

L'impact des changements climatiques sur le rendement de la céréaliculture dans la Région du Nord-Ouest de la Tunisie (Béja)

DORRA GRAMI*, JALLELEDDINE BEN REJEB**

Jel codes: Q15, Q54

Introduction

Depuis des millénaires, le climat de la terre varie selon les époques et les lieux, les changements observés s'étalant généralement sur de longues périodes qui atténuent la perception que l'homme peut en avoir à un moment donnée. Au cours des dernières décennies, les changements climatiques semblent s'être accélérés.

Les changements climatiques sont «des changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables»¹.

Selon le GIEC (2007), «le changement climatique s'étend comme variation de l'état du climat que l'on peut déceler par des modifications de la moyenne et ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période».

Résumé

Cet article a pour objectif l'analyse de l'impact des changements climatiques sur le rendement de la céréaliculture dans la région de Béja située dans le Nord-Ouest de la Tunisie, sur une période allant d'analyse due 1990 à 2013. Les variables explicatives du rendement sont des variables climatiques (précipitation et température), la superficie par culture et le progrès techniques. Pour ce faire, des modèles de régressions multiples ont été estimés pour les trois cultures céréalières (blé dur, blé tendre et orge) dans la région d'étude (Béja). Les estimations du modèle semi-logarithmique ont montré que le rendement dépend différemment des variables climatiques, de la superficie et du progrès technique. Ensuite, une projection des effets du changement climatique sur les cultures céréalières a été faite en utilisant les scénarios du modèle HadCM3 qui a montré que cet impact sera plus accentué à long terme dans la région d'étude. Afin de réduire cet impact négatif sur le secteur céréalier, des mesures d'adaptation doivent être prise telles que l'encouragement de la recherche en matière d'identification d'un nouveau paquet technologique agricole adapté au changement climatique.

Mots-clés: changement climatique, céréales, rendement, série temporelle, Tunisie.

Abstract

This article aims to analyze the impact of climate change on the yield of grain farming in the Beja region, located in their northwestern of Tunisia, on an analysis for the period of 1990- to 2013 period. The yield explanatory variables are climatic performances are climatic variables (rainfall precipitation and temperature), by crop acreage and technical progress. To Therefore, do so, multiple regression models were estimated for the three cereal crops (durum wheat, soft wheat and barley) in the study area under investigation (Beja). Estimates of the semi-logarithmic model showed that yield the performance depends differs in response to varying on the different climate variables, crop acreage area and technical progress. Moreover, a forecast of The projected the effects of climate change effects on cereal crops, were made using the HadCM3 scenarios, which showed that this at the impact will be more pronounced be heavier in in the long term run in the target study area.

To reduce this negative impact on the cereal sector, adaptation measures must be taken such as stimulating encouragement of research into regarding the identification of a new agricultural technology package adapted to climate change.

Keywords: climate change, cereals, yield, time series data, Tunisia.

Les changements climatiques désignent aussi les modifications du climat regroupant tous les éléments qui constituent le temps, à savoir la température, les précipitations et les vents. Mais on parle beaucoup d'un changement du climat vers son réchauffement.

Le réchauffement climatique consiste en fait en une augmentation des degrés de la température due aux émissions accrues de gaz à effet de serre, imputable essentiellement aux activités humaines. Le réchauffement climatique provoquera d'importantes modifications du climat et aura de sérieuses répercussions écologiques, économiques et sociales sur les générations actuelles et futures.

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 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'Afrique du Nord 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 ces pays subiront, plus que d'autres régions, les impacts des changements climatiques. La Tunisie, par sa position géographique et l'orientation générale de son relief, est certainement parmi ces pays. Le Nord-Ouest de la Tunisie qui constitue actuellement le château du pays est la région la

* Université de Tunis EL MANAR, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion de Tunis (B.P 248 El Manar II 2092, Tunis- Tunisie). Laboratoire: Management de l'innovation et Développement Durable (LAMIDED), Institut Supérieur de Gestion, Université de Sousse. Corresponding author: gramidorra@live.fr

** Laboratoire: Management de l'innovation et Développement Durable (LAMIDED), Institut Supérieur de Gestion, Université de Sousse. Tunisie.

¹ Article 1 de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC).

plus menacée par les défis des changements climatiques.

Le rapport publié par le Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (MARHP, 2007) prévoit, aux alentours de 2030, une baisse modérée des précipitations, une augmentation de la température moyenne annuelle sur l'ensemble du pays de $+1,1^{\circ}\text{C}$ et une accentuation de l'augmentation de la température moyenne jusqu'en 2050 ($+2,1^{\circ}\text{C}$). En effet, les changements climatiques affectent plusieurs secteurs de l'économie, notamment l'agriculture.

L'agriculture représente la source majeure de revenu et d'emploi dans toutes les zones rurales des pays pauvres. Elle accapare à elle seule l'essentiel des eaux utilisées dans les pays à climat aride et semi-aride. La concurrence intersectorielle sur la ressource en eau s'intensifie avec la croissance de la population, de l'urbanisation et du développement économique. Le changement climatique altère significativement la structure de la pluviométrie et de la température qui affecte négativement la production agricole, en particulier la production céréalière. Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans les programmes de recherche agricole. En Tunisie, cette place est encore plus importante. Toutefois, la céréaliculture reste dépendante des conditions climatiques étant soumise à des sécheresses très fréquentes.

Les céréales sont les principales sources de la nutrition humaines dans le monde et le blé occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le riz, comme source de nourriture pour les populations humaines. Par son importance en terme de superficies occupées et par son poids dans la sécurité alimentaire du pays, le secteur céréalière demeure un des principaux secteurs de la production agricole en Tunisie.

L'objectif de ce travail est d'analyser l'impact des changements climatiques sur le rendement de la céréaliculture dans la région de Béja située dans le Nord-Ouest de la Tunisie et qui constitue la principale région productrice de céréales du pays, caractérisée par une pluviométrie importante.

Le choix du secteur céréalière découle de deux principales raisons: la première raison tient à la sécurité alimentaire et au poids stratégique dans la balance commerciale des produits agroalimentaires, faisant que la diminution des rendements peut avoir des conséquences catastrophiques en termes de dépendance politique, de chômage et de survie de la population.

La deuxième raison s'explique par le fait que celui-ci est le secteur le plus touché par les changements climatiques. D'après Stern (2006)², en effet, une augmentation des

températures de 2°C peut engendrer une diminution de la production mondiale de céréales de 5%. Cet impact est découpé dans la région MENA où cette production peut se réduire de 15% à 35% selon l'augmentation des gaz à effet de serre.

En outre, le secteur céréalière est le plus grand utilisateur d'eau et devant l'aggravation de l'effet néfaste des changements climatiques, des mesures d'adaptations doivent obligatoirement s'inscrire dans un processus de développement durable. (Dowing *et al.*, 1997) affirment qu'il est clair que le changement climatique aura un impact néfaste si rien n'est fait et les problèmes existants vont s'accroître.

Par conséquent, il est nécessaire d'estimer en premier lieu les effets des variables climatiques sur le rendement des cultures céréalières (blé dur, blé tendre et orge) dans la région du Nord-Ouest (Béja) et d'évaluer en deuxième lieu les impacts en termes monétaire et économique à l'horizon 2030.

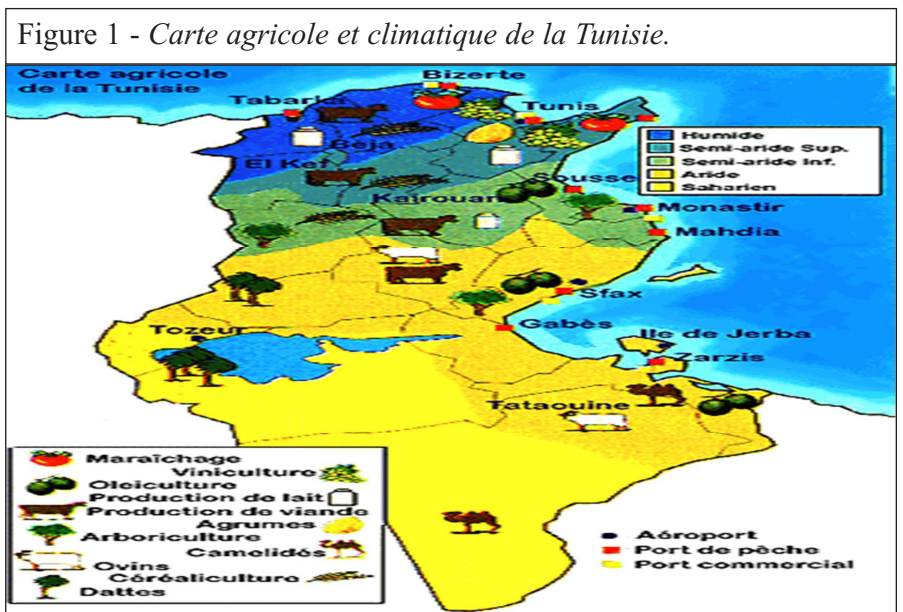
Hypothèse de recherche

L'hypothèse générale de ce travail s'appuie sur l'idée selon laquelle les cultures céréalières résisteront très peu au phénomène du changement climatique.

Les hypothèses spécifiques permettent de vérifier cette hypothèse générale.

- Les changements climatiques réduisent la productivité de la céréaliculture;
- L'augmentation de la température et la baisse des précipitations affectent les rendements des céréales;
- Les producteurs des céréales disposent d'une faible capacité d'adaptation de la production face au phénomène du changement climatique.

Comme le démontre la carte agricole et climatique, la Tunisie est à dominance semi-aride à aride et elle est soumise à un climat résultant des influences maritimes au Nord et à



² Stern N., (2006): «The Economics of Climate Change», the Stern Review. Cambridge University, Cambridge university press.

l'Est (Mer Méditerranée) et sahariennes au Sud. Cette carte montre aussi une grande variabilité spatiale et interannuelle des précipitations avec des précipitations plus faibles au Sud caractérisé par des épisodes de sécheresses périodiques fréquentes dont la durée peut dépasser trois années successives.

Cadre de l'étude et sources des données

Les données utilisées pour l'analyse empirique ont été collectées auprès des différents organismes nationaux pour une période d'analyse de 1990 à 2013. Les rendements, les superficies et le progrès technique sont fournis par la Direction Générale de la Planification Agricole (DGPA, 2013). Les données sur les précipitations et la température ont été obtenues auprès de la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE, 2013), et auprès de l'Institut National de la Météorologie (INM).

La région du Nord-Ouest (Béja) objet de l'étude est caractérisée par un climat subhumide avec une pluviométrie annuelle moyenne de l'ordre de 600 mm à 1200 mm. Les emblavures réservées aux céréales dans la région de Béja sont en moyennes de 1.5 millions d'hectares, soit 10% de la superficie totale des céréales en Tunisie, faisant de cette région la principale productrice de céréales.

La production ainsi que le rendement des céréales varient en fonction des saisons. Cette variation est due principalement aux fluctuations climatiques.

Spécification du modèle

Nous avons adopté la forme fonctionnelle semi-logarithmique pour l'estimation de la variation des rendements céréaliers (blé dur, blé tendre et orge) dans la région de Béja sur une période de 1990 à 2013. D'après certains auteurs (Belaid, 2000; Iglesias and Quioga, 2007), cette forme est la plus adoptée pour ce type d'analyse. Notre modèle économétrique se présente comme suit:

$$\log(Y_t) = C_0 + C_1P + C_2P^2 + C_3T + C_4T^2 + C_5SUP + C_6IERV + \epsilon_t$$

Où :

Y_t : Rendements des céréales (blé dur, blé tendre ou orge) pour l'année t.

C_0 : Constante.

P : Précipitation annuelle en mm.

T : température annuelle en °C.

SUP : la superficie par culture.

$IERV$: Trend, tendance temporelle, variable proxy aux investissements liés aux Etudes, Recherche et Vulgarisation pour le secteur agricole.

ϵ_t : un terme d'erreur.

Résultats et discussions

Résultats de l'estimation

Les résultats de l'estimation du modèle par la méthode des Moindres Carrés Ordinaires (MCO) sont résumés dans le tableau suivant. Les coefficients de déterminations R^2 ob-

Tableau 1 - Résultats des estimations pour les trois cultures céréalières.

Variables	Blé dur	Blé tendre	Orge
Constante	4,055 (2,522)	-1,594 (-0,916)	-2,243 (-0,875)
P	0,00019* (1,746)	0,0009* (1,783)	0,001* (1,878)
P*P	-6,60E-07 (-0,745)	1,58E-06 (1,3026)	1,70 E-07 (0,118)
T	0,4092** (2,333)	0,6001*** (2,9742)	0,5418* (1,913)
T*T	-0,0120** (-2,393)	-0,0181*** (-3,1887)	-0,0159* (-2,006)
SUP	0,0045** (2,292)	0,05882*** (7,3443)	0,0664*** (4,735)
IERV	0,0045** (1,793)	0,01099* (1,876)	0,0201* (1,780)
R^2	0,73	0,91	0,84
F	7,912**	30,071**	15,727**
DW	1,726	1,689	2,333
Test de Chow	0,34	1,271	0,158

tenus sont de l'ordre de 0,73 ; 0,91 et 0,84, respectivement pour le blé dur, le blé tendre et l'orge et ils indiquent que les modèles expliquent une grande variabilité du rendement. En ce qui concerne le test F de Fischer, les valeurs calculées sont supérieures aux valeurs critiques pour les trois cultures ($F_{6,17}^{0,05} = 2,70$), ce qui montre que les trois variables retenues sont globalement significatives. Le test d'autocorrélation des erreurs de Durbin Watson (DW) indique l'absence du problème d'autocorrélation d'ordre 1.

Pour étudier la stabilité des trois modèles, le test de Chow a été appliqué en utilisant deux sous-périodes (1990-2006 et 2006-2013). En effet, les statistiques calculées sont inférieures à la valeur tabulée ($F_{8,9}^{0,05} = 3,39$). Ce qui confirme que le modèle est stable pour les trois modèles estimés.

Les résultats montrent aussi une relation significative pour les trois cultures au seuil de 10% entre les variables dépendantes et la variable explicative (précipitation P), ce qui confirme que les précipitations affectent positivement le rendement céréalière vu la nécessité de la pluviométrie pour ce secteur. On peut noter aussi que les coefficients du second ordre des variables des précipitations sont négatifs, ce qui implique la non-linéarité des variables climatiques et le fait que le rendement est une fonction concave des précipitations.

On remarque également une relation un peu significative entre la variable dépendante et la variable explicative (température T), ce qui confirme que la température affecte négativement le rendement céréalière. Les coefficients du second ordre des variables de température sont négatifs, ce qui confirme que la température affecte négativement le rendement céréalière. Autrement, dans les périodes où il y a une fréquence de sécheresse, la production des céréales va diminuer et le rendement sera infime vu la nécessité massive de pluviométrie pour ce secteur. On peut conclure que ces coefficients négatifs se traduisent par le fait que les va-

riables climatiques (précipitations et température) sont non linéaires et que le rendement présente une relation concave avec les précipitations et la température.

La superficie présente un effet positif et significatif, ce qui explique que les superficies des exploitations de grande taille caractérisant la région contribuent à l'augmentation du rendement céréalier. Ce qui confirme que plus la superficie est grande, plus le rendement du secteur céréalier est important.

Quant à la variable Trend, proxy aux investissements liés aux Etudes, Recherche et Vulgarisation (IERV) pour le secteur agricole, elle présente un coefficient positif et significatif au seuil de 5% pour les trois modèles. Cette relation positive entre le rendement céréalier et le progrès technique se traduit par les efforts consacrés, les nouvelles technologies et par la recherche de nouvelles stratégies adoptées par les agriculteurs dans le secteur céréalier face aux changements climatiques.

Le terme progrès technologique recouvre aussi une conséquence diversifiée d'améliorations relevant de différents domaines (savoirs, actions et politiques), l'amélioration des variétés culturales donc le progrès de la recherche, la mécanisation donc l'intensification et la possibilité d'investissement dans les exploitations. Le progrès technologique est considéré comme une réflexion sur l'adaptation de l'agriculture au changement climatique.

Le progrès technologique permet aussi de favoriser les investissements dans les zones qui sont les plus vulnérables aux impacts des changements climatiques, peut-être une solution pour les cultures pluviales. La production pluviale dans le pays contribue à la sécurité alimentaire de nombreuses exploitations familiales et la possibilité de croissance de la production en irrigué sous contraintes climatiques pourrait renforcer l'idée que l'agriculture irriguée sera une donnée essentielle du futur agricole.

Le progrès technologique consiste aussi à sélectionner les variétés à travers l'amélioration génétique des céréales qui constitue un des facteurs les plus importants ayant conduit progressivement à la modernisation de la céréaliculture en Tunisie. Plus encore, et surtout avec l'avènement des nouvelles variétés, l'adoption d'autres progrès techniques a été encouragée, en particulier la fertilisation azotée, le désherbage chimique, le contrôle chimique des maladies, l'utilisation des semences certifiées et l'irrigation. Les rendements des nouvelles variétés de céréales sont trois à quatre fois plus élevés que ceux des anciennes variétés.

Projection du modèle (Impacts prévus)

Les projections du modèle HadCM3 stipulent une augmentation de la température de 0.8°C et une diminution de 5% des précipitations à l'horizon 2030 dans la région d'étude (la région de Béja).

Pour pouvoir estimer l'impact du changement climatique sur les rendements céréaliers, nous avons procédé au calcul de la variation en pourcentage du rendement obtenu par le modèle, en utilisant les données climatiques moyennes de

Tableaux 2 - Pertes prévues, pertes physiques et pertes monétaires du rendement des cultures céréalières selon les projections du modèle HadCM3 à l'horizon 2030.

Cultures	Perte physique en (qx/ha)
Blé dur	2,39
Blé tendre	1,03
Orge	0,49
Cultures	Perte monétaires en (DT/ha)
Blé dur	100,72
Blé tendre	67,08
Orge	29,97
Cultures	Perte totale en DT
Blé dur	821583
Blé tendre	356379
Orge	153061
Total	1.331.023

la période d'analyse (Y_1) et celles basées sur les scénarios du modèle HadCM3 à l'horizon 2030 (Y_0). La formule s'écrit comme suit:

$$\Delta Y = \frac{(Y_1 - Y_0)}{Y_0} * 100$$

Les résultats de la perte en pourcentage, de la perte physique en qx/ha et de la perte monétaire en DT/ha sont illustrés dans les tableaux suivants.

A partir de ces projections, les résultats du calcul des pertes en pourcentage montrent que le blé tendre est la culture qui sera la plus touchée par l'augmentation des températures et la diminution des précipitations à l'horizon 2030 comme l'indiquent les projections du modèle HadCM3. La région de Béja pourrait enregistrer des pertes en rendements céréaliers de l'ordre de 2,49%; 6,06% et 5,21%, respectivement pour le blé dur, le blé tendre et l'orge.

En tenant compte des prix pour les trois cultures céréalières (42DT/qx pour le blé dur, 65DT/qx pour le blé tendre, 60DT/ qx pour l'orge), nous avons calculé à l'aide des pertes en pourcentage, les pertes physiques réelles en quantité par hectare et les pertes monétaires. Les résultats du calcul des pertes physiques en qx/ha donnent des valeurs de l'ordre de 2.39, 1.03 et 0.49, respectivement pour le blé dur, le blé tendre et l'orge.

Le calcul des pertes monétaires en DT/ ha donnent des valeurs de l'ordre de 100.72, 67.08 et 29.97 pour le blé dur, le blé tendre et l'orge.

En multipliant la perte par ha par la superficie cultivée de chaque culture, les agriculteurs de la région de Béja devraient s'attendre à une perte totale qui s'élève à 1 331 023 millions DT dans la région de Béja ; ces pertes se traduisent par une affectation négative du revenu.

On peut conclure que les trois cultures céréalières, blé dur, blé tendre et orge, sont affectées par les changements climatiques à l'horizon 2030, ce qui aura des effets néfastes sur le rendement céréalier de Béja qui sera très faible; par conséquent, son impact sera aussi négatif sur la sécurité alimentaire et le poids stratégique dans la balance commercia-

le des produits agroalimentaires. La diminution des rendements peut donc avoir des conséquences catastrophiques en termes de dépendance politique, de chômage et de survie de la population.

Conclusion

L'objectif de cet article est d'analyser l'impact des changements climatiques sur le rendement de la céréaliculture dans la région de Béja située dans le Nord-Ouest de la Tunisie. Les résultats des estimations ont montré que les rendements des céréales pour les trois cultures sont affectés par les changements climatiques, les superficies et le progrès technique.

Donc, une augmentation de la pluviométrie affecte positivement le rendement céréalier alors qu'une augmentation de fréquence des sécheresses peut avoir des effets néfastes sur la productivité céréalière. Les coefficients du second ordre indiquent la non-linéarité des variables climatiques. Au total, les variables ayant une masse importante sont celles des précipitations, des superficies et du progrès techniques.

Selon les scénarios du modèle HadCM3 à l'horizon 2030, les résultats des projections montrent un effet négatif sur le secteur céréalier dans la région qui se caractérise par des pertes importantes ayant un impact néfaste sur le rendement céréalier dans la région de Béja spécialisée dans la céréaliculture.

Afin de réduire cet impact négatif sur le secteur céréalier, des mesures d'adaptation doivent être prises telles que l'encouragement de la recherche en matière d'identification d'un nouveau paquet technologique agricole adapté aux changements climatiques et la diffusion de nouvelles variétés tolérantes et de variétés précoces adaptables aux changements climatiques. Tous ça fait partie des stratégies d'adaptation pour la réduction des effets des changements climatiques sur le secteur céréalier à long terme.

L'adaptation du secteur céréalier doit figurer parmi les priorités du pays en raison de son importance capitale dans la sécurité alimentaire et de son poids stratégique dans la balance commerciale. L'adaptation du secteur céréalier aux changements climatiques peut prendre plusieurs années. Reilly (1997) estime en moyenne que 3 à 10 ans sont requis pour l'exploitation de nouvelles terres et le recours à de nouvelles variétés et que 50 à 100 ans sont nécessaires pour les investissements lourds tels que la modification d'infrastructures et la réorientation de la production vers de nouvelles cultures. La Tunisie doit réagir dès maintenant en fonction de la prévision du climat futur. Dans ce sens, différentes options s'offrent.

Dans le court et le moyen terme, les possibilités d'adaptation du pays doivent passer par une réorientation de certaines cultures et une modification des processus de production pour résister à la variation du climat et répondre aux besoins croissants de la population.

Ces décisions individuelles ne sont pas souvent suffisantes et demandent d'être accompagnées de politiques d'orientation plus complètes. A long terme, il s'agit d'envisa-

ger une réduction significative de la part accordée au secteur agricole au profit d'autres activités économiques.

Dans ce cadre, les institutions internationales semblent être les mieux placées à gérer les financements à l'échelle mondiale permettant d'aider les pays en développement à s'adapter en vue de limiter l'impact du changement climatique sur toute la planète.

Plus précisément, si la réduction mondiale des émissions de gaz à effet de serre peut limiter l'ampleur du changement climatique à long terme, le développement des stratégies d'adaptation est une voie incontournable pour réduire les dommages attendus dans le court terme. En ce sens, le changement climatique va fortement intensifier et accélérer des problèmes existants plus qu'il ne va en créer de nouveaux (Downing *et al.*, 1997). Face à cette charge potentiellement lourde, la problématique de réponse consiste en deux stratégies capables de limiter les impacts des difficultés croissantes de l'agriculture : d'une part résister aux modifications du climat et adapter les systèmes culturaux par des semences résistantes à la sécheresse et au stress hydrique par une gestion de l'eau, d'autre part organiser le retrait progressif de l'agriculture ou de certaines cultures exigeantes en eau, face à l'inadaptabilité croissante à l'environnement.

Pour mieux expliquer les différentes options d'adaptation en Tunisie, qui réduiraient les conséquences de la perturbation du climat sur le rendement de la céréaliculture, il faut préciser qu'elles consisteront à accélérer la mobilisation de nouvelles ressources par la construction des barrages et la redistribution de l'eau des barrages vers l'agriculture et aussi le recyclage et la récupération des eaux usées pour l'agriculture.

L'utilisation de techniques optimales d'irrigation permettrait des économies de la dotation hydrique de l'agriculture. Dans l'industrie, le recyclage réduirait fortement la demande et l'amélioration des réseaux d'association se traduirait par des économies importantes sur les besoins des ménages. Dans ce contexte, la tarification des usages inciterait les acteurs à maîtriser leur consommation et à utiliser des techniques économes.

D'autres mesures adaptées à l'agriculture seraient liées aux pratiques culturales telles la refonte progressive des calendriers agricoles traditionnels, l'optimisation des dates de semis en fonction des changements du climat, l'utilisation de semences sélectionnées et le choix de variétés à cycle court et résistantes à la sécheresse, et enfin la reconversion et le repositionnement des cultures selon l'évolution du contexte bioclimatique. Ce choix serait cependant cautionné par un accompagnement technique et financier des agriculteurs.

Le renforcement de l'offre d'irrigation apparaît primordiale et nécessite, d'une part, l'extension du réseau irrigué et l'application d'une irrigation de complément à des exploitations initialement pluviales pour faire face au stress hydrique de la saison estivale, et d'autre part la limitation de la superficie dédiée aux céréales et l'intensification de

l'irrigation. Les deux options sont pour une disponibilité permanente de la ressource rare qui est l'eau. L'utilisation des nouvelles techniques d'irrigation (goutte-à-goutte) au niveau du secteur de l'agriculture est conseillée afin d'assurer des économies en eau.

Enfin, le développement de la céréaliculture avec toutes ses composantes est étroitement lié au problème de l'eau. Sous l'effet du changement climatique, cette ressource qui est limitée dans nos régions sera plus menacée, d'une part, d'épuisement, et d'autre part de salinisation et de pollution d'autre part. L'agriculture tunisienne qui consomme 80% des besoins nationaux demeure tributaire de ces ressources hydrauliques. Alors que le secteur irrigué est pratiquement peu vulnérable aux sécheresses, le secteur pluvial est sensible aux manques de pluie.

Bibliographie

Chebil A., Mtimet N. et Tizaoui N., (2011). Impact du changement climatique sur la productivité des cultures céréalières dans la région de Béja (Tunisie). *AFJARE*, 6(2) : 144-154.

Belaid A., (2000). Durum wheat in WANA: Production, trade and grains from technological change. *Options Méditerranéennes, série A*, 40, pp. 35-49.

Article 1 de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) Article 1.

Downing T.E.L., Hulme M.E.T., et Waughray D., (1997). *Adapting to climate change in Africa*. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change.

Gasmi F., Belloumi M. et Salah Mattoussi M., (2011). Evaluation du changement climatique sur le rendement du blé dans le Nord-Ouest de la Tunisie. The Moroccan Association of Agricultural Economics (AMAECO), Novembre 2011.

Feki M., (2001). Relations entre précipitations et rendements céréalières en Tunisie. Mémoire de DEA. Université de Provence, 100 p.

Gharbi M. et Marouani A., (1999). Etude des rapports des pluies saisonnières et annuelles avec les rendements et la production des céréales dans les régions subhumides et semi-arides de la Tunisie. *Medit*, 10: 36-44.

GIEC (Groupe d'Expert Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) (2007). *Rapport d'évaluation du GIEC sur le changement climatique*. Genève, Suisse: Suisse: GIEC.

Iglesias A and Quioga S., (2007). Measuring the risk of climate variability to cereal production at five sites in Spain. *Climate Research*, 34: 47-57.

Banga Banga Kalala J.P., Albouchi A., Bouzaien G., Nasri Z. and Tshibangu K.W.T., (2012). Rendement agronomique du blé et de l'orge dans les parcelles associées des

jeunes pacaniers à Sidi Mbarek au nord de la Tunisie. *Tropicultura*, 30 (2): 72-78.

Boussard J.-M. et Chabane M., (2011). La problématique des céréales en Algérie, Défis, enjeux et perspectives. In: *Communication dans le cadre de la 5ème journée de recherches en sciences sociales à AgroSup Dijon, 8 et 9 Décembre 2011*.

Lakhdari H., (2009). Les conséquences du changement climatiques sur le développement de l'agriculture en Algérie: Quelles stratégies d'adaptations face à la rareté de l'eau. In: *Cinquième colloque international: Energie, Changement Climatique et développement durable. Hammamet (Tunisie, Juin 15-17, 2009)*.

Feki M. et Douguedroit A., (2003). Relations entre rendements du blé dur et précipitations en Tunisie. *Publication de l'Association Internationale de Climatologie*, 15: 65-72.

MARHP (Ministère de l'Agriculture, des Ressources hydrauliques et de la Pêche) (2007). *Stratégie nationale d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes aux changements climatiques*. GTZ, GOPAT et Exa Consult Tunisie.

Mendelshon R., Nordhaus W. and Shaw D., (1994). The impact of global warming on agriculture: A Ricardian analysis. *American Economic Review*, 84: 753-771.

Mendelson R. and Dinar A., (1999). Climate change on developing country agriculture. *World Bank Research Observer*, 14: 277-293.

Salah Bachta M., (2011). La céréaliculture en Tunisie, une politique de régulation à repenser. *Notes d'analyse du CIHEAM*, 64 (décembre).

Lafi M., (2009). Vulnérabilité de la céréaliculture tunisienne face aux changements climatiques. In: *Conférence: Conférence Internationale, Energie, Changement Climatique et développement durable. Hammamet (Tunisie, Juin 15-17, 2009)*.

Nefzi A. et Bouzidi F., (2009). Evaluation de l'impact économique du changement climatique sur l'agriculture au Maghreb. In: *Cinquième colloque international: Energie, Changement Climatique et développement durable. Hammamet (Tunisie, Juin 15-17, 2009)*.

Reilly J., (1997). Changement du climat, agriculture globale et vulnérabilité régionale. Chapitre 10 de *Changements du Climat et Production Agricole: Effets directs et Indirects du changement des processus Hydrologiques, Pédologiques des végétaux*. Rome: FAO et Paris: Polytechnica.

Slama A., Ben Salem M., Ben Naceur M. et Ezziddine Z., (2005). Les céréales en Tunisie: production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse*, 16(3): 225-229.

Stern N. (2006). *Stern review. The economics of climate change*. Cambridge: Cambridge University press.