** JAOUHAR Jinane,

(1) Docteur en économie, FSJES, Ibn Zohr, Agadir, Maroc.

(2) Professeure chercheure, FES, USMS, Beni Mellal, Maroc.

Conflit d'intérêt : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêt.

Pour citer cet article : HSSOUNE .A & JAOUHAR .J (2025) « L'impact des changements climatiques sur la production céréalière au Maroc : une étude économétrique par le modèle ARDL (1991 -2020)», IJAME : Volume 02, N° 13 | Pp: 186 – 211.

Date de soumission : Mars 2025
Date de publication : Avril 2025

DOI : 10.5281/zenodo.15167403
Copyright © 2025 – IJAME

Résumé :

L'agriculture au Maroc constitue un pilier de l'économie et contribue à la sécurité alimentaire du pays. Cependant, ce secteur constitue l'une des économies les plus touchées par les changements climatiques. Ces derniers, mesurés par la température et les précipitations, ont un impact sur la production agricole, ce qui affecte à son tour l'économie du secteur. L'objectif principal de cet article est d'évaluer les effets des changements climatiques sur la production céréalière au Maroc sur une période étalant entre 1991 et 2020. Les données utilisées ont été analysées à l'aide d'un modèle Autorégressif à Retard Distribué (ARDL).

Les résultats issus du modèle dynamique indiquent que, tant à court terme qu'à long terme, les niveaux moyens annuels des précipitations et des températures, ainsi que les variations des terres cultivées en céréales, ont tous des effets positifs et significatifs sur la production de céréales au Maroc.

Pour guider les politiques agricoles et les pratiques de gestion au Maroc, il est donc recommandé de développer des stratégies adaptives pour la gestion des ressources en eau, encourager les pratiques agricoles résilientes au climat et investir dans la recherche pour des technologies d'irrigation efficaces et des pratiques de gestion durable des terres. Ces mesures peuvent renforcer la sécurité alimentaire et la résilience de l'agriculture face aux changements climatiques..

Mots clés : ARDL, changements climatiques, Maroc, production des céréales, secteur agricole, sécurité alimentaire.

Abstract

Agriculture in Morocco is a cornerstone of the economy and contributes to the country's food security. However, this sector is one of the most affected by climate change. These changes, measured by temperature and precipitation, have an impact on agricultural production, which in turn affects the sector's economy. The main objective of this article is to assess the effects of climate change on cereal production in Morocco over a period spanning from 1991 to 2020. The data used were analyzed using an Autoregressive Distributed Lag (ARDL)

The results from the dynamic model indicate that, both in the short term and in the long term, the average annual levels of precipitation and temperature, as well as changes in the areas of land cultivated with cereals, all have positive and significant effects on cereal production in Morocco.

To guide agricultural policies and management practices in Morocco, it is recommended to develop adaptive strategies for water resource management, encourage climate-resilient agricultural practices, and invest in research for effective irrigation technologies and sustainable land management practices. These measures can strengthen food security and agriculture resilience practices and invest in research for effective irrigation technologies and sustainable land management practices. These measures can strengthen food security and agriculture resilience to climate change.

Keywords: agricultural sector, ARDL, cereal production, climate change, food security, Morocco.

1 Introduction

Les changements climatiques sont aujourd'hui largement reconnus comme l'un des défis majeurs auxquels l'humanité est confrontée. Avec des conséquences allant de la fonte des glaciers à l'élévation du niveau de la mer, en passant par des événements météorologiques extrêmes de plus en plus fréquents, les effets du changement climatique se font sentir à l'échelle mondiale. Pourtant, ses impacts sur des secteurs spécifiques, tels que l'agriculture, peuvent être particulièrement significatifs, entraînant des répercussions sur la sécurité alimentaire, l'économie et les moyens de subsistance des populations.

Au Maroc, comme dans tous les pays du monde, l'impact des changements climatiques sur la production céréalière constitue une préoccupation majeure, un pays où la filière céréalière revêt une importance socio-économique considérable. Avec près de 71% de la Surface Agricole Utile (SAU) totale, ce secteur joue un rôle central dans l'économie agricole du pays. Générant environ 20% du chiffre d'affaires agricole global, la production céréalière est un pilier essentiel de l'économie rurale, contribuant également de manière significative à l'emploi, avec une part estimée à 19% (MAPMDREF, 2021).

Entre 2003 et 2019, la productivité des cultures céréalières a connu une remarquable croissance au Maroc. Le rendement par hectare a augmenté de 42%, passant de 12 à 17 quintaux, tandis que la production totale a également progressé de 25% passant de 64 millions de quintaux (entre 2003 et 2007) à 80 millions de quintaux (entre 2015 et 2019). Cette augmentation a été accompagnée par une baisse de la superficie nationale de -32% évoluant de 5,35 M ha en 2008 à 3,65 M ha en 2019 (MAPMDREF, 2019). Par ailleurs, selon le ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts (MAPMDREF), dans la campagne de 2022-2023 quatre régions participent à hauteur de 82,9% de la production nationale des céréales, à savoir Fès-Meknès (27,1%), Rabat-Salé-Khnifra (16,9%) et Tanger-Tétouan-Al Hoceima (12,4%).

Les changements climatiques peuvent constituer une menace croissante à la production céréalière au Maroc, et par conséquent à la sécurité alimentaire. Ces changements se traduisent par une augmentation des températures moyennes, des phénomènes météorologiques extrêmes plus fréquents et des schémas de précipitations modifiés. Ces perturbations ont des répercussions profondes sur la production agricole et l'accès aux ressources alimentaires.

Face à ces défis, le Maroc a entrepris des mesures significatives pour renforcer sa résilience aux changements climatiques et assurer la sécurité alimentaire de sa population. A cet égard, le pays a lancé diverses initiatives visant à promouvoir les pratiques agricoles durables. Parmi celles-

ci, on compte la promotion de l'irrigation efficiente et la mise en œuvre de systèmes de gestion intégrée des ressources en eau. Ces actions sont conçues pour garantir une utilisation optimale des ressources disponibles, essentielles à la production agricole dans un contexte climatique en mutation.

Afin d'évaluer l'efficacité et l'impact réel de ces stratégies sur la résilience des exploitations agricoles face aux changements climatiques, une étude approfondie de l'impact des variations climatiques sur la production céréalière au Maroc est essentielle. Cette analyse permettra de mieux comprendre les défis spécifiques auxquels sont confrontés les agriculteurs marocains et d'identifier les lacunes éventuelles dans les politiques et les pratiques agricoles actuelles. Ainsi, notre problématique de recherche est la suivante : Dans quelle mesure les changements climatiques impactent-ils la production des céréales au Maroc ?

De cette problématique découlent les trois hypothèses suivantes :

- H_1 : l'augmentation des précipitations a un impact positif et significatif sur la production des céréales au Maroc à court et à long terme.
- H_2 : l'augmentation de la température a un impact négatif et significatif sur la production des céréales au Maroc à court et à long terme.
- H_3 : l'augmentation de la superficie des terres utilisées pour la production des céréales a un impact positif et significatif sur la production des céréales au Maroc à court et à long terme.

Afin de tester ces hypothèses, nous avons recouru au paradigme épistémologique positiviste et à la logique déductive. Celle-ci vise à expliquer l'impact des facteurs des changements climatiques sur la production des céréales. Pour ce faire, nous avons collecté les données sur nos différentes variables analysées par un modèle ARDL entre 1991 et 2020.

L'article est structuré comme suit : dans une première section, nous mettons en exergue le contexte et le soubassement théorique de notre étude, et dans une deuxième section, nous spécifions notre modèle économétrique et la méthodologie adoptée. La troisième section présente les résultats et leurs discussions. Les limites et les avenues de recherches futures sont finalement exposées en conclusion.

2 Contextualisation du sujet et revue de littérature

Dans cette section, nous mettons en exergue le contexte de l'agriculture marocaine, l'état des changements climatiques et la production céréalière.

2.1.Contexte

L'agriculture représente un pilier essentiel de l'économie marocaine, en employant une large proportion de la population active et en contribuant de manière significative au PIB national.

Toutefois, ce secteur fait face à de nombreux défis, notamment ceux liés aux changements climatiques. Dans ce cadre, nous analyserons les caractéristiques de l'agriculture marocaine ainsi que l'évolution des précipitations, des températures et de la production céréalière.

2.1.1. Aperçu général des caractéristiques du secteur agricole marocain

Le secteur agricole marocain est un pilier essentiel de l'économie du pays, représentant environ 10,3 % du produits Intérieur Brut (PIB) en 2021-2022, avec une valeur estimée à 130 milliards de dirhams. Selon la Banque mondiale, l'agriculture constitue le principal employeur au Maroc, absorbant environ 40% de la population active, dont une proportion significative de la population rurale, estimée de 36% en 2021. Ce secteur également montré une résilience remarquable face aux conditions climatiques adverses, notamment les cycles de sécheresse. En effet, malgré ces défis, le PIB agricole a plus que doublé depuis les années 1960. En 2021, la valeur ajoutée de l'agriculture a augmenté de 4,3 %, contribuant ainsi à la croissance de 7,9% du PIB réel, après une contraction de 3,5% en 2020 due à la pandémie de COVID-19. Cette croissance souligne l'importance cruciale de l'agriculture dans la stabilité et la prospérité économique du Maroc.

De plus, En 2020 les terres agricoles représentaient une part significative du territoire marocain, couvrant environ 68,1% de la surface total du pays (Banque mondiale, 2023). Cette vaste étendue comprend à la fois des prairies utilisées pour le pâturage et des forêts, qui occupaient plus de 30,7% du territoire en 2016. Cependant, les terres cultivables en permanence étaient extrêmement limitées, ne représentant que 1,3% de la superficie totale du Maroc en 2020.

Le Maroc compte environ 1,5 million d'exploitations agricoles, dont la plupart couvrent moins de 5 hectares et sont gérées par des ménages ruraux (Akesbi, 2001). Ces exploitations sont très diversifiées et englobent la production végétale, animale, halieutique et forestière. Les principales cultures comprennent les agrumes, les olives, les céréales, les légumes, les fruits, ainsi que les plantes aromatiques et médicinales. Dans cet article, nous nous limitons à l'étude de la production des cultures céréalières.

2.1.2. Changements climatiques et production des céréales

Le climat du Maroc est diversifié en raison de sa géographie variée, allant des montagnes de l'Atlas au nord aux déserts du Sahara au sud. En général, le Maroc connaît un climat méditerranéen sur la côte, avec des étés chauds et secs et des hivers doux et humides. Cependant, à mesure que l'on se déplace vers l'intérieur des terres et vers le Sud, le climat devient plus aride et désertique.

L'analyse des données sur les précipitations annuelles au Maroc entre 1991 et 2019 révèle des

tendances et des variations importantes qui ont un impact significatif sur divers aspects de la vie dans le pays. Ces données sont essentielles pour comprendre l'évolution du climat marocain et ses implications sur l'agriculture, l'économie et l'environnement.

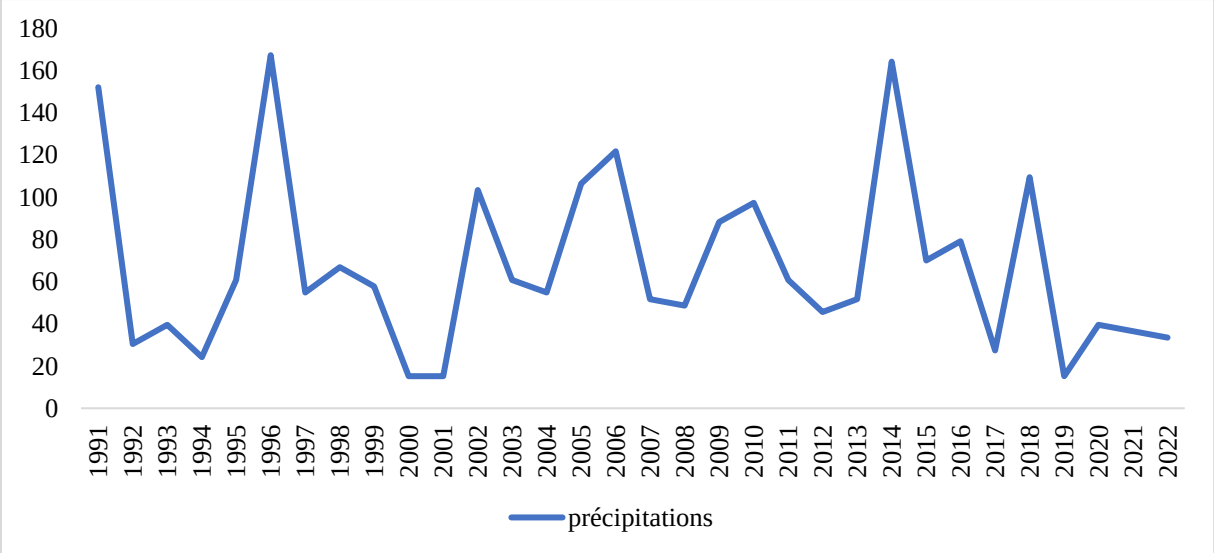
La moyenne des précipitations annuelles entre 1991 et 2020 s'élève à environ 69,457 millimètres par an. Cette moyenne représente une mesure générale des précipitations au Maroc au cours de cette période, mais dissimule les variations interannuelles significatives observées dans les données.

Il est clair que les précipitations au Maroc sont sujettes à une grande variabilité d'une année à l'autre. A titre d'exemple, des années comme 1996 et 2014 ont enregistré des précipitations bien au-dessus de la moyenne, avec des valeurs de 167,3 mm et 164,3 mm respectivement. En revanche, d'autres années, comme 1994 et 2000, ont connu des précipitations nettement inférieures à la moyenne (*Cf.* Figure 1).

Cette variabilité des précipitations peut avoir des conséquences importantes sur divers secteurs, notamment l'agriculture, où des précipitations insuffisantes peuvent entraîner des sécheresses et des pertes de récoltes, tandis que des précipitations excessives peuvent causer des inondations et endommager les cultures. De plus, les fluctuations des précipitations peuvent avoir également des répercussions sur l'économie et la sécurité alimentaire.

Comprendre ces tendances et ces variations est essentiel pour informer les politiques d'adaptation aux changements climatiques, ainsi que pour aider les décideurs à prendre des décisions éclairées pour atténuer les effets des événements météorologiques extrêmes et promouvoir la résilience de l'agriculture et de l'économie face aux défis climatiques à venir.

Fig. 1. Evolution des précipitations au Maroc entre 1991 et 2020

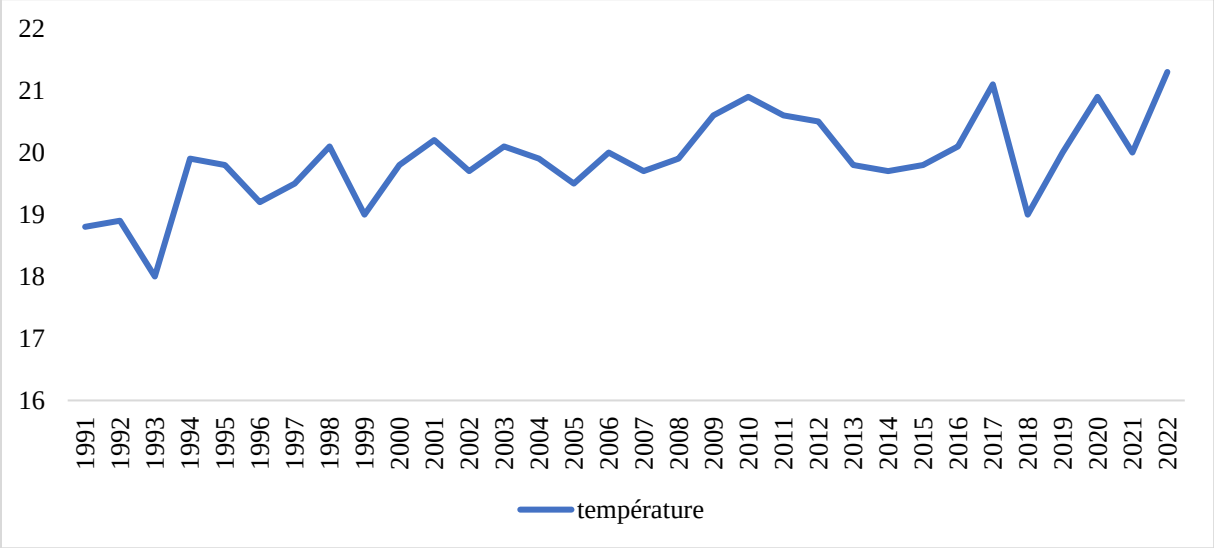


Source : Données de la Banque mondiale (2022), élaborées par nos soins.

En ce qui concerne la température, la moyenne annuelle sur cette période de 31 ans est d'environ 19,95 degrés Celsius. Cette moyenne donne une indication générale de la température annuelle moyenne au Maroc.

Il est clair que les températures au Maroc ont également montré une certaine variabilité d'une année à l'autre. En effet, sur la base des données, les années 2010 et 2017 ont enregistré des températures moyennes annuelles supérieures à la moyenne, avec des valeurs de 20,9 degrés Celsius et 21,1 de degrés Celsius respectivement. En revanche, d'autres années, comme 1993 et 2018, ont vu des températures moyennes annuelles inférieures à la moyenne (*Cf.* Figure 2).

Fig. 2. Evolution de la température au Maroc entre 1991 et 2020



Source : Données de la Banque mondiale (2022), élaborées par nos soins.

Pour l'analyse des données de production céréalière, elle offre un aperçu crucial de l'impact des conditions climatiques sur l'agriculture, soulignant ainsi son importance pour la sécurité alimentaire. Les variations observées d'une année à l'autre peuvent révéler une sensibilité prononcée aux facteurs environnementaux, notamment les précipitations et la température.

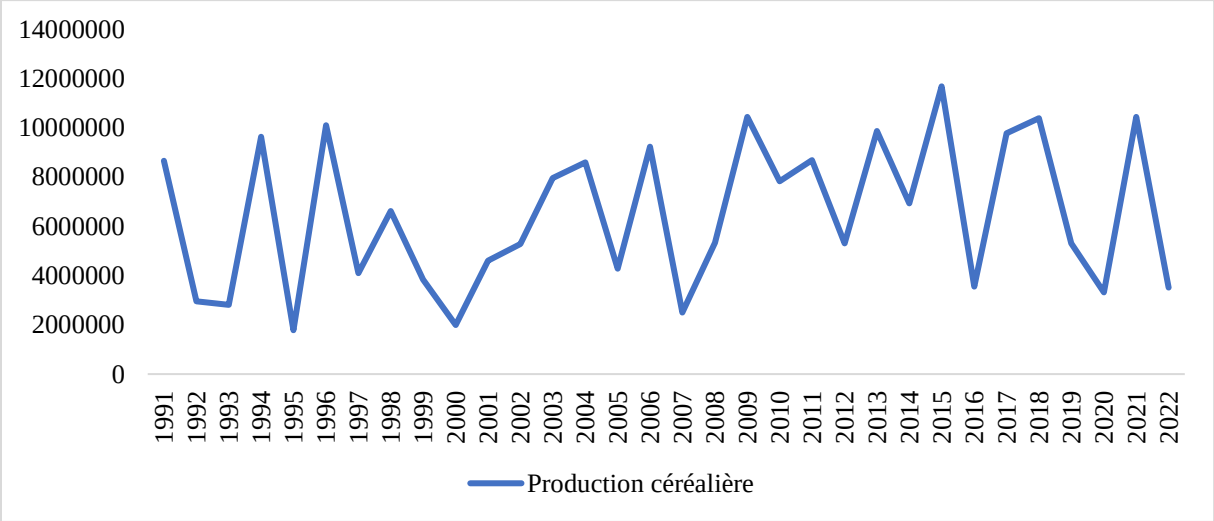
Les précipitations jouent un rôle vital dans la croissance des cultures céréalières, fournissant l'eau nécessaire à leur développement. Les années présentant des précipitations plus faibles peuvent entraîner des rendements agricoles réduits, mettant en lumière la dépendance critique des cultures céréalières à un approvisionnement adéquat en eau.

De même, la température exerce une influence significative sur le cycle de croissance des cultures. Des variations des températures extrêmes, telles que des vagues de chaleur ou des périodes de gel, peuvent avoir des conséquences néfastes sur les cultures céréalières, une diminution de production et une vulnérabilité accrue du système agricole aux changements climatiques.

Dans le contexte de la sécurité alimentaire, la production céréalière revêt une importance primordiale, fournissant une source essentielle de nutriments et de calories pour la population. Les fluctuations de la production céréalière peuvent avoir des répercussions directes sur l'accessibilité et la disponibilité des denrées alimentaires, affectant ainsi la sécurité alimentaire des communautés, en particulier celle dépendante des cultures locales.

Sur la période entre 1991 et 2020, les données de la production des céréales dans la figure 3 ci-dessous, montrent une certaine variabilité d'une année à l'autre. Certaines années affichent une production plus élevée, tandis que d'autres années montrent des niveaux de production plus bas. Cette variabilité peut être influencée par plusieurs facteurs, y compris les conditions climatiques telles que les précipitations et la température. Pour entourer cette relation théoriquement, la prochaine section traite de la revue de littérature empirique de l'effet du changement climatique sur la production agricole des céréales.

Fig. 3. Evolution de la production céréalière au Maroc entre 1991 et 2020



Source : Données de la Banque mondiale (2022), élaborées par nos soins.

2.2.Revue de littérature : impact des changements climatiques sur la production des céréales

Plusieurs études ont traité l'effet du changement climatique sur la production et les rendements des céréales. Dans cette étude, nous avons choisi celles effectuées dans les pays en développement, à savoir l'Afrique et l'Asie. En Afrique, la majorité des études concerne celles des pays du nord proches du Maroc (*Cf*. Tableau 1 ci-dessous).

Parmi ces études, en Algérie, Benmehaia (2023) soulignait que les cultures céréalières occupent une place importante dans les habitudes de consommation des ménages algériens. Cette étude a pour objectif d'examiner la relation des rendements des cultures céréalières et les facteurs de

changement climatique en utilisant des données de séries chronologiques couvrant la période de 1961 à 2021. L'étude recourt au modèle autorégressif distribué non linéaire avec composante de correction d'erreur symétrique et à l'approche de causalité de Granger. Les résultats des estimations révèlent que les chocs positifs dans la superficie et les chocs positifs dans les précipitations ont un impact positif sur le rendement des cultures céréalières, tandis que les chocs dans la température et les émissions de carbone ont un impact négatif. A court terme, les résultats soulignent que les chocs dans la superficie, la température et les précipitations impactent positivement le rendement des cultures céréalières, tandis que les chocs dans les émissions de carbone réduisent significativement le rendement.

De même Mahjoubi & Mkaddem (2022) ont ainsi étudié en Algérie les facteurs de changement climatique, tels que les précipitations moyennes et la température moyenne, sur la production céréalière entre 1990 à 2019. Ils ont employé le modèle Autorégressif à Retard Distribué (ARDL) pour estimer les effets des variables climatiques sur la production céréalière, en tenant compte également de la technologie agricole, de la main-d'œuvre agricole et de la superficie cultivée. Les résultats ont montré que les précipitations, la technologie agricole, la main-d'œuvre agricole et la superficie cultivée augmentent la production céréalière. Sur le long terme, le modèle ARDL indique que la température n'a pas d'impact sur la productivité céréalière.

En Tunisie, Attiaoui & Boufateh (2019) ont ainsi étudié les effets du changement climatique sur la production des céréales, en utilisant un modèle ARDL pour examiner les impacts à court et à long terme. L'objectif est d'analyser comment les variations climatiques influencent la production de céréales dans les différentes régions du pays sur une période s'étalant entre 1975 à 2014. Les résultats de cette étude révèlent que les problèmes liés au changement climatique persistent en Tunisie, impactant négativement et de manière croissante la production céréalière. Il est observé que les effets négatifs du climat se font sentir principalement en cas de déficit pluviométrique, tandis que les niveaux actuels de température restent favorables à la culture des céréales. De plus, une relation à long terme inattendue a été observée entre la production céréalière et la main-d'œuvre.

En Egypte, Mahrous (2018) examine la relation entre le changement climatique mondial et la production céréalière. Le modèle ARDL est appliqué pour estimer les impacts à long et court terme des émissions de dioxyde de carbone, des précipitations, de la température et de la pollution rurale sur le rendement des céréales en Egypte. Les données annuelles pour les variables incluses dans le modèle de 1961 à 2013, sont utilisées dans le processus d'estimation.

Les résultats indiquent que la production céréalière est affectée négativement à court terme par les précipitations et la température. Cependant, à long terme, l'augmentation de la concentration de CO2 dans l'atmosphère sera bénéfique pour certaines cultures céréalières. De plus, la réalisation d'un environnement durable est un aspect à considérer dans les pays en développement comme l'Egypte.

En Somalie, Ali et al., (2023) ont examiné l'impact des facteurs climatiques et non climatiques sur la production céréalière de 1990 à 2019. Pour ce faire, l'étude a utilisé le modèle ARDL pour analyser l'effet du CO2, de la température, des précipitations, de la superficie des terres consacrées à la production et de la population rurale sur la production céréalière. L'objectif était de déterminer les effets à long et à court terme des variables sur la production céréalière. Les résultats montrent que les précipitations, la température et le CO2 ont toutes eu un impact négatif sur la production céréalière. En revanche, la superficie des terres consacrées à la production céréalière a eu un effet positif sur la production, soulignant l'importance de la gestion des terres cultivables.

En Ethiopie, Asfew & Bedemo (2022) ont exploré les effets des changements climatiques, en particulier sur la production de cultures céréalières. Pour ce faire, l'étude a utilisé le modèle ARDL. Ce modèle justifie l'existence d'une relation à long terme entre la production de cultures céréalières, les variables de changement climatique (température et précipitation) et d'autres variables explicatives. Les précipitations ont un effet positif et significatif sur la production de cultures céréalières à la fois à long et à court terme, tandis que le changement de température a un effet négatif et significatif. A long terme, la production de cultures céréalières a été positivement et significativement affectée par les terres arables, la consommation d'engrais et les émissions de dioxyde de carbone, tandis qu'à court terme, la participation de la main-d'œuvre a un effet positif et significatif sur la production de cultures céréalières.

En Asie, Chandio et al. (2022) dans son étude au Bangladesh, vise à examiner les impacts du changement climatique, mesurés par les précipitations annuelles moyennes, la température annuelle moyenne et le dioxyde de carbone (CO2), sur la production céréalière au Bangladesh. L'analyse s'étale sur une période entre 1988 à 2014, en tenant compte de la surface cultivée en céréales, du développement financier, de la consommation d'énergie et de la main-d'œuvre rurale en tant que déterminants importants de la production céréalière. Pour mener cette étude, le modèle ARDL a été utilisé. Les résultats du modèle ont montré que les précipitations améliorent la production céréalière à court et long terme. Cependant, le CO2 a un impact négatif et significatif sur la production céréalière à court et à long terme. De plus, la température a un

effet néfaste sur la production des céréales à court terme. Parmi les autres déterminants, la surface cultivée en céréales, le développement financier et la consommation d'énergie ont des impacts significativement positifs sur la production céréalière dans les deux cas.

Tableau 1. Récapitulatif des études

Benmehaia (2023)	Algérie	NARDL -AEC	Rendements des céréales	Surface cultivée en céréales (+)	Surface cultivée en céréales (+)
				Précipitation (+)	Température (+)
				Température (-)	Précipitation (+)
				CO2 (-)	CO2 (-)
Mahjoubi & Mkaddem (2022)	Algérie	ARDL	Production	Précipitation (+)	Précipitation (+)
				Technologie agricole (+)	Technologie agricole (+)
				Main-d'œuvre agricole (+)	Main-d'œuvre (+)
				Surface cultivée en céréales (+)	Surface cultivée en céréales (+)
				Crédit agricole (+)	
Attiaoui & Boufateh (2019)	Tunisie	ARDL	Production	Précipitation (-)	Précipitation (-)
				Main-d'œuvre (+)	Main-d'œuvre (+)
Mahrous (2018)	Egypt	ARDL	Production	CO2 (+)	Précipitation (-)
					Température (-)
Ali et al. (2023)	Somalie	ARDL	Production	Précipitation (-)	Précipitation (-)
				Température (-)	Température (-)
				CO2 (-)	CO2 (-)
				Superficie des terres consacrées à la production (+)	
Asfew & Bedemo (2022)	Ethiopia	ARDL	Production	Précipitation (+)	Précipitation (+)
				Température (-)	Température (-)
				Terres arables (+)	Main-d'œuvre agricole (+)
				Consommation	

				d'engrais (+)	
				CO2 (+)	
Chandio et al. (2022)	Bangladesh	ARDL	Production	Précipitation (+)	Précipitation (+)
				CO2 (-)	CO2 (-)
				Surface cultivée en céréales (+)	Température (-)
				Développement financier (+)	Surface cultivée en céréales (+)
				Consommation d'énergie (+)	Développement financier (+)
					Consommation d'énergie (+)

Source : Auteur

En somme, l'ensemble des études ont montré des relations parfois positives ou négatives du changement climatique sur la production céréalière selon le pays. La relation est donc mitigée et nécessite une étude dans le contexte marocain. De plus, aucune étude n'a été effectuée dans ce sens. Pour ce faire, nous allons tout d'abord spécifier notre modèle économétrique, ainsi que la méthodologie adoptée pour son estimation dans la prochaine section.

3 Spécification et méthodologie

Le soubassement théorique effectué a permis d'émettre plusieurs hypothèses. Ces dernières doivent être vérifiées au niveau du Maroc. Pour ce faire, il est nécessaire de suivre une méthodologie rigoureuse que nous présentons dans ce qui suit.

3.1 Spécifications du modèle

Pour identifier parmi les variables de changement climatique celles ayant un impact sur la production des céréales au niveau du Maroc, et ainsi pour en savoir par quel moyen peut-on favoriser la sécurité alimentaire, le modèle retenu dans cet article est le modèle Autorégressif à Retard Distribué (ARDL). Ainsi, si notre variable à modéliser est « Cereale », l'expression du modèle peut s'écrire de cette façon :

$$Cereale_t = \emptyset + \alpha_1 Cereale_{t-1} + \cdots + \alpha_p Cereale_{t-p} + b_0 X_t + \cdots + b_q X_{t-q} + e_t$$

Dans le cadre de notre étude, nous cherchons à saisir d'une part les effets des variables liées au changement climatique, notamment les précipitations (Pr) et la température (Tmp), et d'autre part l'effet d'une variable non climatique, à savoir les terres agricoles cultivées en céréales (Tr_cult) sur la production des céréales au Maroc. La forme fonctionnelle de notre modèle sera

donc comme suivante :

$Cereale_t = f$ (Pr, Tmp, Tr_utl)

Si notre modèle permet de saisir les effets de court terme et ceux de long terme des variables de changement climatique et non climatique sur la variable dépendante, notre modèle aura la forme suivante :

$$\Delta Cereales_i = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{P} \alpha_{1i}\, \Delta\, Cereales_{t-i} + \sum_{i=0}^{q} \alpha_{2i}\, \Delta\, Pr_{t-1} + \sum_{i=0}^{q} \alpha_{3i}\, \Delta\, Tmp_{\,t-1} + \sum_{i=0}^{q} \alpha_{4i}\ \Delta Tr_utl_{t-1} + \sum_{i=1}^{P} b_1\, \Delta\, YCereales_{t-i} + \sum_{i=0}^{q} b_2\, \Delta\, Pr_{t-1} + \sum_{i=0}^{q} b_3\, \Delta\, Tmp_{\,t-1} + \sum_{i=0}^{q} b_4\ \Delta Tr_utl_{t-1} + e_t$$

Avec Δ : opérateur de la première différence ; $\alpha_0 \ldots \alpha_s$: effets à court terme ; $b_1 \ldots bs$: dynamique de long terme du modèle ; e : terme d'erreur (bruit blanc).

Ecrire un modèle ARDL comme ci-dessus suppose l'existence d'une relation de cointégration entre les variables qui conditionne l'estimation des coefficients de court et long terme de ces variables. La littérature fournit plusieurs tests de cointégration, dont celui développé par Pesaran & Shin (1995) ainsi que par Pesaran et al. (2001). Le modèle ARDL présente plusieurs avantages. Tout d'abord, il peut être utilisé même dans le cas des variables intégrées à des ordres différents. Ensuite, par rapport au test de cointégration de Johansen & Juselius (1990), il permet des estimations plus cohérentes dans le cas d'un échantillon réduit. En outre, étant donné qu'il est exempt de corrélation résiduelle, le test peut gérer le phénomène éventuel d'endogénéité entre les variables. Enfin, les ajustements à court terme peuvent être intégrés à l'équilibre à long terme dans l'ARDL en dérivant le mécanisme de correction d'erreur (ECM) via une transformation linéaire simple sans perdre d'informations sur le long terme (Ali et al., 2017).

L'existence d'une relation de cointégration entre les différentes variables de l'équation ci-dessus est vérifiée en testant la significativité des niveaux retardés des variables à l'aide du test statistique de Fisher ou du test de coefficient de Wlad. Pesaran et al. (2001) proposent de tester l'hypothèse nulle : $H_0 : b_1 = b_2 = b_3 = b_4$, qui suppose l'existence d'une relation de cointégration, contre l'hypothèse alternative $H_0 : b_1 \neq b_2 \neq b_3 \neq b_4$ qui implique l'absence

de cointégration entre nos variables.

Le modèle ARDL repose sur deux étapes. La première consiste à déterminer l'existence d'une relation de cointégration à long terme entre les variables en comparant les valeurs de Fisher aux valeurs critiques des bornes établies par Pesaran et al. (2001). Si la statistique de Fisher calculée dépasse les bornes supérieures, cela signifie que l'hypothèse nulle de cointégration est acceptée, indiquant la présence d'une relation de long terme entre les variables. Si la statistique de Fisher calculée se situe entre les bornes inférieure et supérieure, aucune conclusion ne peut être tirée sans connaître l'ordre d'intégration des régresseurs sous-jacents. La deuxième étape consiste à estimer les coefficients à long terme et à court terme. Sur la base des résultats de l'ARDL, on obtient les coefficients à long terme. Cependant, afin d'étudier la relation à court terme entre les variables, le modèle de correction d'erreur est établi comme suit :

$$\Delta \text{Cereales}_i = y_0 + \sum_{i=1}^{n_1} y_1 \, \Delta \, \text{Cereales}_{t-i} + \sum_{i=0}^{n_2} y_2 \, \Delta \, \text{Pr}_{t-1} + \sum_{i=0}^{n_3} y_3 \, \Delta \, \text{Tmp}_{t-1} + \sum_{i=0}^{n_4} y_4 \, \Delta \text{Tr_utl}_{t-1}$$

Bien que le modèle ARDL soit particulièrement adapté pour traiter les séries temporelles avec des variables intégrées de différents ordres, il présente également certaines limites qu'il convient de prendre en compte.

Tout d'abord, bien que l'ARDL permette de tester la relation de cointégration entre les variables, il est sensible aux spécifications du modèle et aux choix des variables retardées. Un biais d'omission pourrait survenir si certaines variables explicatives pertinentes sont exclues du modèle. Cela pourrait conduire à des estimations incorrectes des coefficients et à une mauvaise interprétation des relations entre les variables.

De plus, bien que l'ARDL soit robuste en présence de séries intégrées de niveaux différentes, il est important de noter que les résultats du modèle sont sensibles à la taille de l'échantillon. Des échantillons de taille plus réduire peuvent affecter la stabilité et la précision des estimations, rendant le modèle moins fiable. Dans ce contexte, le recours à des tests de robustesses, tels que le test de cointégration de Johansen ou l'estimation des modèles VAR (Vector autoregressive), pourrait fournir une évaluation complémentaire de la robustesse des résultats.

Enfin, bien que l'ARDL soit efficace pour examiner les relations de long terme, il peut ne pas capturer adéquatement les effets non linéaires ou les interactions complexes entre les variables climatiques et agricoles. Des modèles plus avancés, tels que les modèles non linéaires, pourraient offrir une meilleure compréhension des relations sous-jacentes lorsque des effets non linéaires sont suspects.

3.2 Nature et source de données

Les données de notre étude sont annuelles et ont été tirées des bases de données de la Banque mondiale et de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO). Ces données annuelles s'étalent sur une période entre 1990 et 2020. Le tableau 2 ci-dessous présente les variables utilisées.

Tableau 2. Description des variables

Variables	Code	Unité	Source	Hypothèses
La production des céréales	Cereales	Kg /Ha	Banque mondiale	
Précipitations	Pr	Millimètres	FAO	+
Température	Tmp	Celsius	FAO	-
Terres utilisées pour la production des céréales	Tr_utl	Ha	Banque mondiale	+

Source : auteur

4 Résultats et interprétations

Après avoir abordé notre cadre théorique et souligné la méthodologie à suivre, cette section sera consacrée à la présentation des résultats de notre modèle de la production des céréales.

4.1 Statistiques descriptives

D'après les analyses effectuées, les statistiques descriptives des variables étudiées (*Cf.* Tableau 3) montrent que le logarithme des précipitations (LNPR) est le plus volatil dans la période étudiée. En effet, la valeur minimale s'élève à 2.721295 mm en 2019, alors que le maximum est de 5.119789 mm en 1996. Pour les autres variables, les valeurs sont proches de leur moyenne et donc le problème de dispersion des données est quasi absent. LNTMP, qui représente le logarithme de la température, présente une gamme plus restreinte, allant d'environ 2.89 à 3.06. Bien que cette variable semble moins volatile que LNPR, elle montre une certaine variation. Enfin, DLNTER_UTL, qui est la première différence du logarithme des terres céréales cultivées, varie entre -0,42 et 0.41. Bien que cette variable puisse sembler relativement stable par rapport aux autres, elle affiche néanmoins une certaine variation.

Tableau 3. Statistiques descriptives des variables utilisées

	LNPROD	LNPR	LNTMP	DLNTR_UTL
Mean	15.54426	3.981612	2.991110	-0.012598
Median	15.48892	4.003690	2.990720	0.001509
Maximum	16.27407	5.119789	3.058707	0.405118
Minimum	14.39394	2.721295	2.890372	-0.420548
Std. Dev.	0.543883	0.640862	0.034762	0.183223
Skewness	-0.438743	-0.305750	-0.474483	0.123749
Kurtosis	2.054409	2.643978	3.984981	3.331098
Jarque-Bera	2.149493	0.646716	2.416354	0.220722
Probability	0.341384	0.723715	0.298741	0.895511
Sum	481.8720	123.4300	92.72442	-0.390549
Sum Sq. Dev.	8.874246	12.32113	0.036252	1.007121
Observations	31	31	31	31

Source : auteur (nos calculs sur Eviews 12)

4.2 Stationnarité des séries

Afin d'étudier la stationnarité de nos variables, nous avons recours à trois tests pour examiner la présence d'une racine unitaire de chaque série de notre étude. Les divers tests effectués sont : le test d'Augmented Dickey-Fuller (ADF), le test de Philippe-Perron et le test de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). Ces tests sont couramment utilisés et pertinents pour prendre les décisions. En fait, le test ADF est efficace en cas d'autocorrélation des erreurs, le test PP est adapté en présence d'hétéroscédasticité, et le test KPSS pour tester l'hypothèse que la variance de la composante non stationnaire d'une série est nulle. Les résultats obtenus sont donnés comme suit :

Tableau 4. Tests de stationnarité des séries

Variables	**Stationnarité**			**Décision**
	ADF	**PP**	**KPSS**	
Lnprod	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)
Lnpr	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)
Lntmp	I(0)	I(0)	I(0)	I(0)
Lntr_utl	I(1)	I(1)	-	I(1)

Source : auteur (nos estimations sur Eviews 12)

Les résultats du tableau ci-dessus indiquent que les variables Lnprod, Lnpr et Lntmp, pour tous les tests (ADF, PP, et KPSS) sont stationnaires au niveau 0 (I (0)), suggérant qu'ils ne présentent pas de racine unitaire et sont donc stationnaires dans leur niveau. En revanche, la variable Lntr_utl montre des résultats différents. Les tests ADF et PP indiquent qu'elle est stationnaire au niveau 1 (I (1)), ce qui suggère la présence d'une racine unitaire dans la série.

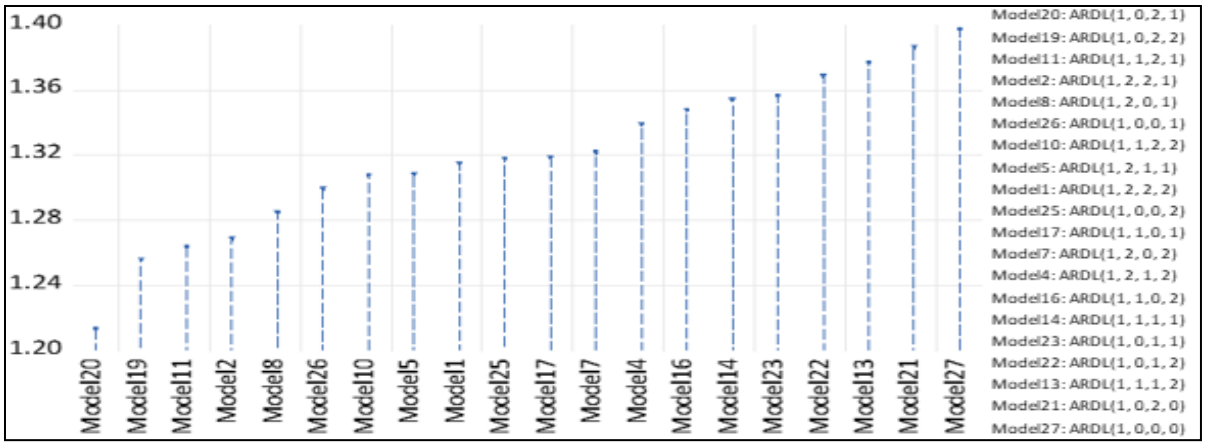
4.3 Test de cointégration de Pesaran et al. (2001)

Dans le cadre méthodologique, nous avons souligné que le test de cointégration aux bornes de Pesaran et al., (2001) est le plus adapté pour nos séries par rapport aux tests de cointégration d'Engle & Granger (1991) dans le cas d'une série multivariée. Pour son application, nous avons suivi deux étapes : la première consiste à déterminer le décalage optimal par le critère d'information Akaike (AIC) et la deuxième recourt au test de Fisher pour vérifier la cointégration entre les séries.

4.4 Décalage optimal et estimation du modèle ARDL

Nous remarquons dans la figure 4 que le modèle ARDL (1, 2, 1, 1) est le modèle optimal parmi les autres présentés, car il donne la plus petite valeur du AIC. De ce fait, il sera utilisé pour nos prochaines estimations.

Fig. 4. Critère d'information Akaike



Source : auteur (nos estimations sur Eviews 12)

4.5 Test de cointégration aux bornes

D'après les résultats des estimations, le tableau 5 montre que le test de cointégration confirme la présence d'une relation de cointégration entre les différentes séries de cette étude. La valeur de la statistique de Fisher qui est de 37.86190 est supérieure à l'ensemble des bornes supérieures, ce qui donne la possibilité d'estimer les effets de long et de court terme de notre modèle.

Tableau 5. Résultat du test de cointégration de Pesaran et al., (2001)

Variables	**Precip, tmp, terres_arab**	
Statistique de Fisher	10.97514	
Seuil critique	**Borne inférieure**	**Borne supérieure**
1%	2.37	3.2
5%	2.79	3.67
10%	3.65	4.66

Source : auteur (nos estimations sur Eviews 12)

4.6 Vérification des hypothèses

Au regard de l'ensemble des tests utilisés pour la vérification des hypothèses, les résultats montrent l'absence d'autocorrélation des erreurs et d'hétéroscédasticité. De même, il souligne la présence de normalité et la stabilité de notre modèle (*Cf*. tableau 6).

Tableau 6. Vérification des hypothèses du modèle

Hypothèse du test	**Tests**	**Valeurs et probabilités**
Autocorrélation	Breusch-Godfrey	1.220305 (probabilité = 0.3162)
Hétéroscédasticité	Arch-test	0.153466 (probabilité = 0.6983)
Normalité	Jarque-Bera	0,091897 (probabilité = 0,955091)
Spécification	Ramsey (Fisher)	1.290922 (probabilité = 0.2108)

Source : auteur (nos estimations sur Eviews 12)

4.7 Estimation du modèle de la production des céréales

- **Coefficients de court terme (CT)**

Dans le cadre de notre modèle ARDL qui met en relation la production des céréales aux variables liées aux changements climatiques (précipitations et température) et non climatiques (terres utilisées pour la production des céréales), les résultats de court terme (*Cf*. Tableau 7 ci-dessous) indiquent plusieurs conclusions essentielles :

Pour la variable précipitations (Lnpr), bien que le coefficient ne soit pas statistiquement significatif à un niveau de confiance de 95%, avec une probabilité de 0,0642, il est significatif à un niveau de 10%. Ce résultat confirme notre hypothèse de départ selon laquelle il existe une relation positive entre cette variable et la production céréalière. Autrement, l'augmentation des

niveaux des précipitations entraîne une augmentation de la production céréalière, ce qui est cohérent avec les conclusions d'études antérieures menées par Chandio et al., (2022), Benmehaia (2023) et Mahjoubi & Mkaddem, (2022). Cependant, ce résultat contredit les travaux de Mahrous (2018), Attiaoui & Boufateh, (2019), Bedemo, (2022) et Ali et al., (2023) qui ont trouvé une relation négative entre les précipitations et la production céréalière.

Quant à la variable température (Lntmp), notre modèle économétrique met en évidence un coefficient positif pour la température précédente et statistiquement significatif (p = 0.0271) avec la production céréalière. Cela contredit notre hypothèse initiale selon laquelle il existe une relation négative de cette variable avec la production céréalière. En d'autres termes, une augmentation de la température a un impact positif sur la production des céréales. Cette relation positive pourrait être expliquée par le fait que des températures modérées, telles que celles observées dans la période étudiée, favorisent la croissance des cultures et optimisent les rendements.

Au Maroc, la température durant la période de l'étude ne dépasse généralement pas les 21°, avec une température minimale autour de 18°C et une moyenne de 19,74°C. Ces valeurs sont en adéquation avec les besoins thermiques des principales céréales cultivées dans le pays. Par exemple, le blé qui est l'une des principales céréales cultivées au Maroc, présente une température optimale de croissance comprise entre 12°C et 18°C, tandis que le maïs, plus exigeant en chaleur, s'épanouit à des températures de 18°C à 30°C. Les températures observées dans l'étude se situent donc dans la plage favorable à une bonne croissance des céréales, particulièrement celles adaptées aux climats méditerranéens.

De plus, cette constatation est en accord avec les conclusion de l'étude menée par Benmehaia (2023). En contrastant, les études menées par Chandio et al., (2022), TemAsfew & Bedemo, (2022) et Ali et al., (2023) ont abouti à des résultats qui vont à l'encontre de ce constat. Ces différences peuvent être attribuées à la variation des zones géographiques et des périodes étudiées, ainsi qu'aux différences dans les conditions climatiques et les types de cultures céréalières.

De même, la variable des terres utilisées pour la production des céréales (Dlntr_utl) affiche un coefficient positif (2.212972) et statistiquement significatif (0.0065), ce qui signifie que lorsque les terres utilisées augmentent, la production des céréales augmente également. Ce résultat est conforme à l'hypothèse initiale et est également cohérent avec les résultats des études de Chandio et al., (2022), Benmehaia (2023), Mahjoubi & Mkaddem, (2022) et Ali et al., (2023).

Tableau 7. Résultats d'estimation du modèle à court terme

Variable dépendante : Lnprod				
Variable	**Coefficient**	**Std. Error**	**t-Statistic**	**Prob.**
C	-7.749716	9.088543	-0.852691	0.4030
LNPROD(-1)*	-1.155127	0.233975	-4.936972	0.0001
LNPR**	0.270075	0.138604	1.948535	0.0642
LNTMP(-1)	8.258185	3.487716	2.367791	0.0271
DLNTR_UTL(-1)	3.771919	1.160840	3.249302	0.0037
D(LNTMP)	2.732460	2.665814	1.025000	0.3165
D(LNTMP(-1))	-5.768810	2.448287	-2.356264	0.0278
D(DLNTR_UTL)	2.212972	0.736162	3.006093	0.0065

Source : auteur (nos estimations sur Eviews 12)

- **Coefficients de Long terme (LT)**

Le tableau ci-dessous présente les estimations des coefficients des variables étudiées à long terme. Comme à court terme, nous examinons l'impact des précipitations, de la température et de la variation des terres cultivées en céréales sur la production céréalière.

La variable des précipitations (lnpr) affiche un coefficient positif (0.233805) et statistiquement significatif (p = 0.0459). Cela signifie que plus les précipitations augmentent, plus la production agricole des céréales augmente. Ce résultat est conforme à l'hypothèse initiale et est également soutenu par les résultats d'études antérieures, notamment celles menées par Chandio et al., (2022), Benmehaia (2023), Mahjoubi & Mkaddem, (2022) et Asfew & Bedemo, (2022). Cependant, il contredit les résultats trouvés par Attiaoui & Boufateh, (2019) Ali et al., (2023) qui ont souligné une relation négative des précipitations avec la production des céréales.

En ce qui concerne la variable de la température (Lntmp), elle présente un coefficient positif (7.149159) et statistiquement significatif (p = 0.0459), ce qui signifie qu'une augmentation de la température est associée à une augmentation significative de la production des céréales à long terme. Cette constatation rejette notre hypothèse initiale. En revanche, notre résultat contredit les travaux de Benmehaia (2023), Asfew & Bedemo, (2022) et Ali et al., (2023).

L'augmentation de la température et la production de céréales au Maroc, bien que surprenantes par rapport à certaines tendances mondiales, peuvent être expliquées par les caractéristiques spécifiques du climat et de l'agriculture marocaine. Tout d'abord, le Maroc présente une grande diversité de climats, allant du désert à des régions montagneuses et côtières, ce qui signifie que certaines cultures céréalières peuvent bénéficier d'une augmentation des températures, selon

les régions. Il est également important de noter que la température générale au Maroc n'est pas extrême au point d'affecter négativement la production céréalière. De plus, le pays a développé des technologies agricoles adaptées et des pratiques culturales innovantes, qui peuvent atténuer les effets négatifs des changements climatiques et exploiter les opportunités offertes par des températures plus élevées pour certaines cultures. Il est également important de prendre en compte la variabilité géographique et climatique, car les effets de l'augmentation de la température peuvent varier selon les régions et les types de cultures céréalières. En fin de compte, ces résultats soulignent l'importance de comprendre les dynamiques complexes entre le climat, l'agriculture et la production de céréales au Maroc, et mettent en lumière la nécessité de poursuivre la recherche et l'analyse pour guider les politiques agricoles et assurer la sécurité alimentaire du pays.

En dernier lieu, pour la variable terres utilisées pour la production des céréales (Dlntr_utl), le modèle économétrique affiche un coefficient positif (3.265372) par rapport à la production des céréales. Autrement dit, les changements dans la superficie des terres cultivées en céréales ont un impact significatif sur la production de céréales à long terme. Cette constatation confirme notre hypothèse initiale et est en accord avec les études antérieures de Ali et al. (2023), Mahjoubi & Mkaddem (2022), Benmehaia (2023) et Chandio et al., (2022).

Tableau 8. Résultats d'estimation du modèle à long terme

Variable dépendante : Lnprod				
Variable	**Coefficient**	**Std. Error**	**t-Statistic**	**Prob.**
LNPR	0.233805	0.110508	2.115724	0.0459
LNTMP	7.149159	2.582195	2.768636	0.0112
DLNTR_UTL	3.265372	1.394483	2.341636	0.0287
C	-6.708975	7.684013	-0.873108	0.3920

Source : auteur (nos estimations sur Eviews 12)

Le tableau 9 ci-dessous présente le récapitulatif de nos résultats par rapport à nos hypothèses de départ :

Tableau 9. Récapitulatif des résultats des hypothèses

Hypothèses	Variables	Intitulé	Relation supposée		Résultats trouvés	
			CT	LT	CT	LT
H 1	Précipitation	LNPR	Positive	Positive	Positive	Positive
H 2	Température	LNTMP	Négative	Négative	Positive	Positive
H 3	Terres utilisées pour la production des céréales	DLNTR_UTL	Positive	Positive	Positive	Positive

Source : Auteur

Conclusion : limites et perspectives de recherche

Ces dernières années, le changement climatique a suscité une attention accrue, en particulier en ce qui concerne son impact sur un secteur vital pour le Maroc comme l'agriculture. La production céréalière, en particulier, revêt une importance cruciale pour assurer notre indépendance alimentaire. Dans ce contexte, une étude approfondie des facteurs qui influent sur cette culture est essentielle, en particulier ceux liés aux changements climatiques, qui sont devenus un sujet d'actualité majeur.

Dans cet article, nous avons mis en exergue les caractéristiques de l'agriculture au Maroc. Nous avons également souligné l'évolution des changements climatiques mesurés par les précipitations et la température. Enfin nous avons examiné l'évolution parallèle de la production des céréales.

Nous avons ensuite effectué un soubassement théorique pour savoir l'impact positif ou négatif de ces facteurs sur la production céréalière, et la méthodologie adaptée pour son étude. Sur la base de ces études, un modèle ARDL a été choisi pour effectuer les estimations, mettant en relation les variables climatiques, notamment les précipitations et la température, avec une variable non climatique, à savoir les terres agricoles cultivées en céréales.

Les résultats obtenus par les deux modèles de court et long terme mettent en évidence plusieurs aspects importants de la relation entre les variables explicatives et la production de céréales au Maroc. En effet, l'impact des précipitations, de la température et des terres cultivées en céréales est positif et significatif sur la production de céréales.

A la lumière des résultats obtenus, plusieurs recommandations peuvent être formulées pour guider les politiques agricoles et les pratiques de gestion au Maroc. Tout d'abord, il est essentiel de développer des stratégies de gestion adaptatives des ressources en eau, en particulier dans les régions sujettes à la sécheresse, afin d'assurer une utilisation efficace de l'eau dans l'agriculture. De plus, les agriculteurs devraient être encouragés à adopter des pratiques agricoles résilientes au climat, telles que la conversation des sols et l'utilisation de variétés de cultures adaptées aux conditions climatiques changeantes. Il est également crucial d'investir dans la recherche et l'innovation agricole pour développer des technologies d'irrigation efficaces et des pratiques de gestion des terres durables. En outre, le renforcement des systèmes de surveillance climatique et agricole est nécessaire pour fournir des données précises sur les conditions météorologiques et les rendements agricoles, permettant ainsi aux décideurs de prendre des décisions éclairées. Enfin, encourager la diversification des cultures peut aider à réduire la dépendance à l'égard des céréales vulnérables aux variations climatiques et à

promouvoir une agriculture plus résiliente et durable. En mettant en œuvre ces recommandations, le Maroc peut renforcer sa sécurité alimentaire, améliorer la résilience de son agriculture face aux changements climatiques et contribuer au développement économique et social du pays. Ces mesures nécessitent une collaboration entre le gouvernement, les agriculteurs, les organisations de recherche et la société civile pour garantir une mise en œuvre efficace et durable.

Cependant, il est important de noter que cette étude présente certaines limites qu'il convient d'adresser pour des recherches futures. Tout d'abord, elle s'est concentrée exclusivement sur une seule culture, à savoir la production céréalière. Une approche plus complète et comparative, incluant d'autres cultures agricoles, pourrait apporter des éclairages supplémentaires sur les impacts des changements climatiques sur l'ensemble du secteur agricole au Maroc.

De plus, cette étude a examiné les changements climatiques au niveau national, sans tenir compte des variations régionales et de leurs spécificités. Une analyse plus approfondie, en distinguant les différentes régions du Maroc et en tenant compte de leurs conditions climatiques et géographiques particulières, serait nécessaire pour une compréhension plus fine des impacts locaux des changements climatiques sur l'agriculture.

En outre, cette recherche n'a pris en compte que la production céréalière comme indicateur des effets des changements climatiques. D'autres variables, telles que la qualité des sols ou l'impact des politiques agricoles, et la technologie pourraient être intégrées pour enrichir cette analyse. L'influence des nouvelles technologies agricoles, telles que l'irrigation de précision, les semences résistantes à la sécheresse et les technologies de gestion des sols, pourrait jouer un rôle déterminant dans la résilience de l'agriculture face aux changements climatiques. L'étude de ces nouveaux facteurs pourrait fournir des informations supplémentaires pour améliorer les stratégies d'adaptation face aux défis climatiques.

En intégrant ces pistes de recherche dans les futures études, il sera possible d'obtenir une compréhension plus approfondie et nuancée des défis et des opportunités liés aux changements climatiques pour l'agriculture au Maroc, ainsi que de formuler des recommandations politiques et des stratégies d'adaptation plus ciblées et efficaces.

Bibliographie

Akesbi, N. (2001). Les exploitations agricoles au Maroc. Un diagnostic à la lumière du Recensement général agricole. *Critique économique*, *5*, 5-23.

Ali, D. A., Dahir, A. M., & Yusuf, S. M. (2023). Autoregressive Distributed Lag Modeling of Climate and Non-climatic Determinants Affecting Cereal Production: Empirical Evidence from Somalia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *13*(5), 577-584.

Asfew, M., & Bedemo, A. (2022). Impact of Climate Change on Cereal Crops Production in Ethiopia. *Advances in Agriculture*, *2022*, 1-8.

Attiaoui, I., & Boufateh, T. (2019). Impacts of climate change on cereal farming in Tunisia: A panel ARDL-PMG approach. *Environmental Science and Pollution Research International*, *26*(13), 13334-13345.

Benmehaia, A. (2023). Assessing asymmetrical effects of climate change on cereal yields in Algeria: The NARDL-AEC approach. *Environment Development and Sustainability*, *26*, 1-22.

Chandio, A. A., Jiang, Y., Fatima, T., Ahmad, F., Ahmad, M., & Li, J. (2022a). Assessing the impacts of climate change on cereal production in Bangladesh: Evidence from ARDL modeling approach. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, *14*(2), 125-147.

Chandio, A. A., Jiang, Y., Fatima, T., Ahmad, F., Ahmad, M., & Li, J. (2022b). Assessing the impacts of climate change on cereal production in Bangladesh: Evidence from ARDL modeling approach. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, *14*(2), 125-147.

Engle, R., & Granger, C. (1991). *Long-run economic relationships: Readings in cointegration*. Oxford University Press.

Johansen, S., & Juselius, K. (1990). *Some structural hypotheses in a multivariate cointegration analysis of the purchasing power parity and the uncovered interest parity for UK*.

Mahjoubi, S., & Mkaddem, C. (2022, décembre). *Impact of climate change on yield production in Algeria: Evidence from ARDL empirical approach*. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/115565/

Mahrous, W. (2018). *Dynamic Impacts of Climate Change on Cereal Yield in Egypt: An ARDL Model*. https://www.theses-algerie.com

MAPMREF. (2019). *Filière céréalière*. Consulté le 2/03/2024, à partir de https://www.agriculture.gov.ma/fr/filiere/Cerealiere

Pesaran, M. H., & Shin, Y. (1995). *An autoregressive distributed lag modelling approach to*

cointegration analysis (Vol. 9514). Department of Applied Economics, University of Cambridge, UK.

Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of applied econometrics*, *16*(3), 289-326.