

L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'AGRICULTURE AU MAROC: UNE ETUDE ECONOMETRIQUE

Faycel Tazigh

Enterprise Theory and Practice Doctoral School, The University Miskolc, Hungary

Corresponding Author: Faycel Tazigh, E-mail: fayceltazigh@gmail.com

ARTICLE INFORMATION

Received: October 11, 2020
Accepted: December 15, 2020
Volume: 1
Issue: 2
DOI: 10.32996/jeas.2020.1.2.4

KEYWORDS

Climate change, Agriculture, Impact, adaptation, Multiple linear regression model

ABSTRACT

This paper aims to analyze the relationship that may exist between climate change and cereal yield in Morocco. In order to study this correlation between variables, we used the most common form of regression model which is the multiple linear regression model. There are two main uses of multiple linear regression model. The first one is to quantify the weight of impact that the independent variables had on the dependent variable. The second use is to predict not only the relationship that may found between variables but also their impacts. In our case, we have chosen temperature and precipitation as an independent variables and cereal yield as dependent variable.

1. Introduction

Durant les trente dernières années, un changement climatique (CC) a été constaté au niveau planétaire. Ce changement s'est traduit par une augmentation de la température moyenne, une plus forte variabilité de la pluviométrie et l'augmentation de l'occurrence de conditions extrêmes telles que les inondations, les sécheresses, les cyclones, les tsunamis, etc. (GIEC, 2007).

À l'échelle globale, les statistiques montrent qu'au cours du 20ème siècle, la terre s'est réchauffée de 0,76°C. Les données météorologiques concernant l'Afrique du Nord (AN) indiquent que le réchauffement climatique est plus accentué dans cette région en comparaison avec la moyenne mondiale. En effet, la hausse des températures au 20ème siècle concernant l'AN s'est située entre 1,5 et 2°C selon les régions, et la baisse des précipitations est estimée entre 10 et 20%. Ceci montre que les pays de l'AN subiront, plus que d'autres régions, les impacts du CC.

Le Maroc est caractérisé par un climat généralement semi-aride. Il est considéré parmi les pays les plus vulnérables au changement climatique (Giorgi, 2006). Des événements extrêmes tels que des inondations plus fréquentes, plus intenses et plus étendues dans l'espace ont été observés au cours des trois dernières décennies.

Plusieurs études ont été menées par des organismes nationaux et internationaux pour étudier l'impact du changement climatique sur l'agriculture au Maroc. Afin de contribuer à la quantification de l'impact du changement climatique sur l'agriculture au Maroc, un modèle économétrique doit être appliqué à une série chronologique sur les facteurs climatiques et le rendement des cultures.

Une étude menée par la Banque mondiale et la FAO en collaboration avec des institutions marocaines a contribué à prévoir les impacts du changement climatique sur les rendements des principales cultures jusqu'en 2080, sur la base de deux scénarios développés par le GIEC : (A22) et (B22). Les résultats indiquent qu'après 2030, compte tenu du niveau actuel de technologie, les cultures irriguées, en particulier les fruits et légumes, bénéficieront des changements climatiques. D'autre part, les cultures

pluviales seront affectées négativement par les variations climatiques. Elle estime que, à partir de 2050, les céréales pluviales et les rendements végétaux diminueront de 5%, le rendement du blé dur et de l'orge en 20%.

En effet, le secteur des céréales reste primordial au Maroc. Ce qui rend la question céréalière, une question stratégique. Avec la demande à la fois humaine et animale qui a généralement augmenté depuis les années 1960 et avec le changement climatique caractérisé par la baisse des précipitations et la hausse des températures, le secteur céréalière au Maroc fluctue et varie chaque année. Ce qui mène le Maroc à recourir aux marchés internationaux pour importer les céréales dans le but à satisfaire la demande céréalière qui augmente d'une année à l'autre.

Le secteur des céréales a une position stratégique dans la politique alimentaire du gouvernement marocain (les importations en céréales pèsent sur l'équilibre de la balance commerciale des produits agroalimentaires). Les cultures céréalières sont les activités agricoles les plus dominantes au Maroc, en particulier dans les régions pluviales, car ce secteur en particulier dépend essentiellement de la pluviométrie. En conséquence, les céréales sont fragiles à toute variation au niveau de la température et des précipitations. Par conséquent, le secteur céréalière est le secteur le plus menacé par le changement climatique.

2. Literature Review

Avec sa contribution directe dans le PIB et l'emploi, l'agriculture reste un secteur primordial dans l'économie du Maroc. Elle contribue également à atténuer la pauvreté et l'insécurité alimentaire. Cela s'explique principalement par l'amélioration des systèmes de production et les investissements dans les plans et les programmes (exemple du Plan Maroc Vert). Il est bien certain que « la population du Maroc passerait, selon la variante moyenne, à 43,6 millions en 2050 » (HCP, 2014) et par voie de conséquence, accélération de la demande à la nourriture et des changements dans les habitudes alimentaires. À cela s'ajoute la menace du changement climatique à la stabilité et la productivité du secteur agricole. Dans son rapport de 2007, le Groupe d'experts intergouvernemental sur les changements climatiques (GIEC) a déclaré que le continent africain devrait être parmi les régions les plus vulnérables aux changements climatiques et à la variabilité climatique, situation qui est aggravée par les problèmes existants tels que la pauvreté endémique, la gouvernance complexe et les dimensions institutionnelles, ainsi que l'accès limité au capital, à l'infrastructure et à la technologie (GIEC 2007). L'agriculture n'est pas seulement affectée par le changement climatique, mais elle est aussi une source très importante de gaz à effet de serre (GES) et donc du changement climatique. L'agriculture peut également contribuer à l'adaptation au changement climatique en offrant des solutions durables.

3. Methodology

3.1. Température, pluie et rendement des cultures au Maroc

Les analyses de tendance du rendement et des précipitations pour le Maroc entre 1961 et 2016 sont présentées au graphique et au tableau. Il est clair qu'une variation significative de la température est enregistrée pendant la période et le coefficient de variation est d'environ 26% (Tableau n°19). Avec un coefficient de variation d'environ 38% des précipitations, la variation est très élevée. Pour les céréales, le coefficient de variation est d'environ 46%. Il est important de noter que différentes études ont montré que la variabilité du rendement peut être expliquée en partie par la technologie. Belaid et al. (2005) ont estimé que le rendement net de la croissance du blé dépend de la variété utilisée et des effets météorologiques.

Tableau : les caractéristiques de la température, précipitation et le rendement des céréales

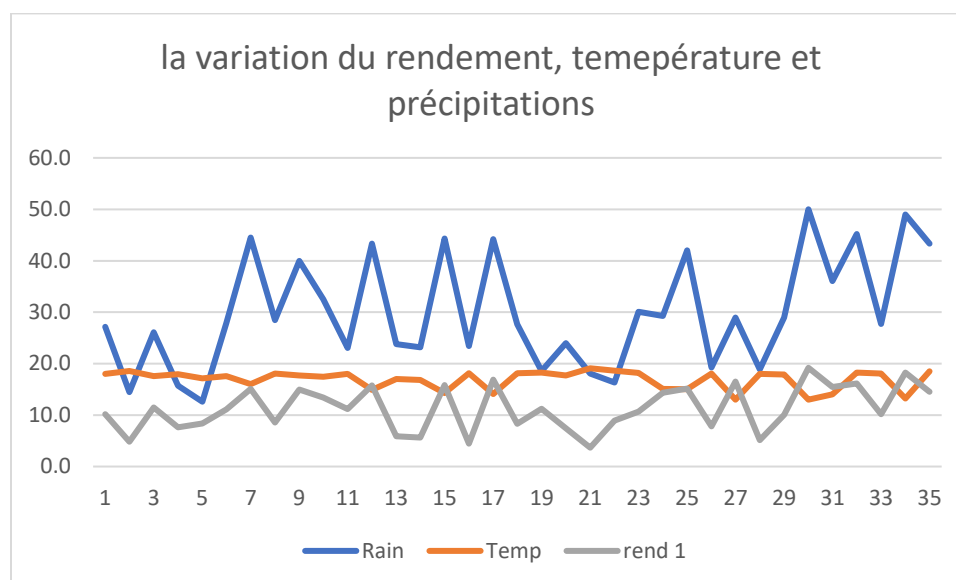
	Rendement des céréales 1000 Qx/ha	Précipitations	Température
Moyenne	11,2665143	29,9	16,9
Médian	11,085	27,9	17,7
Min	3,668	12,6	13,0
Max	19,194	50,0	19,1
Coeff. Variation	0,46	0,38	0,26
Écart-type	4,33576555	10,7809387	1,82306273

Source : BM

3.2. Le modèle économique et résultats

Le graphique n°32 montre deux résultats importants, la variation du rendement des céréales et la variabilité des précipitations ont les mêmes tendances. En outre, le rendement et la température ont presque des pics inversés.

Figure: la variation du rendement des céréales, la température et les précipitations



Source : propre élaboration basée sur les données de la banque mondiale

Afin de mieux comprendre ces résultats et d'analyser les relations susceptibles d'expliquer l'impact du changement climatique sur les rendements, nous essayons de modéliser le rendement céréalier en fonction des facteurs expliquant le changement climatique.

3.3. Le contexte et l'objectif du modèle économique

Pour évaluer l'impact du changement climatique, différentes études ont été menées dans plusieurs régions du Maroc. Il est important de souligner que le Maroc est impliqué dans les négociations sur le changement climatique sous l'égide des Nations Unies et doit présenter une communication sur la situation au Maroc, de sorte que le gouvernement mène plusieurs études en utilisant des outils d'analyse macroéconomique et d'autres. Plusieurs études ont été menées pour expliquer et analyser l'impact du changement climatique sur l'agriculture en fonction du facteur de pluviométrie. En effet, Barakat et Handoufe (1998) ont relié le déclin de la production agricole au déficit accumulé des précipitations à la mi-saison. Stour et Agoumi ont utilisé une analyse spatiale et temporelle des variations de température et de précipitation pour expliquer le réchauffement climatique. Ouraich et Tyner (2014) ont développé un modèle d'équilibre général calculé par le Maroc régionalisé pour analyser les liens entre les pertes (gains) de productivité induite par le climat au niveau des régions administratives et économiques au Maroc. La Banque mondiale, en collaboration avec des scientifiques nationaux et internationaux, ont mené une recherche approfondie sur les impacts du changement climatique sur les rendements des cultures au Maroc (2008). La plupart de ces études confirment que les projections climatiques sur le Maroc montrent une augmentation de l'aridité en raison de la baisse des précipitations et des températures plus élevées. Au Maroc, l'aridité augmentera et aura donc des effets négatifs sur les rendements agricoles. Dans notre cas, les céréales sont plus vulnérables aux changements climatiques et seront gravement touchées. Ainsi, cette recherche contribue à toutes ces études avec spécificité d'utilisation d'un modèle empirique qui peut lier le changement climatique (température, précipitations) au rendement des céréales.

L'objectif global de cette étude est d'étudier l'impact du changement climatique sur la production céréalière et d'évaluer leurs effets négatifs sur le rendement. Il est important de tester la relation qui existe entre la tendance des céréales et les principaux facteurs de changement climatique, à savoir la température et la pluviométrie.

3.4. Approche de recherche

3.4.1. La collection des données

Données secondaires basées sur des statistiques officielles publiées par l'administration nationale et internationale (Ministère de l'Agriculture, ONICL, la banque mondiale etc.) sur les tendances des céréales, les températures et les pluies pendant la période de 1980 à 2014 du Maroc.

3.4.2. Modèle de régression linéaire multiple

La régression linéaire multiple est la forme la plus courante d'analyse de régression linéaire. Comme une analyse prédictive, la régression linéaire multiple est utilisée pour expliquer la relation entre une variable dépendante continue et deux variables indépendantes ou plus. Il existe trois utilisations majeures pour l'analyse de régression linéaire multiple. Le premier, il peut être utilisé pour identifier la force de l'effet que les variables indépendantes ont sur une variable dépendante. Deuxièmement, il peut être utilisé pour prévoir les effets ou les impacts des changements, ce qui est notre cas. Autrement dit, l'analyse de régression linéaire multiple nous aide à comprendre la variation de la variable dépendante lorsque nous modifions les variables indépendantes. Troisièmement, une analyse de régression linéaire multiple prédit les tendances et les valeurs futures. L'analyse de régression linéaire multiple peut être utilisée pour obtenir des estimations ponctuelles. L'utilisation du modèle peut définir si nous avons un prédictif ou prescriptif.

L'ajout de variables indépendantes à un modèle de régression linéaire multiple augmentera toujours la quantité de variance expliquée dans la variable dépendante (exprimée par R^2). Par conséquent, l'ajout de trop de variables indépendantes sans aucune justification théorique peut entraîner un modèle sur-ajusté. Les hypothèses liées à l'utilisation de ce type de modèle sont les suivantes :

- Les résidus de régression doivent normalement être distribués.
- Une relation linéaire est assumée entre la variable dépendante et les variables indépendantes.
- Les résidus sont homoscedastiques et approximativement rectangulaires.
- L'absence de multicollinéarité est supposée dans le modèle, ce qui signifie que les variables indépendantes ne sont pas très corrélées.

Dans notre cas, nous avons sélectionné les deux facteurs majeurs qui peuvent influencer l'impact du changement climatique sur le rendement des céréales. L'impact net des variables du changement climatique utilisant le modèle économétrique est possible en modélisant la variabilité du rendement en tant que variable dépendante et la pluie et la température comme variables indépendantes. Le modèle peut être, donc, s'écrit comme suit :

$$\text{Rendement} = f(\text{Temp}, \text{Rain})$$

Avec :

- Rendement : est une variable quantitative continue représentant le rendement des céréales au Maroc exprimé en Qx par ha.
- Rain : est une variable quantitative continue, elle représente la pluviométrie moyenne de chaque année en mm ;
- Temp : est une variable quantitative continue, elle représente la température moyenne de chaque année en °C.

Selon le type de variables à utiliser, et après avoir vérifié les hypothèses nécessaires (linéarité, normalité, multi-colinéarité, etc.), l'utilisation d'une fonction de régression linéaire multiple semble appropriée pour ce cas. Il est à noter que même dans le cas de températures zéro ou de pluviométrie nulle dans une année donnée, nous pouvons avoir une quantité importante de rendements céréaliers en raison de l'irrigation. Notre modèle devient :

$$\text{Rendement}_{\text{Céréales}} = \alpha_0 + \alpha_1(\text{Rain}) + \alpha_2(\text{Temp}) + u$$

Avec :

α_0 : la constante

α_1 et α_2 : les coefficients à estimer

u : le terme d'erreur

Pour élaborer ce modèle, nous avons utilisé les logiciels suivants :

Excel

Eviews9

IBM SPSS STATISTICS

4. Results and Discussion

Tableau : résultats du modèle : ANOVA

ANOVA ^a						
Modèle		Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Sig.
1	Régression	509,140	2	254,570	62,653	,000 ^b
	de Student	130,022	32	4,063		
	Total	639,161	34			

a. Variable dépendante : rend 1

b. Prédicteurs : (Constante), Rain, Temp

Le tableau montre les résultats du modèle. Il indique que la valeur F est d'environ 62,653. Cette valeur sert essentiellement pour tester la significativité du coefficient de détermination R^2 .

$$F = \frac{\frac{R^2}{k}}{(1 - R^2)/(n - k - 1)} = 62,653$$

Test d'hypothèse :

H_0 : $R^2 = 0$ (le modèle n'est pas significatif)

H_1 : $R^2 \neq 0$ (le modèle est globalement significatif)

On compare cette valeur avec F_{lu} sur la table de FISHER SNEDECOR de degré de liberté $(n-k) = 32$ et $(k) = 2$.

$(K-1) = 2$ est le degré de liberté du numérateur et $(n-k) = 32$ est le degré de liberté du dénominateur.

Dans notre cas et d'après la table de FISHER SNEDECOR : $F_{(2,32)} \approx 3,32$

Puisque nous avons $F_{calculé} > F_{lu}$ donc on accepte H_1 (on rejette H_0).

Donc, il existe une relation statistiquement significative entre la variable dépendante et les variables indépendantes. Ce qui signifie également que R^2 est significativement différent de zéro (le modèle est globalement significatif).

Tableau: Récapitulatif des modèles

Récapitulatif des modèles				
Modèle	R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation
1	,893 ^a	,797	,784	2,015731329837899

a. Prédicteurs : (Constante), Rain, Temp

D'après le tableau, la valeur du coefficient de corrélation multiple est de 0,893. En effet, la valeur $R=90\%$ affirme qu'il y a une forte corrélation entre les variables indépendantes (explicatives) et la variable dépendance (à expliquer).

Concernant le coefficient de détermination $R^2 = 0,79$, cette valeur nous informe que les variables indépendantes expliquent 80% de la variabilité du modèle.

$$R^2 = \frac{\text{la somme des carrés (régression)}}{\text{la somme des carrés (Total)}} = \frac{509,104}{639,161} = 0,79 \approx 80\%$$

La valeur ajustée $\bar{R}^2 = 0,784$ confirme que la robustesse du modèle est d'environ 78% même si on considère un autre échantillon de la même population.

$$\bar{R}^2 = 1 - \left(\frac{n-1}{n-K-1} \right) (1 - R^2) = 0,784 \approx 78\%$$

Nous observons la baisse du coefficient de détermination lorsque nous le corrigeons par le degré de liberté.

Tableau : résultats du modèle : les coefficients

Coefficients ^a						
Modèle	Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	Sig.	
	B	Erreur standard	Bêta			
1	(Constante)	16,055	5,003		3,209	,003
	Temp	-,753	,244	-,317	-3,086	,004
	Rain	,265	,041	,659	6,425	,000

a. Variable dépendante : rend 1

D'après le tableau des coefficients, nous pouvons conclure les résultats suivants :

- La dernière colonne indique que tous les coefficients sont significatifs au niveau de probabilité de 5%. Ensuite, toutes les variables indépendantes contribuent de manière significative à l'explication de la variabilité du modèle.
- La variable indépendante « temp » contribue négativement à l'explication de la variable dépendante « Rendement » avec un poids relatif de 32% ;
- Les coefficients standardisés de « pluie », qui représentent la pluviométrie, contribuent positivement à l'explication de la variabilité du rendement avec un poids relatif de 65%.

Les coefficients non standardisés (B) nous permettent de reconstruire l'équation de régression de notre modèle. Notre modèle s'écrit comme suit :

$$\text{Rendement}_{\text{Céréales}} = 16,055 + 0,265(\text{Rain}) - 0,753(\text{Temp})$$

Le résultat du modèle confirme les résultats des études précédentes sur les facteurs qui influent sur la variabilité du rendement. Il est important de noter que le modèle explique plus de 78% de la variabilité du rendement, le reste est expliqué par la technologie de production. Parmi les variables qui ont été proposées, on trouve la température, il est important de noter ici des impacts négatifs sur le rendement des céréales, mais peu d'études ont été menées sur ces problèmes.

Selon les résultats du modèle et le comportement climatique au Maroc, des actions spécifiques doivent être prises en considération. Des faibles précipitations et des températures élevées dans les régions arides et semi-arides doivent être pris en considération dans le ciblage des interventions gouvernementales de développement agricole.

3.4 Les prévisions

Avant de mettre l'accent sur les prévisions, il convient tout d'abord de définir le modèle que nous avons utilisé concernant les précipitations futures et les températures futures. On s'est basé sur les scénarios RCP (Representative Concentration Pathway) établis par le GIEC dans son cinquième rapport AR5 (IPCC Fifth Assessment Report).

3.4.1 Scénario RCP

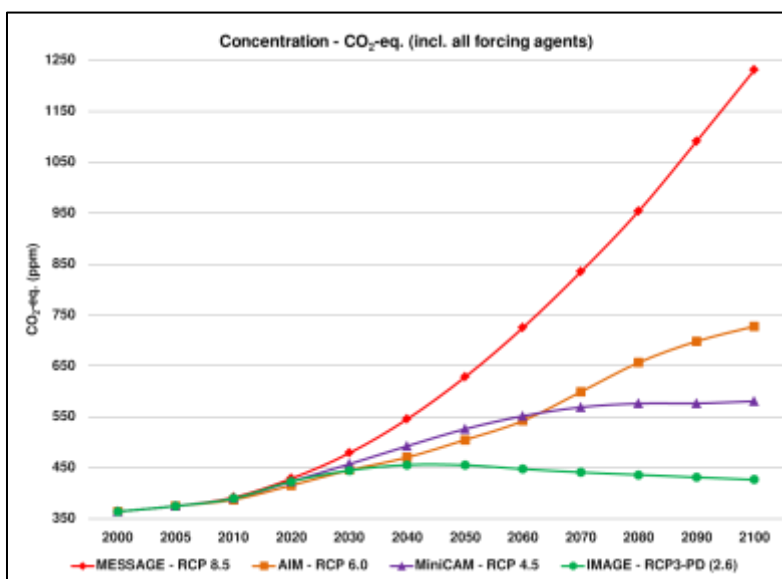
Les scénarios RCP visent à modéliser les climats futurs, il s'agit de quatre scénarios de l'évolution du forçage radiatif à l'horizon de 2100.

Tableau : les quatre principaux scénarios du GIEC dans le 5^{ième} rapport

Nom	Forçage radiatif	Concentration (ppm)	Trajectoire
RCP 8,5	>8,5W.m-2 en 2100	> 1370 eq-CO2 en 2100	Croissante
RCP 6	~6W.m-2 au niveau de stabilisation après 2100	~ 850 eq-CO2 au niveau de stabilisation après 2100	Stabilisation sans dépassement
RCP 4,5	~4,5W.m-2 au niveau de stabilisation après 2100	~ 660 eq-CO2 au niveau de stabilisation après 2100	Stabilisation sans dépassement
RCP 2,6	Pic à ~3W.m-2 avant 2100 puis déclin	Pic ~ 490 eq-CO2 avant 2100 puis déclin	Pic puis déclin

Source : le 5^{ième} rapport du GIEC

Figure : les 4 principaux scénarios



3.4.2 Le rendement des céréales dans le futur

Nous allons utiliser les données de la banque mondiale concernant les précipitations futures et les températures futures et notre modèle que nous avons trouvé pour chaque scénario.

$$\text{Rendement}_{\text{Céréales}} = 16,055 + 0,265(\text{Rain}) - 0,753(\text{Temp})$$

- Pour le scénario RCP 8,5

Tableau: le rendement des céréales au Maroc dans le futur selon RCP 8,5

Période de temps	Précipitations en mm	Température en °C	Rendement en Qx/ha (1000)
2020-2039	7,522239983	20,92912767	2,29

2040-2059	7,880828458	21,77328142	1,67721118
2060-2079	6,248251333	23,28777125	0,11886059
2080-2099	5,271954725	24,15338729	-0,78288022

- Pour le scénario RCP 6

Tableau: le rendement des céréales au Maroc dans le futur selon RCP 6

Période de temps	Précipitations en mm	Température en °C	Rendement en Qx/ha (1000)
2020-2039	8,110687	20,76919	2,4921358
2040-2059	7,872003	21,13596	2,15485489
2060-2079	7,284524	21,75946	1,53496476
2080-2099	7,76448	22,37761	1,19236655

- Pour le scénario RCP 4,5

Tableau: le rendement des céréales au Maroc dans le futur selon RCP 4,5

Période de temps	Précipitations en mm	Température en °C	Rendement en Qx/ha (1000)
2020-2039	8,710386	20,472	2,86944282
2040-2059	9,896569	21,14989	2,66265449
2060-2079	8,310694	21,45147	2,02958075
2080-2099	8,334516	21,77028	1,79561526

- Pour le scénario RCP 2,6

Tableau: le rendement des céréales au Maroc dans le futur selon RCP 2,6

Période de temps	Précipitations en mm	Température moyenne en °C	Rendement en Qx/ha (1000)
2020-2039	8,987793	20,69411	2,77321018c
2040-2059	9,074267	20,71464	2,77988843
2060-2079	8,775769	20,78124	2,65332314
2080-2099	9,312708	20,62955	2,9050021

5. Conclusion

L'objectif principal de ce travail est d'analyser l'impact du changement climatique sur le rendement des céréales au Maroc. D'après le résultat de notre modèle économétrique que nous avons trouvé, nous constatons qu'effectivement le changement climatique influence négativement le rendement des céréales. Les résultats présentés ont démontré une relation significative entre les facteurs majeurs qui expliquent le changement climatique à savoir la température et les précipitations avec le rendement des céréales comme une variable dépendante.

Ainsi, l'augmentation des précipitations influence positivement les rendements céréaliers. Cependant, une augmentation de la température, au cours de l'année, affecte négativement ces rendements. En général, les paramètres ayant le poids le plus important sont ceux relatifs à la précipitation.

Les résultats de la simulation de l'impact des projections des changements climatiques, selon les scénarios donnés par le GIEC à l'horizon de 2100, montrent un effet négatif sur le secteur céréalier au Maroc. Afin de baisser cet effet négatif que le changement climatique exerce sur le secteur des céréales au Maroc, des mesures d'adaptation devraient être prises, surtout que le Maroc est l'un des grands consommateurs et importateurs des céréales au niveau mondiale. Parmi ces mesures, on propose :

- L'encouragement de la recherche en matière d'identification d'un nouveau paquet technologique agricole adapté à ce changement climatique ;
- La diffusion de variétés tolérantes au déficit hydrique pendant les périodes critiques de la croissance (le blé tendre comme exemple) ;
- La valorisation des variétés précoces pour réduire l'effet de l'augmentation de la température et des précipitations sur le rendement des céréales ;
- Encourager les investissements publics et privés dans les prévisions mensuelles et saisonnières, et système d'alerte précoce dans le but d'avoir des informations de haute qualité sur les risques ;
- Encourager les investissements dans les innovations concernant la bonne gestion de l'eau pour faire face au risque de sécheresse ;
- La diversification des types de cultures et des variétés.
- Élaboration de politiques publiques pour la conservation des ressources en eau ;
- L'assurance peut créer des incitations à l'adaptation et réduire les risques ;
- Sensibiliser les agriculteurs sur la valeur de l'eau.
- Informer les agriculteurs sur la manière d'irriguer et comment utiliser les terres.

Ce modèle économétrique pourrait être amélioré en ajoutant d'autres variables explicatives (les types d'irrigation, les tempêtes, la vitesse du vent, indice de mécanisation, etc.). En effet, La modélisation de l'impact du changement climatique peut aider à mettre en place des interventions et des politiques appropriées et à prendre des décisions adéquates.

Cette modélisation est l'un des outils qui peut être utilisée pour avoir une idée générale sur la situation du secteur céréalier vis-à-vis le changement climatique, elle peut servir les décideurs à avoir des informations sur le poids du changement climatique et sur l'impact d'un changement au niveau du climat sur le secteur céréalier en particulier et le secteur agricole en générale.

Funding: This research received no external funding

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest

References

- [1] Cereal Yield (Kg per Hectare) – Morocco. (2020, March 16). <https://data.worldbank.org/indicator/AG.YLD.CREL.KG?locations=MA>.
- [2] Challinor, A. J., Watson, J., Lobell, D. B., Howden, S. M., Smith, D. R., & Chhetri, N. (2014). A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change*, 4(4), 287-291.
- [3] Change, I. C. (2014). Synthesis Report. Contribution of working groups I. II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 151(10.1017).
- [4] Giorgi, F. (2006). Climate change hot-spots. *Geophysical research letters*, 33(8).
- [5] Fankhauser, S. (1996). The potential costs of climate change adaptation. In *Adapting to Climate Change* (pp. 80-96). Springer, New York, NY.
- [6] FNM - Fédération Nationale de La Minoterie - Commercialisation. (2020, March 15). <http://www.fnm.org.ma/content/pages.aspx?id=56>
- [7] Howden, S. M., Soussana, J. F., Tubiello, F. N., Chhetri, N., Dunlop, M., & Meinke, H. (2007). Adapting agriculture to climate change. *Proceedings of the national academy of sciences*, 104(50), 19691-19696.
- [8] Kurukulasuriya, P., & Rosenthal, S. (2013). Climate change and agriculture: A review of impacts and adaptations.
- [9] La Stratégie, Département de l'agriculture - Ministère de l'Agriculture, de La Pêche Maritime, Du Développement Rural et Des Eaux et Forêts." (2020, March 15). <http://www.agriculture.gov.ma/pages/la-strategie>.
- [10] OECD (2010), Climate Change and Agriculture: Impacts, Adaptation and Mitigation, OECD Publishing, Paris. doi:10.1787/9789264086876-en
- [11] Ouraich, I., & Tyner, W. E. (2018). Moroccan agriculture, climate change, and the Moroccan Green Plan: A CGE analysis. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 13(311-2019-681), 307-330.
- [12] Sachs, J. D., & Warner, A. M. (1997). Sources of slow growth in African economies. *Journal of African economies*, 6(3), 335-376.
- [13] Salvador, P., Artíñano, B., Querol, X., Alastuey, A., & Costoya, M. (2007). Characterisation of local and external contributions of atmospheric particulate matter at a background coastal site. *Atmospheric Environment*, 41(1), 1-17.
- [14] Statistiques | ONICL." (2020, March 17). <https://www.onicl.org.ma/portail/situation-du-march%C3%A9/statistiques>.
- [15] Superficie cultivée des céréales (MILLIERS DE HA). (2020, April 29). <http://bds.hcp.ma/data/19.1>.
- [16] Tompkins, E. L., & Adger, W. N. (2004). Does adaptive management of natural resources enhance resilience to climate change?. *Ecology and society*, 9(2).
- [17] Turrall, H., Burke, J., & Faurès, J. M. (2011). *Climate change, water and food security* (No. 36). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).