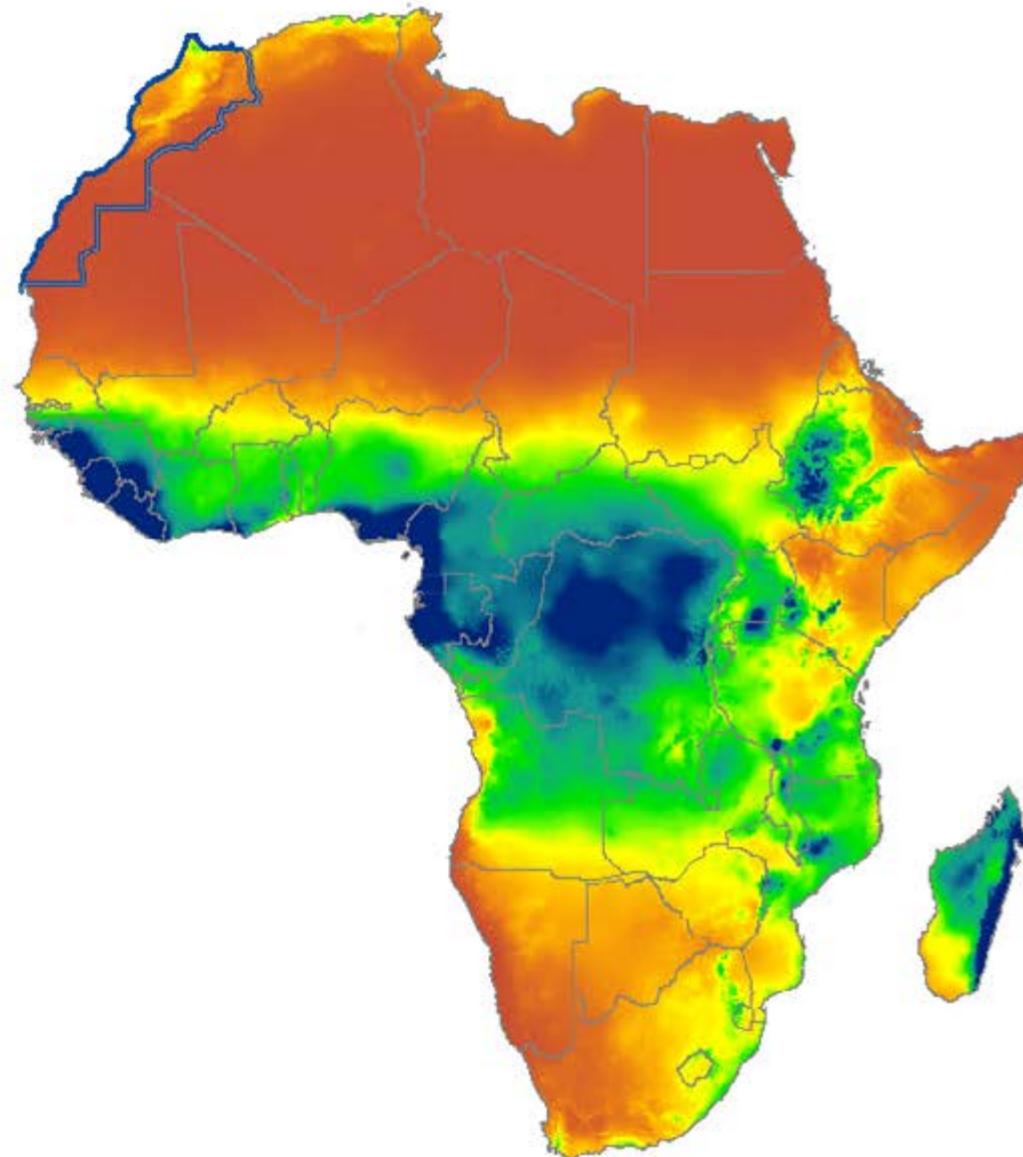




**LE CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LA RÉGION DE FÈS-MEKNÈS**  
**ÉTAT DE L'ART, VULNÉRABILITÉ, IMPACT SUR LES TERRES**  
**ET LES PRINCIPALES CULTURES.**  
**RÉSUMÉ À L'ATTENTION DES DÉCIDEURS**



# ACCAGRIMAG



## PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

-  Une hausse des températures prévues par l'ensemble des modèles de projections.
-  Une tendance à la baisse des précipitations entourée de plus d'incertitudes.
-  Une période de croissance des cultures qui tendra à se rétrécir, raccourcissant d'un à trois mois la période de production.
-  Les cultures de l'olivier et de l'amandier peu impactées à l'horizon 2050.
-  Les cultures de printemps, comme celle du pois chiche, subiront de plein fouet les effets du changement climatique.
-  Une réduction sensible de la vocation des terres à la culture du blé avec néanmoins des conditions plus favorables dans le Nord et en zones de montagne
-  Au niveau de Fès-Meknès, des rendements qui ne changent pas à l'échelle de la région dans un scénario modéré de Changement Climatique (RCP4.5), avec des effets disparates géographiquement : des zones de plaines fortement touchées et de possibles gains de production en zones de montagne. A contrario, dans un scénario plus pessimiste (RCP4.5), des rendements qui chutent fortement dans toutes la Région avec des périodes sèches plus fréquentes et des rendements plus irréguliers augmentant le risque pour les producteurs



## RÉSUMÉ POUR LES DÉCIDEURS

Depuis le 5e rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, il est établi que l'activité humaine est la principale cause du changement climatique. L'accord de Paris, entré en vigueur le 4 novembre 2016, a pour objectif de mobiliser les États membres, Parties de la Convention-Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique, à stabiliser le réchauffement climatique à 2°C, voire à 1,5°C, d'ici à la fin du siècle par rapport à l'ère préindustrielle (période de référence 1861-1880). Le Royaume du Maroc, qui est signataire de cet accord aux côtés de la communauté internationale, se veut ambitieux dans sa lutte contre le changement climatique, en particulier pour le secteur agricole. Les actions de réduction des émissions de gaz à effet de serre, pour le secteur agricole, inscrites dans la Contribution Déterminée au niveau National (CDN) du Maroc présentent un potentiel élevé de séquestration de carbone et participent par la même occasion à l'adaptation au changement climatique sur la période 2008-2030.

Le Maroc est situé dans une des zones du monde les plus exposées et sensibles au changement climatique, particulièrement pour le secteur agricole qui est un moteur de croissance de l'économie nationale. Dès le lancement de la stratégie du secteur agricole en 2008, appelée Plan Maroc Vert (PMV), le Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts (MAPMDREF) a lancé les premières études d'impact du changement climatique sur la productivité agricole, avec l'appui d'institutions nationales et internationales, dont principalement l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Ces études ont montré l'ampleur du changement climatique projeté pour le pays ainsi que ses impacts potentiels sur les différentes filières de production agricole. Depuis, le changement climatique demeure une préoccupation majeure de la stratégie agricole qui s'est attelée à promouvoir des mesures d'adaptation et de renforcement de capacités, en particulier en faveur des petits agriculteurs, et ce en conformité avec la Charte Nationale de l'Environnement et du Développement Durable adoptée en 2011. On pourra citer à titre d'exemple, le Projet d'Intégration du Changement Climatique dans la mise en œuvre du Plan Maroc Vert (projet PICCPMV) lancé en 2011, qui a été une expérience majeure au Maroc visant à améliorer la résilience des petits agriculteurs au changement climatique, à travers des mesures



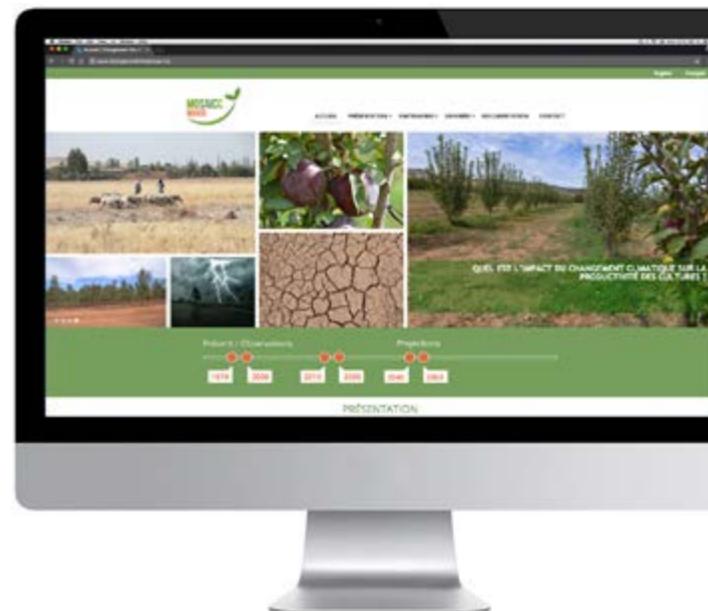
innovantes ayant trait aux pratiques agricoles clima-to-résilientes et au renforcement de capacités. D'autres projets d'adaptation au changement climatique ont suivi et visent tous à améliorer les conditions de vie des agriculteurs et des éleveurs, à améliorer la résilience des populations et des systèmes agro-sylvo-pastoraux au changement climatique et à la variabilité climatique. Les efforts entrepris par le MAPMDREF ont déjà permis de réduire considérablement les effets des épisodes de sécheresse vécus depuis 2008, aussi bien en termes de production que de valeur ajoutée, comparativement aux trois décennies précédentes. Parallèlement aux actions de terrain, le MAPMDREF, à travers l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), a lancé plusieurs études d'approfondissement de l'impact du changement climatique sur le secteur agricole afin d'ajuster au mieux les actions du PMV dans une perspective de long terme.

Ce travail présente les principaux éléments de communication de l'étude d'impact du changement climatique sur l'agriculture marocaine, dans la région de Fès-Meknès, repris des deux principales études réalisées au Maroc, par des institutions nationales, en collaboration avec des institutions internationales.



Ce travail synthétise les résultats de deux projets majeurs, récemment réalisés au Maroc.

- Le projet ACCAGRIMAG financé par le Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM), à travers l'Agence Française de Développement. Ce projet est mis en œuvre sous la responsabilité du Ministère de l'Economie et des Finances, sous la maîtrise d'ouvrage du MAPMDREF. Sa mise en œuvre est assurée par l'Agence pour le Développement Agricole, la Direction Régionale de l'Agriculture de Fès-Meknès et la Direction Financière du MAPMDREF. Les institutions nationales ayant réalisé ce projet sont l'INRA, la Direction de la Stratégie et des Statistiques (DSS), la Direction de la Météorologie Nationale (DMN) et l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (IAV Hassan II).
- Le projet MOSAICC ([www.changementclimatique.ma](http://www.changementclimatique.ma)), développé par la FAO, et réalisé par l'INRA (direction du projet), la DSS, la DMN, l'IAV Hassan II, l'Ecole Nationale Forestière des Ingénieurs (ENFI), la Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau (DRPE), le Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification et les Agences de Bassins Hydrauliques. Le projet a débouché sur un outil innovant collaboratif d'évaluation de l'impact du changement climatique sur l'agriculture sous divers scénarios d'évolution du climat au Maroc, appelé MOSAICC (MOdelling System for Agricultural Impacts of Climate Change).



Les bases de données externes utilisées sont :

- [www.diva-gis.org/](http://www.diva-gis.org/) Projet de cartographie de la distribution des espèces végétales, développé par Robert Hijmans, Edwin Rojas, Mariana Cruz, Rachel O'Brien et Israel Barrante.
- [www.ecocrop.fao.org/](http://www.ecocrop.fao.org/) Projet de base de données des exigences climatiques des cultures développée par la FAO.
- [www.e-agri.info/](http://www.e-agri.info/) Projet E-AGRI de prévision des récoltes céréalières, réalisé au Maroc dans le cadre du 7e Programme de recherche & développement de l'Union Européenne.
- [www.worldclim.org/](http://www.worldclim.org/) Projet de bases de données climatiques passées, courantes et futures, développé initialement par Robert J. Hijmans, Susan Cameron, et Juan Parra.

L'étude d'impact a considéré deux scénarios de changement climatique, l'un considérant un scénario des émissions de gaz à effet de serre (GES) extrêmement basses (RCP4.5) et l'autre des émissions élevées (RCP8.5), se traduisant par des élévations de températures et de réductions de pluviométrie contrastées permettant d'entrevoir les trajectoires probables de l'agriculture dans la région de Fès-Meknès.

En termes de résultats, l'analyse des projections de changement climatique, mises à l'échelle du Maroc, montre que les températures augmenteront et que les précipitations diminueront de manière progressive au Maroc. En moyenne, pour tous les modèles et scénarios, les températures augmenteront de  $1,3^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ) à l'horizon 2050 et de  $2,3^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,9^{\circ}\text{C}$ ) à l'horizon 2090, par rapport aux années 2010. Parallèlement, la pluviométrie diminuera de 11% ( $\pm 0,5\%$ ) à l'horizon 2050 et de 16% ( $\pm 1,3\%$ ) à l'horizon 2090. La « longueur de la période de croissance » des cultures diminuera de 30 jours à l'horizon 2050 et de 90 jours à l'horizon 2090, par rapport aux années 2010, en moyenne, pour tous les modèles et scénarios. La période de croissance, qui s'étale actuellement de novembre à avril, se rétrécira aux mois de novembre à mars à l'horizon 2050 et de janvier à mars à l'horizon 2090.

L'analyse de la vulnérabilité climatique des terres montre que le changement climatique se traduira ainsi par une réduction de l'aire de culture des céréales, essentiellement au niveau des plaines atlantiques sud. Il est attendu une remontée de ces cultures qui sont essentiellement pluviales au Maroc, vers le nord et les zones de montagne, dans lesquelles les conditions climatiques futures seront relativement moins sévères, aussi bien en termes de pluviométrie que de températures. La remontée des cultures céréalières vers les zones de montagne, nécessitera le renforcement des systèmes agroforestiers pour lutter contre l'érosion des sols.

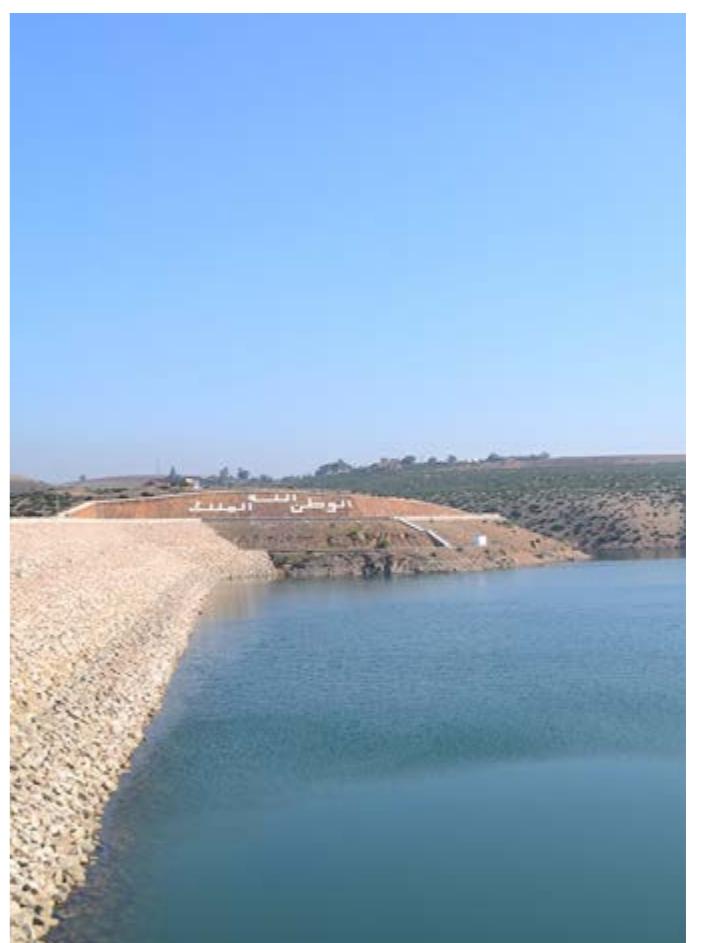
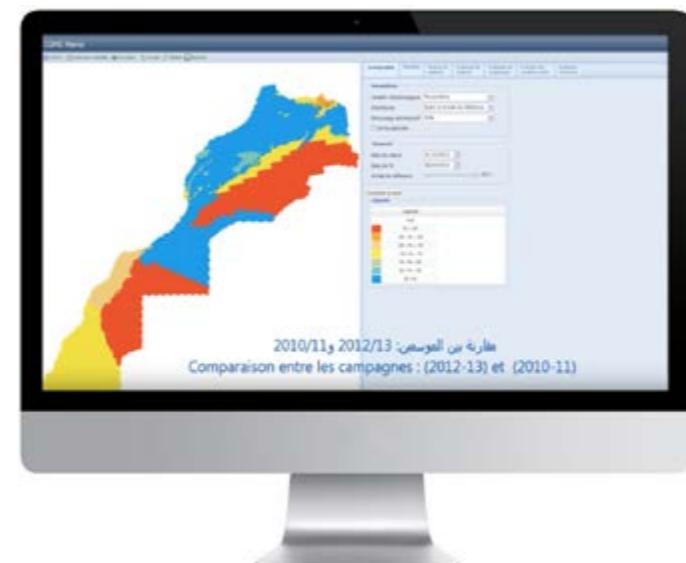


L'analyse de l'impact du changement climatique sur la vocation des terres, dans la région de Fès-Meknès, et en tenant compte des types de sols existants, montre que les superficies des terres fortement aptes ou très aptes à la culture de blé diminueront par rapport à la période actuelle, de façon plus marquée pour le scénario RCP8.5. Les superficies des terres, fortement aptes ou très aptes à la culture de pois chiche de printemps, diminueront plus fortement, en raison du cycle de cette culture qui est placé entre la fin de la saison d'hiver et le printemps. L'impact du changement climatique sur la réduction des superficies aptes à la culture de l'olivier et de l'amandier est peu significatif dans ces zones.



L'analyse de l'impact du changement climatique sur la culture de blé, dans la région de Fès-Meknès, montre que les rendements diminueront dans le futur, avec une succession de périodes sèches et humides, avec un risque accru de sécheresse. En effet, les rendements baisseront significativement dans le cas du scénario RCP8.5, par rapport à la période de référence 2010-2016, alors qu'ils resteront stationnaires dans le cas du scénario RCP4.5. Les différences de rendements entre les modèles climatiques MIROC-ESM et CanESM2 sont visibles uniquement pour le scénario RCP8.5. Parallèlement à la baisse progressive des rendements, le changement climatique entraînera une plus grande variabilité interannuelle des rendements, aussi bien pour le scénario RCP4.5 que RCP8.5. L'analyse par province de la région montre que la céréaliculture en zones de plaines subira davantage les effets du changement climatique que celle des zones d'altitude. Si dans le cas du scénario RCP4.5 l'effet du changement climatique sur les rendements des céréales est mitigé, les rendements chuteront de façon marquée avec le temps dans le cas du scénario RCP8.5. Dans le cas d'un changement climatique intermédiaire, c'est-à-dire dans le cas du scénario RCP4.5 et à l'horizon 2090 ou dans le cas du scénario RCP8.5 et à l'horizon 2050, les rendements augmenteront en zones de montagne. Toutefois, dans le cas d'un changement climatique accentué, c'est-à-dire dans le cas du scénario RCP8.5 et à l'horizon 2090, les rendements baisseront tout autant en zones de montagne.

Ces différents résultats confirment donc la vulnérabilité de l'agriculture marocaine au changement climatique et la nécessité d'un appui de la communauté internationale, en dépit des efforts importants entrepris par le Maroc pour améliorer la résilience des petits agriculteurs. Ils confortent les choix stratégiques opérés par le Maroc dans les années 1960, pour lutter contre les aléas climatiques et particulièrement la sécheresse. Les résultats confirment la pertinence de la trajectoire tracée par la stratégie Plan Maroc Vert, qui vise à renforcer les capacités des petits agriculteurs, et à promouvoir les instruments de gestion des risques climatiques (systèmes de prévision des récoltes CGMS-Maroc et assurance multirisque climatique agricole), l'agriculture de conservation et la plantation d'arbres fruitiers à forte valeur ajoutée, dans les zones inadaptées aux cultures annuelles telles que les zones arides et de montagne. Sur le plan de la recherche climatique et agronomique, les résultats montrent que le Maroc a acquis une grande expérience, reconnue internationalement, en termes d'évaluation du changement climatique et de ses impacts sur l'agriculture. Ces avancées ont facilité l'accès à la finance climat internationale et bilatérale et ont renforcé également la coopération avec les organismes internationaux de développement. Le Maroc, point chaud du changement climatique est de plus en plus considéré comme une zone pilote d'approfondissement des études scientifiques sur le climat et d'expérimentation des pratiques agricoles innovantes, pouvant servir de modèles de développement durable pour d'autres zones géographiques proches, aussi bien en Afrique que dans la rive nord de la méditerranée.



## LES SCÉNARIOS DE CHANGEMENT CLIMATIQUE À L'ÉCHELLE DU GLOBE

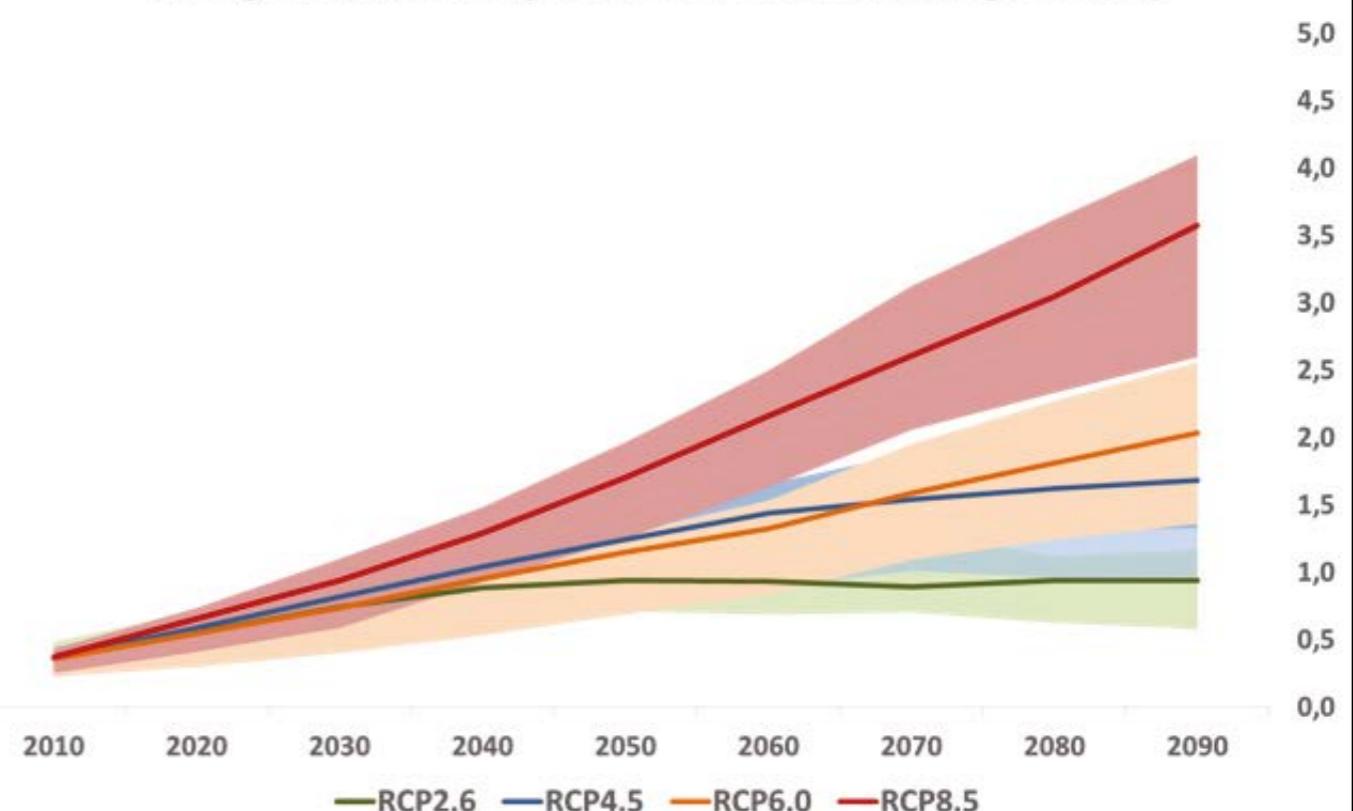
Aujourd'hui, il est clairement établi que l'activité humaine est la cause du changement climatique. L'accord de Paris a pour objectif de stabiliser le réchauffement climatique à 2°C, voire à 1,5°C, d'ici à la fin du siècle par rapport à l'ère préindustrielle (période de référence 1861-1880).

L'amplitude du changement climatique dépendra de la quantité d'émissions de GES émises dans l'atmosphère, en particulier les émissions de dioxyde de carbone. Comme il est très difficile de prévoir la quantité exacte de GES qui sera émise dans le futur, les scientifiques utilisent des scénarios pour évaluer, avec un certain degré de confiance, une gamme de trajectoires probables de changement climatique. Pour le 5e rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, la communauté scientifique a défini un ensemble de nouveaux scénarios, notés « voies représentatives de concentration » (Representative Concentration Pathways en anglais - RCP). Ils sont identifiés par le forçage radiatif total approximatif vers l'année 2100, par rapport à la période préindustrielle, exprimé en Watts par mètre carré. Les scénarios d'émissions servent à évaluer la contribution humaine au changement climatique à partir de facteurs relatifs à la croissance démographique, le développement économique, l'innovation et le progrès technologies.



Les nouveaux scénarios vont d'une trajectoire d'émissions extrêmement basses de GES, impliquant des réductions d'émissions très ambitieuses au niveau mondial et surtout par les pays développés, à une trajectoire d'émissions élevées avec une croissance continue et substantielle de GES. Parmi ces scénarios, deux sont intéressants, un scénario de stabilisation des émissions (RCP4.5) et un scénario considérant des émissions de GES très élevées (RCP8.5). Ils correspondent à des élévations de température à l'échelle mondiale de 1,8°C ( $\pm 0,7^\circ\text{C}$ ) pour le scénario RCP4.5 et de 3,7°C ( $\pm 1,1^\circ\text{C}$ ) pour le scénario RCP8.5, vers la fin du 21e siècle par rapport à la période 1986-2005. Le RCP4.5 fonde l'espoir que l'humanité prendra des mesures ambitieuses pour limiter les émissions de GES, en respect des engagements de l'accord de Paris, à travers notamment la mise en œuvre des Contributions Déterminées au niveau National. Le RCP8.5 est le scénario du pire, qui suppose que rien ne sera entrepris par la communauté internationale pour limiter les émissions de GES sur le long terme. Les élévations de températures et réductions de pluviométrie, conséquentes à ce dernier scénario, auront des implications sérieuses sur l'agriculture.

### Changement de température à la surface du globe (°C)



Évolution de la température moyenne à la surface du globe entre 2010 et 2090, déterminée par des simulations multimodèles, par rapport à la période 1986-2005. Les séries chronologiques des projections et une mesure de l'incertitude (parties ombrées) sont présentées pour les scénarios RCP2.6 (en vert), RCP4.5 (en bleu), RCP6.0 (en orange) et RCP8.5 (en rouge).

La température du globe est susceptible d'augmenter de 3,7°C d'ici à la fin du siècle, si la communauté internationale ne prend pas des mesures immédiates pour lutter contre le changement climatique.

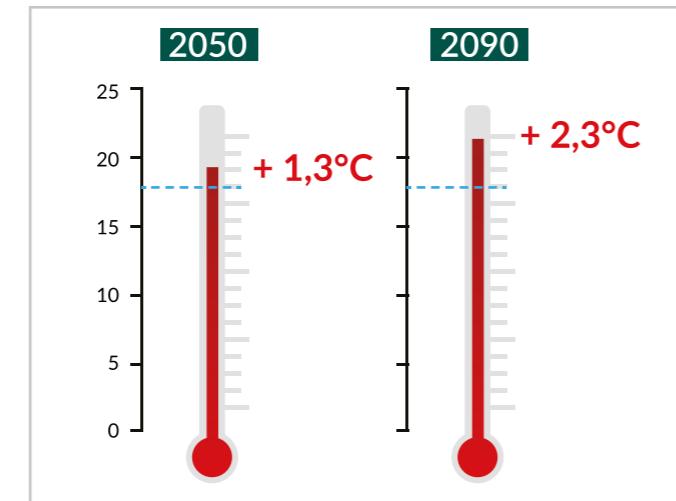


## PROJECTIONS DE CHANGEMENT CLIMATIQUE À L'ÉCHELLE DU MAROC

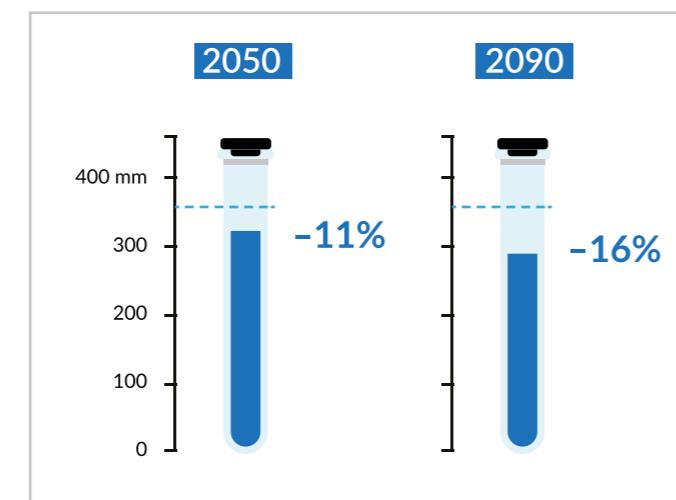
Dans le cadre du programme UE/FAO sur la gouvernance globale et la réduction de la faim, la FAO en partenariat avec l'INRA et plusieurs institutions nationales (DMN, DSS, DRPE, ABHs, HCEFLCD) a développé un outil appelé MOSAICC «MOdelling System for Agricultural Impacts of Climate Change» pour évaluer l'impact du changement climatique sur l'agriculture marocaine ([www.changementclimatique.ma](http://www.changementclimatique.ma)). Cet outil fournit les projections de pluviométrie et de températures, calculées à l'échelle du Maroc et jusqu'à la fin du siècle, pour les modèles climatiques MIROC-ESM (Model for Interdisciplinary Research on Climate - Earth System Model) et CanESM2 (Canadian Earth System Model, 2nd generation), ainsi que pour les scénarios RCP4.5 et RCP8.5. Les modèles climatiques sont des programmes informatiques qui décrivent les composants, les processus et les interactions les plus importants dans le système climatique, tels que la fréquence et l'ampleur des moussons, El Niño et d'autres phénomènes climatiques. Ces modèles prennent en compte les concentrations de GES dans l'atmosphère, la pollution et les changements dans l'utilisation et l'occupation des terres.



L'analyse des données climatiques futures, mises à l'échelle du Maroc, montre que les températures augmenteront et que les précipitations diminueront de manière progressive au Maroc. Ces tendances seront plus marquées pour le modèle MIROC-ESM et le scénario RCP8.5 et présentent des incertitudes plus élevées vers la fin du siècle. En moyenne, pour tous les modèles et scénarios, les températures augmenteront de  $1,3^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ) à l'horizon 2050 et de  $2,3^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,9^{\circ}\text{C}$ ) à l'horizon 2090, par rapport aux années 2010. Parallèlement, la pluviométrie diminuera de 11% ( $\pm 0,5\%$ ) à l'horizon 2050 et de 16% ( $\pm 1,3\%$ ) à l'horizon 2090.



Augmentation de la température de  $1,3^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ) à l'horizon 2050 et de  $2,3^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,9^{\circ}\text{C}$ ) à l'horizon 2090, par rapport aux années 2010, au Maroc.



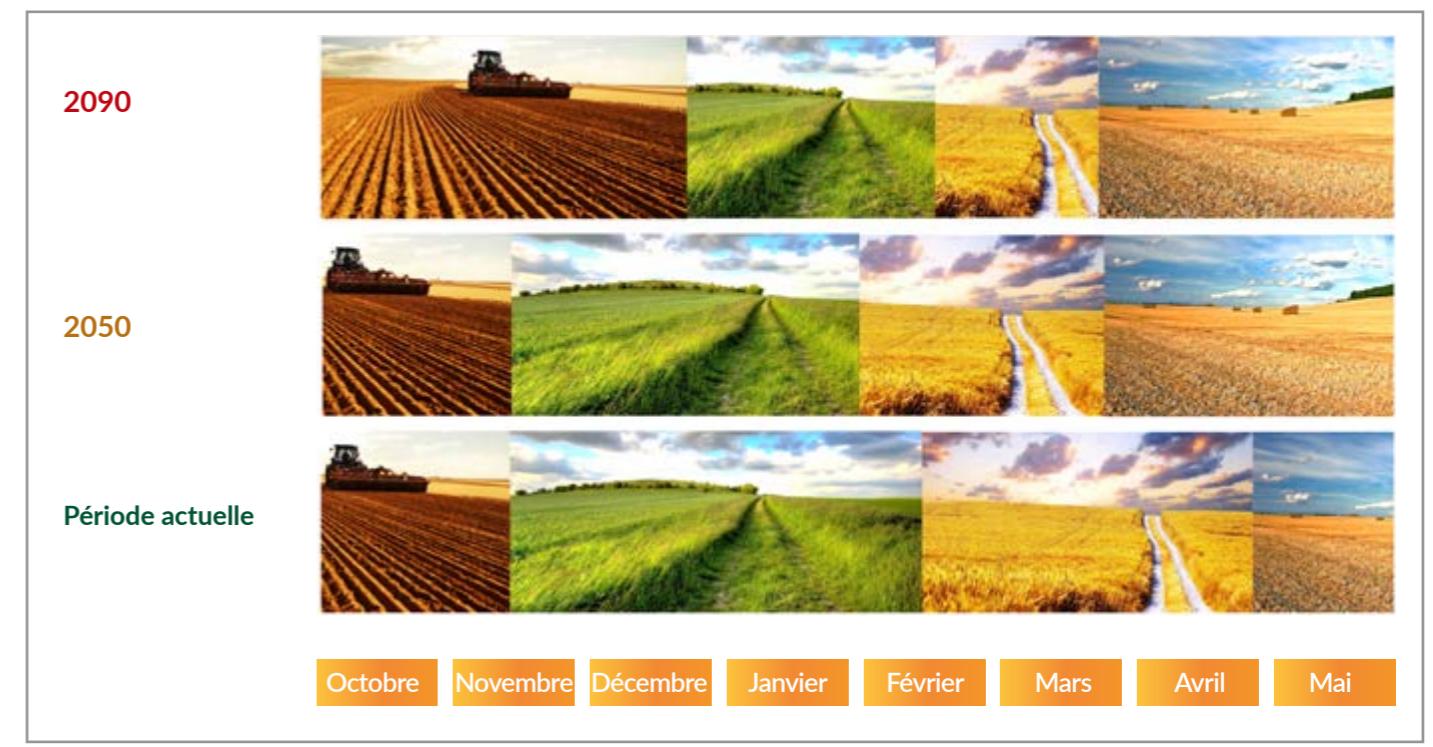
Diminution de la pluviométrie de 11% ( $\pm 0,5\%$ ) à l'horizon 2050 et de 16% ( $\pm 1,3\%$ ) à l'horizon 2090, par rapport aux années 2010, au Maroc.



## LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'AGRICULTURE MAROCAINE

### Impact sur la longueur de la période de croissance

La « longueur de la période de croissance » est la période au cours de la saison agricole durant laquelle les conditions de pluviométrie et de température sont adéquates pour permettre la croissance et le développement des cultures. On l'estime grâce au diagramme ombrothermique, par la période (en jours) durant laquelle les valeurs de précipitations (mm) dépassent de deux fois celles de la température ( $^{\circ}\text{C}$ ). En moyenne, pour tous les modèles et les scénarios RCP4.5 et RCP8.5, la longueur de la période de croissance des cultures diminuera de 30 jours à l'horizon 2050 et de 90 jours à l'horizon 2090, par rapport aux années 2010. La période de croissance, qui s'étale de novembre à avril actuellement, se rétrécira aux mois de novembre à mars à l'horizon 2050 et de janvier à mars à l'horizon 2090. Cette réduction aura des conséquences importantes sur les rendements des cultures.



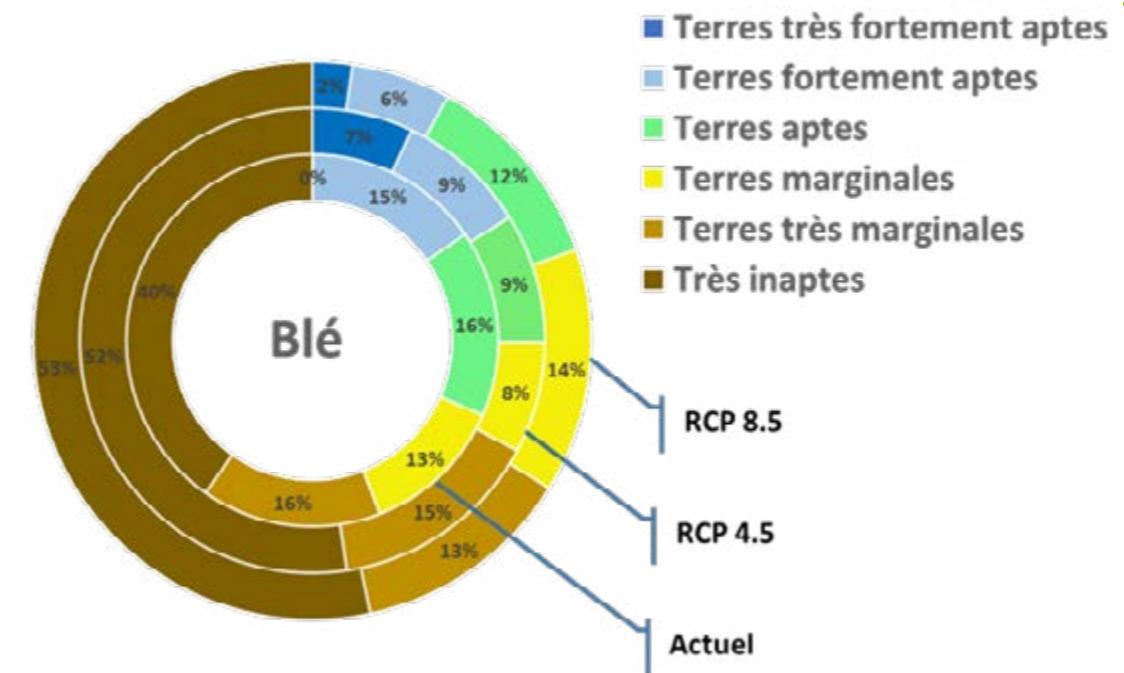
Diminution de la longueur de la période de croissance des cultures de 30 jours à l'horizon 2050 et de 90 jours à l'horizon 2090, par rapport aux années 2010, à l'échelle nationale.

## Impact sur la vulnérabilité climatique des terres

La méthodologie pour évaluer la vulnérabilité de l'agriculture au changement climatique a consisté à comparer les aires de distribution des principales espèces cultivées au Maroc, en l'occurrence la céréaliculture (blé et orge) et l'olivier, dans les conditions de changement climatique (modèle MIROC-ESM, horizon 2050, scénarios RCP4.5 et RCP8.5) par rapport à la période actuelle (1950-2000). Les données climatiques actuelles et futures utilisées proviennent de la base mondiale de données climatiques « WorldClim », à 30 secondes d'arc de résolution spatiale (~1 km) ([www.worldclim.org/](http://www.worldclim.org/)). L'aire de répartition des espèces cultivées a été cartographiée grâce au logiciel DIVA-GIS qui intègre une large base de données « EcoCrop » ([www.ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/home](http://www.ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/home)) des exigences écologiques des cultures fournie par la FAO.

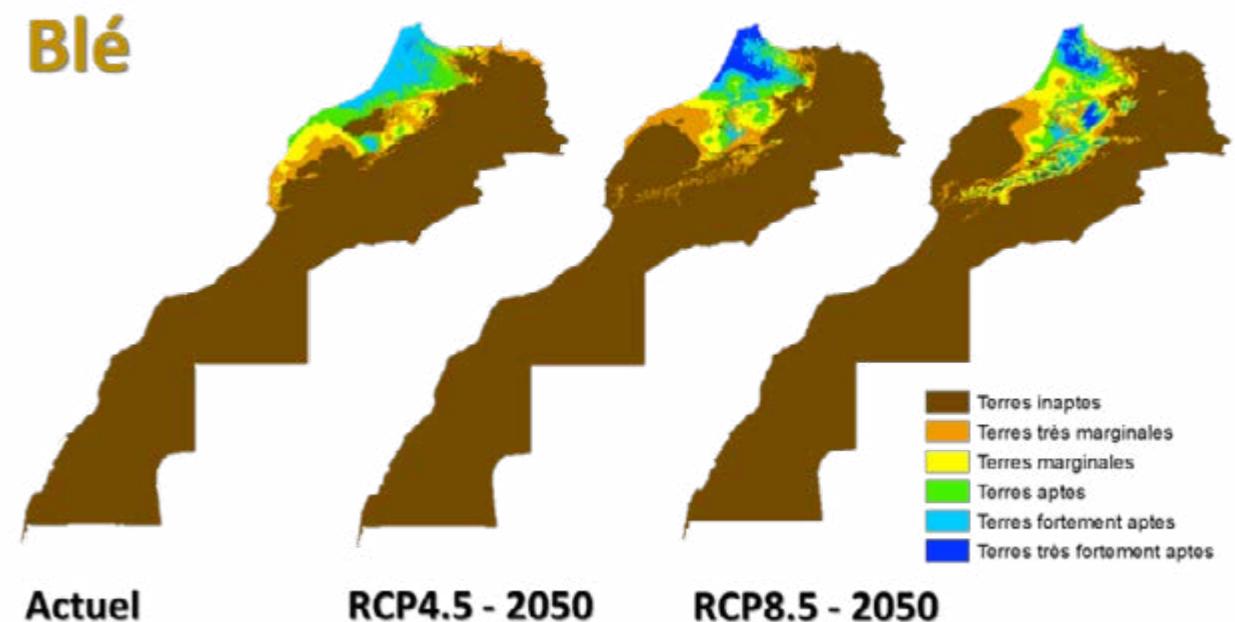


Le changement climatique se traduira ainsi par une réduction de l'aire des cultures annuelles, essentiellement au niveau des plaines atlantiques, et surtout pour l'orge puis les blés, cultures pluviales dans la très grande majorité des terres au Maroc. Plus généralement, on pourra observer une remontée de ces cultures, vers le nord et les zones de montagne. Les zones du nord et de montagne seront, en effet, plus favorables aux cultures, en raison de conditions climatiques futures relativement plus clémentes, aussi bien en termes de pluviométrie que de températures. La remontée des cultures annuelles vers les zones de montagne nécessitera le renforcement des systèmes agroforestiers pour lutter contre l'érosion.



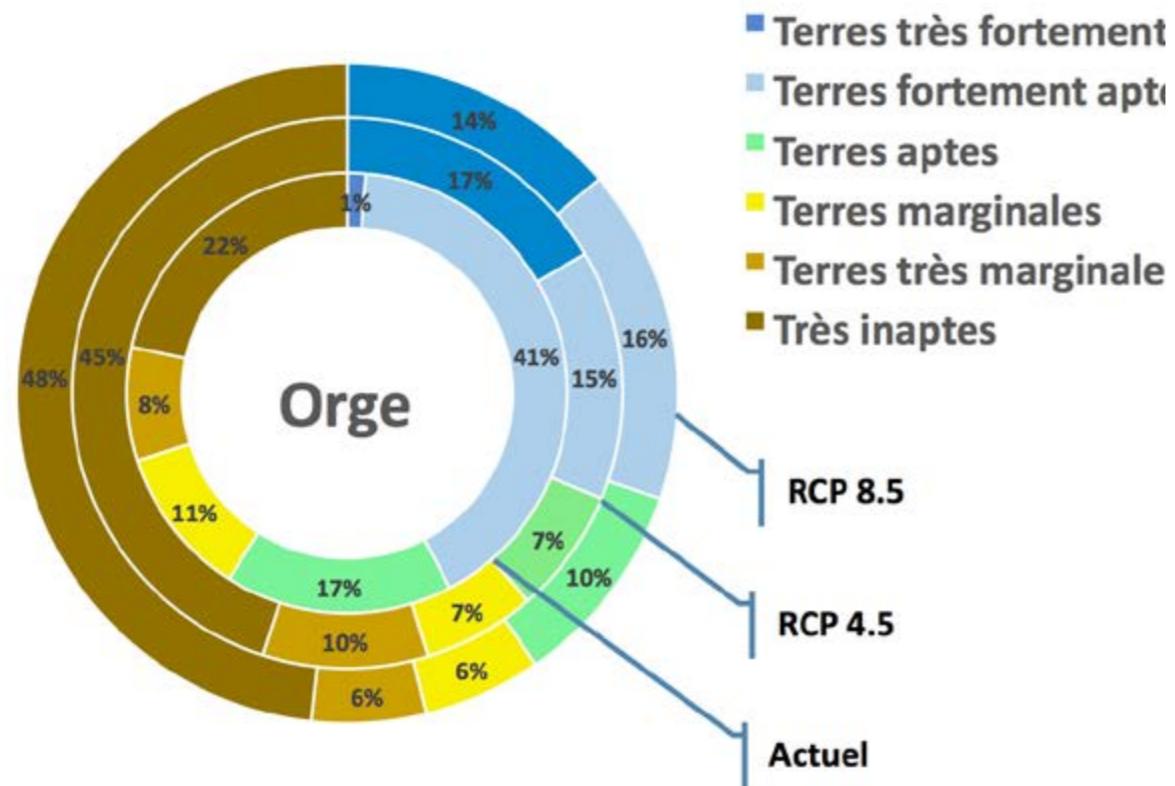
Superficie relative (%) des aptitudes climatiques des terres à la culture du blé, de l'orge et de l'olivier dans les zones agricoles du Maroc, pour la période actuelle (1950-2000) et les scénarios RCP4.5 et RCP8.5 simulés selon le modèle MIROC-ESM.

Forte réduction de l'aire totale de culture du blé, de 7% dans le cas du scénario RCP4.5 et de 12% dans le cas du scénario RCP8.5, dans les zones agricoles à l'horizon 2050.

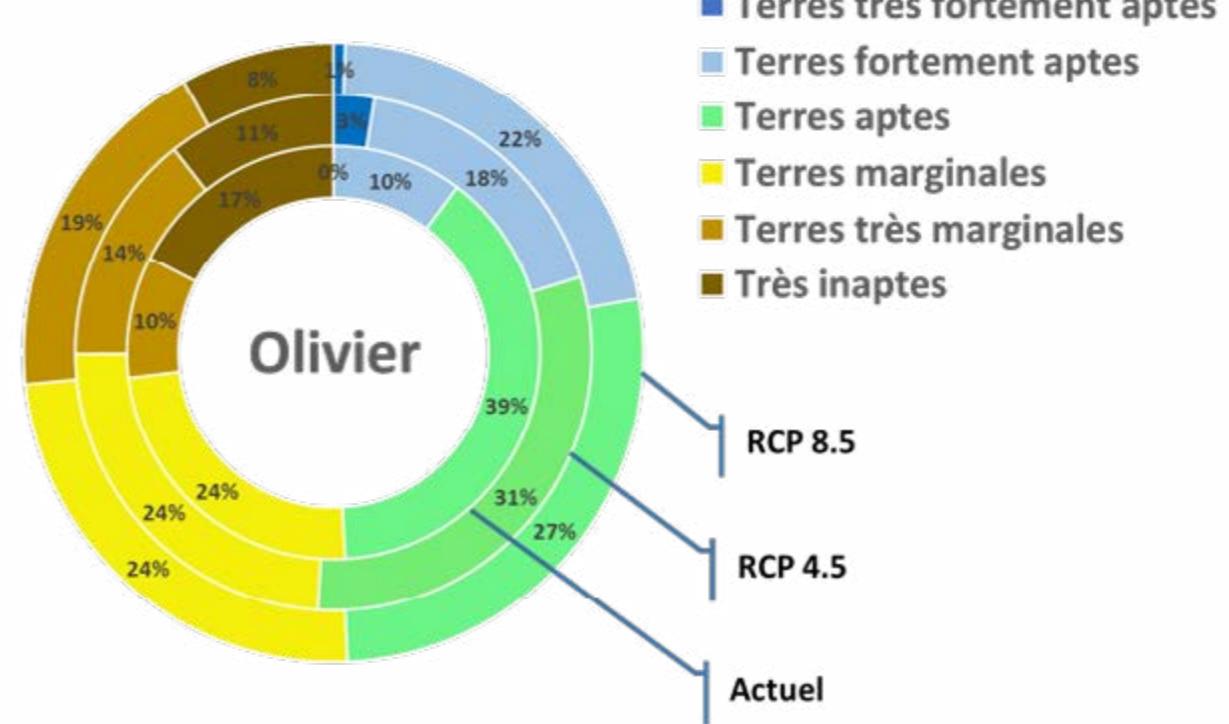


Cartographie des aptitudes climatiques des terres à la culture du blé, de l'orge et de l'olivier au Maroc, pour la période actuelle (1950-2000) et les scénarios RCP4.5 et RCP8.5 simulés selon le modèle MIROC-ESM.

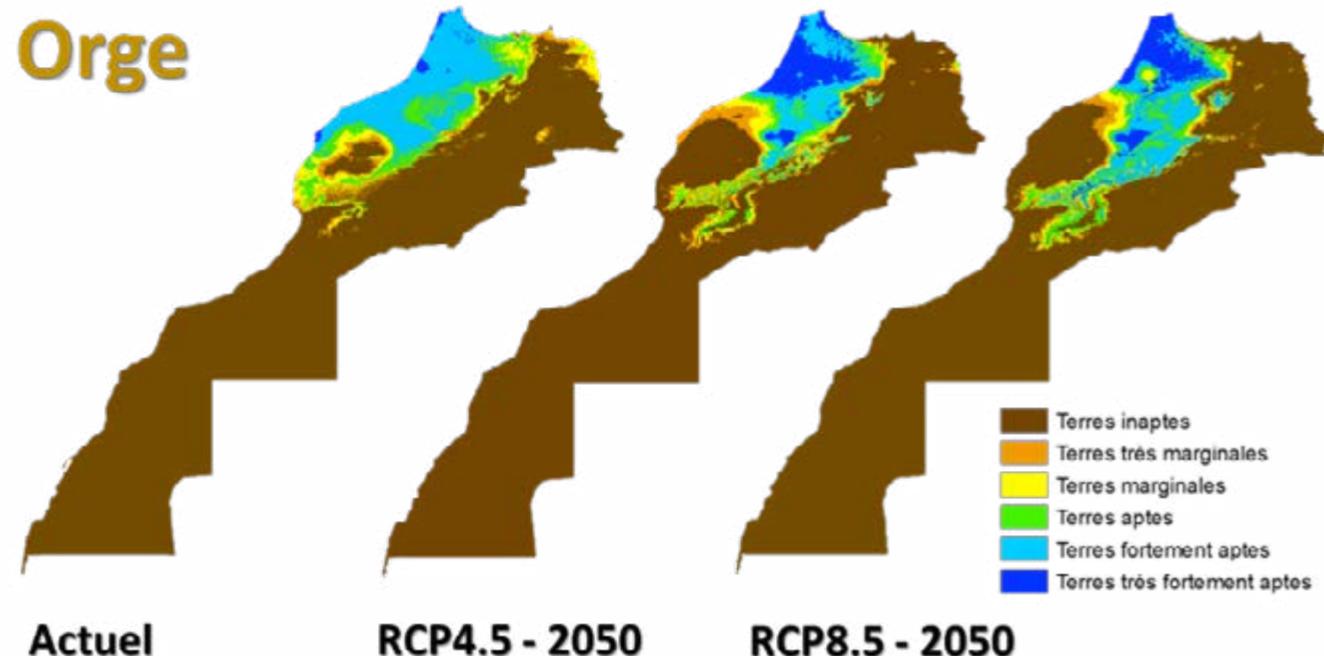
Forte réduction de l'aire de culture du blé dans les plaines atlantiques du sud, avec une remontée des zones d'aptitude, vers le nord et les zones d'altitude à l'horizon 2050.



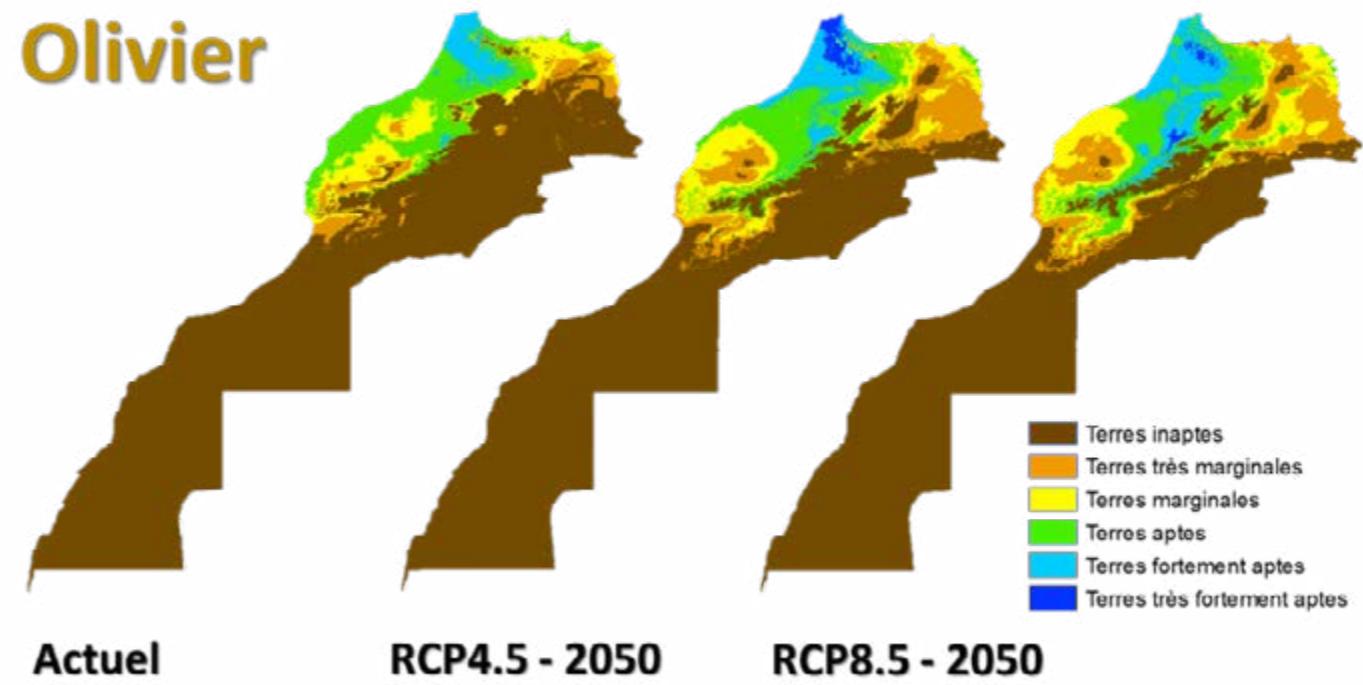
Très forte réduction de l'aire totale de culture de l'orge, de 10% dans le cas des deux scénarios RCP4.5 et RCP8.5, dans les zones agricoles à l'horizon 2050.



Peu de changement de l'aire totale de culture de l'olivier, dans les zones agricoles à l'horizon 2050 à l'horizon 2050.



Très forte réduction de l'aire de culture de l'orge dans les plaines atlantiques du sud, et une remontée des zones d'aptitude, vers le nord et les zones d'altitude à l'horizon 2050.



Très forte réduction de l'aire de culture de l'orge dans les plaines atlantiques du sud, et une remontée des zones d'aptitude, vers le nord et les zones d'altitude à l'horizon 2050.

## Impact sur la vocation agricole des terres, au blé, le pois chiche, l'olivier et l'amandier

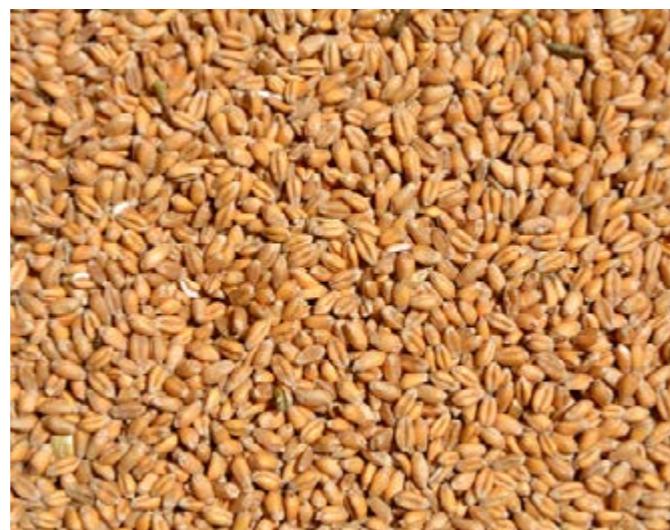
Les cartes de vocation agricole des terres reflètent la capacité d'une terre à être cultivée de façon durable. Les cartes de vocation fournissent des informations sur les contraintes de sols et climatiques, d'utilisation de la terre et guide donc la planification optimale des ressources naturelles (sols et climat).

La méthodologie pour réaliser les cartes de vocation agricole des terres, dans les conditions climatiques futures, a consisté à comparer les aires de distribution des principales espèces cultivées, en l'occurrence la céréaliculture (blé), la culture des légumineuses (pois chiche de printemps) et arboricole (olivier et amandier), en fonction des contraintes de sols, dans la région de Fès-Meknès. Les projections de vocations ont été étudiées selon les modèles climatiques CNRM-CM5, HadGEM2-ES, MIROC-ESM ainsi que les scénarios RCP4.5 et RCP8.5, par rapport à la période actuelle. Dans une première étape, des cartes de vocation en fonction de l'évolution du climat, pour les différents modèles et scénarios, ont été réalisées grâce au logiciel DIVA-GIS ([www.diva-gis.org](http://www.diva-gis.org)). Dans une deuxième étape indépendante, des cartes de vocation ont été réalisées, en fonction des contraintes de sols (texture, pH, profondeur des sols) selon la méthodologie de la FAO de 1976. Ensuite les cartes de vocation réalisées indépendamment, en fonction de l'évolution du climat et en fonction des contraintes de sols, ont été croisées, à l'aide d'un système d'information géographique, pour obtenir des cartes de vocation des terres qui tiennent compte aussi bien de l'évolution du climat que des contraintes de sols.

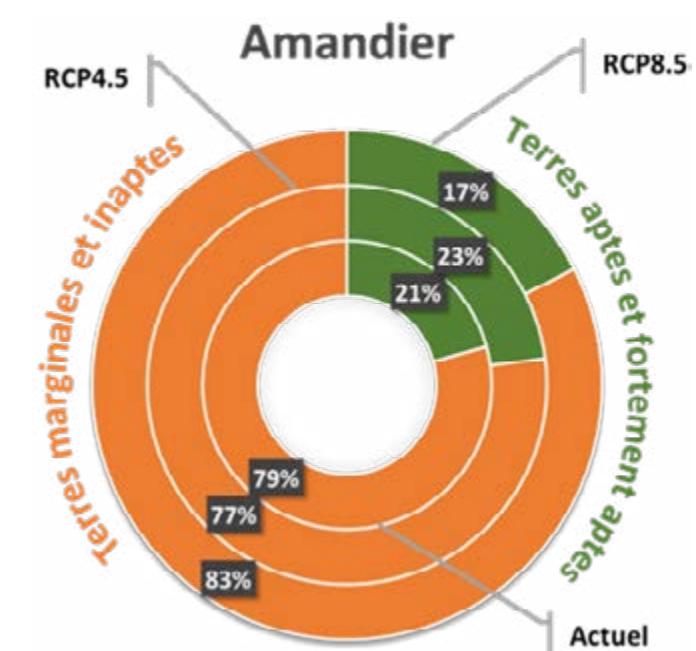
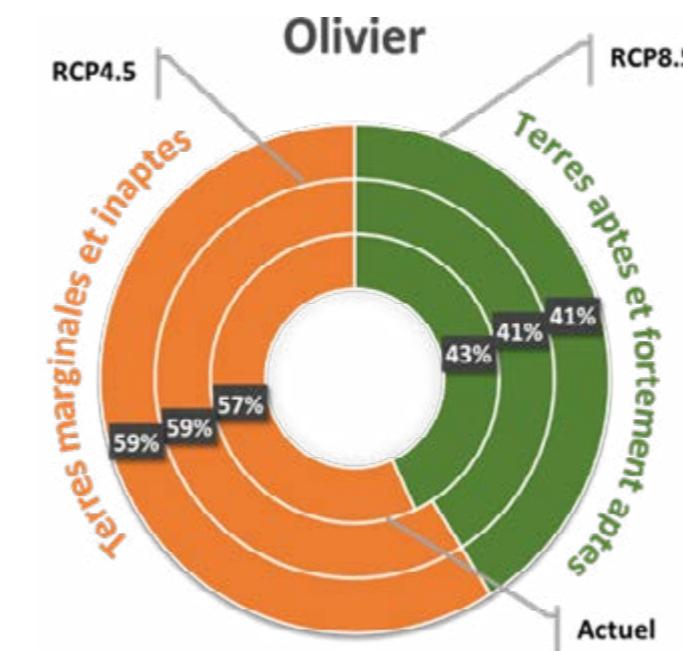
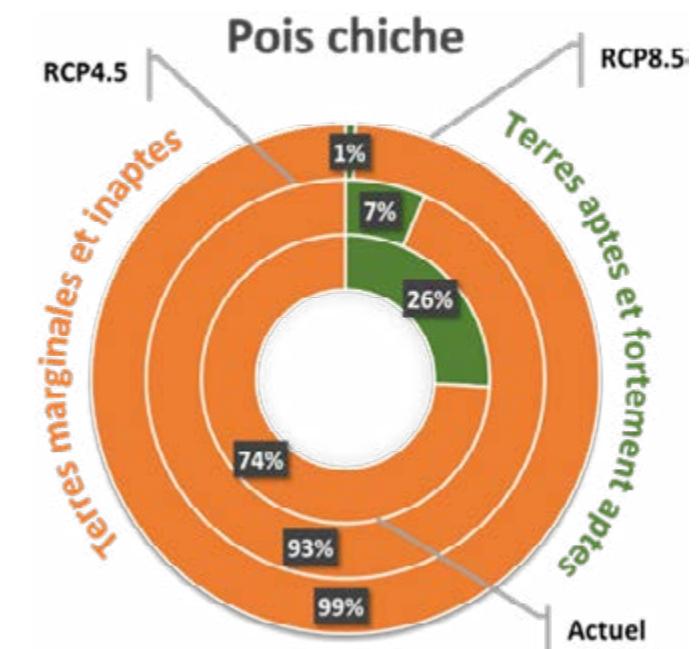
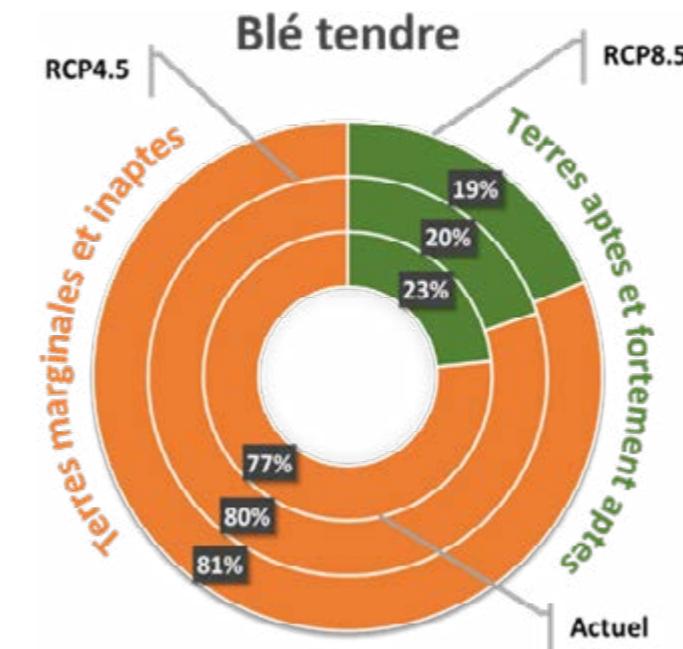


**→**

Les résultats montrent que les superficies des terres fortement aptes ou très aptes à la culture de blé tendre diminueront par rapport à la période actuelle, de façon plus marquée pour le scénario RCP8.5. Les superficies des terres, fortement aptes ou très aptes à la culture de pois chiche de printemps, diminueront plus fortement, en raison du cycle de cette culture qui est placé entre la fin de la saison d'hiver et le printemps. L'impact du changement climatique sur la réduction des superficies aptes à la culture de l'olivier et de l'amandier est peu significatif dans ces zones.

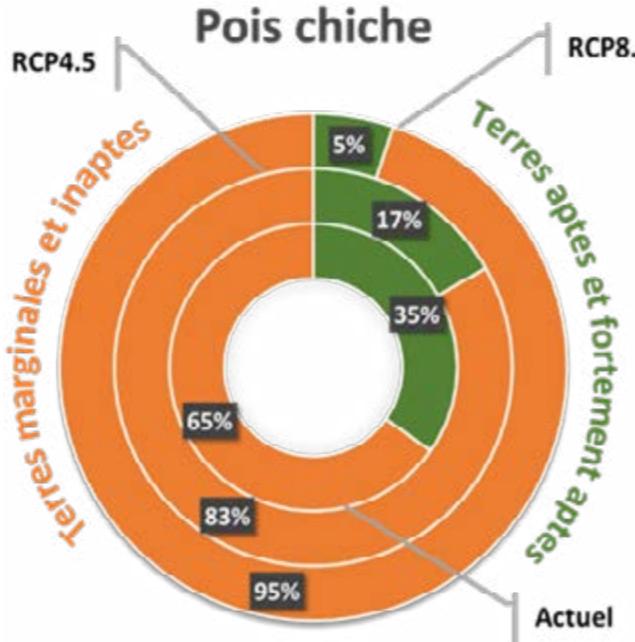
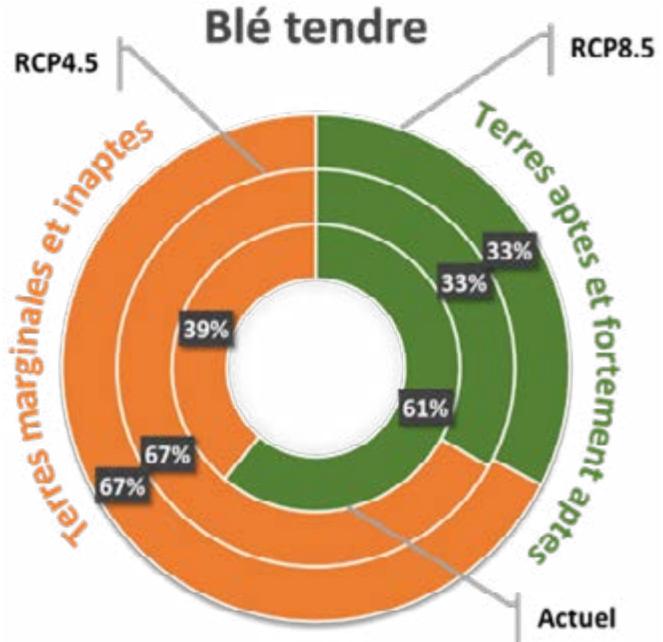


Zone de Fès

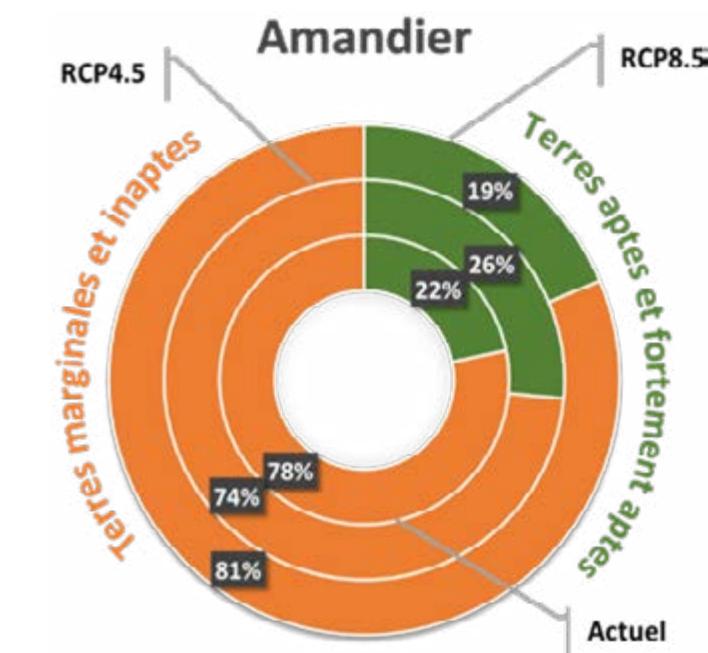
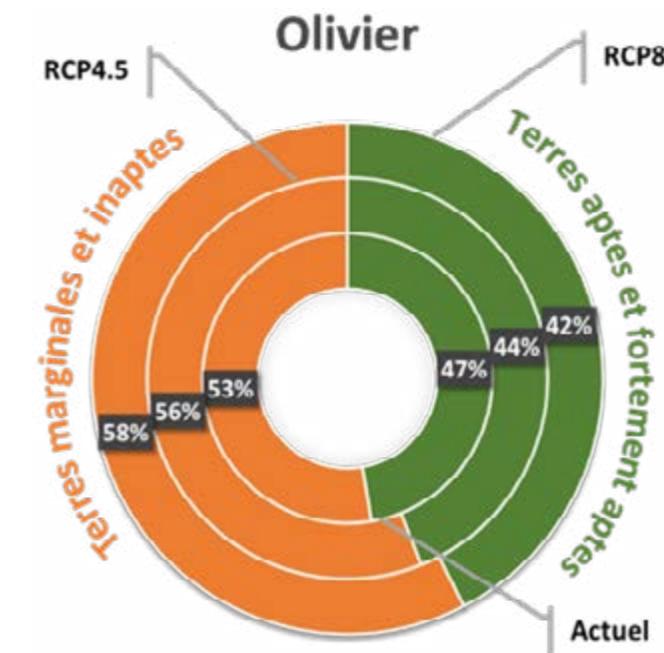
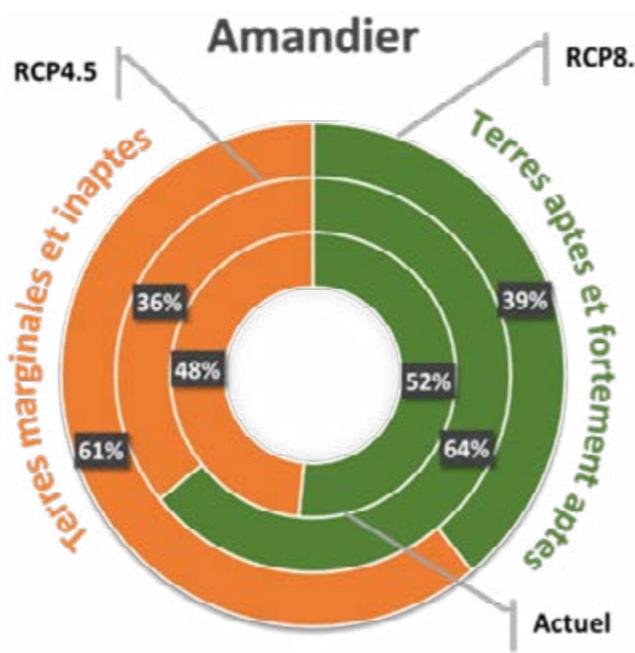
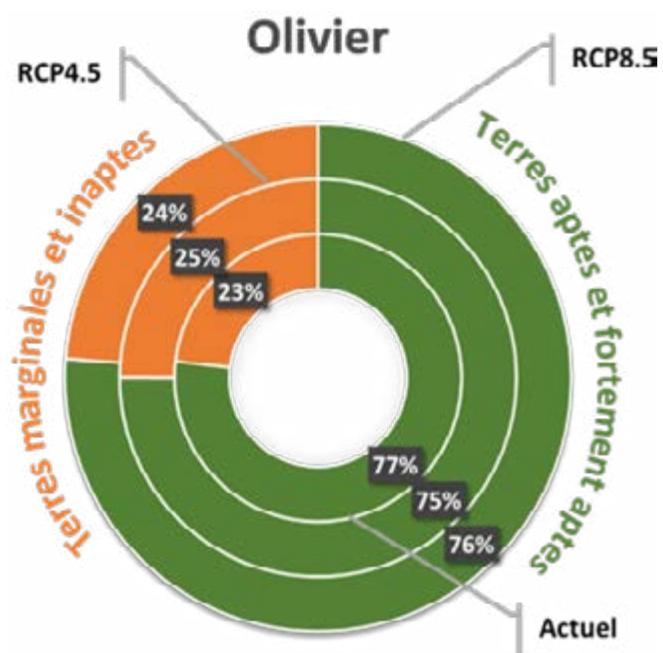
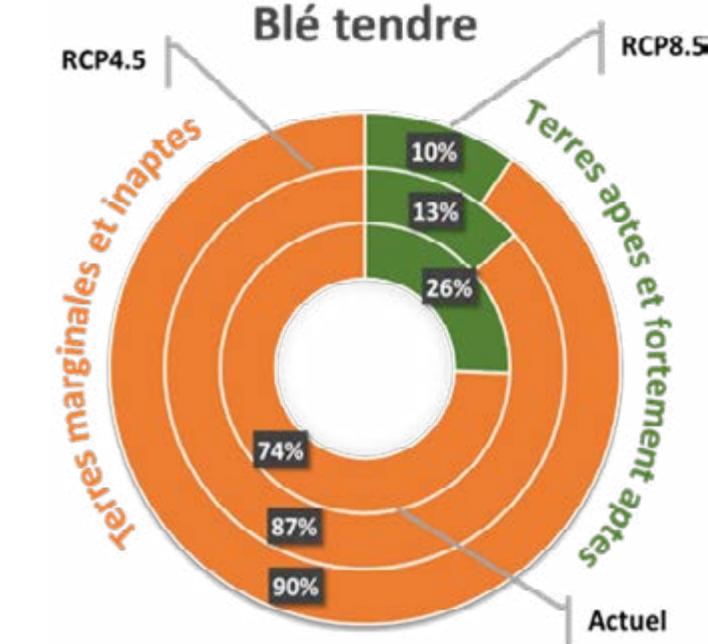
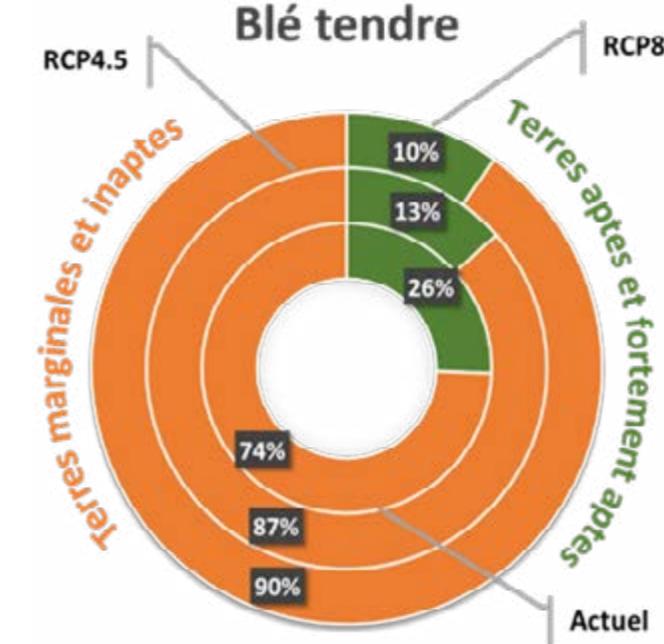




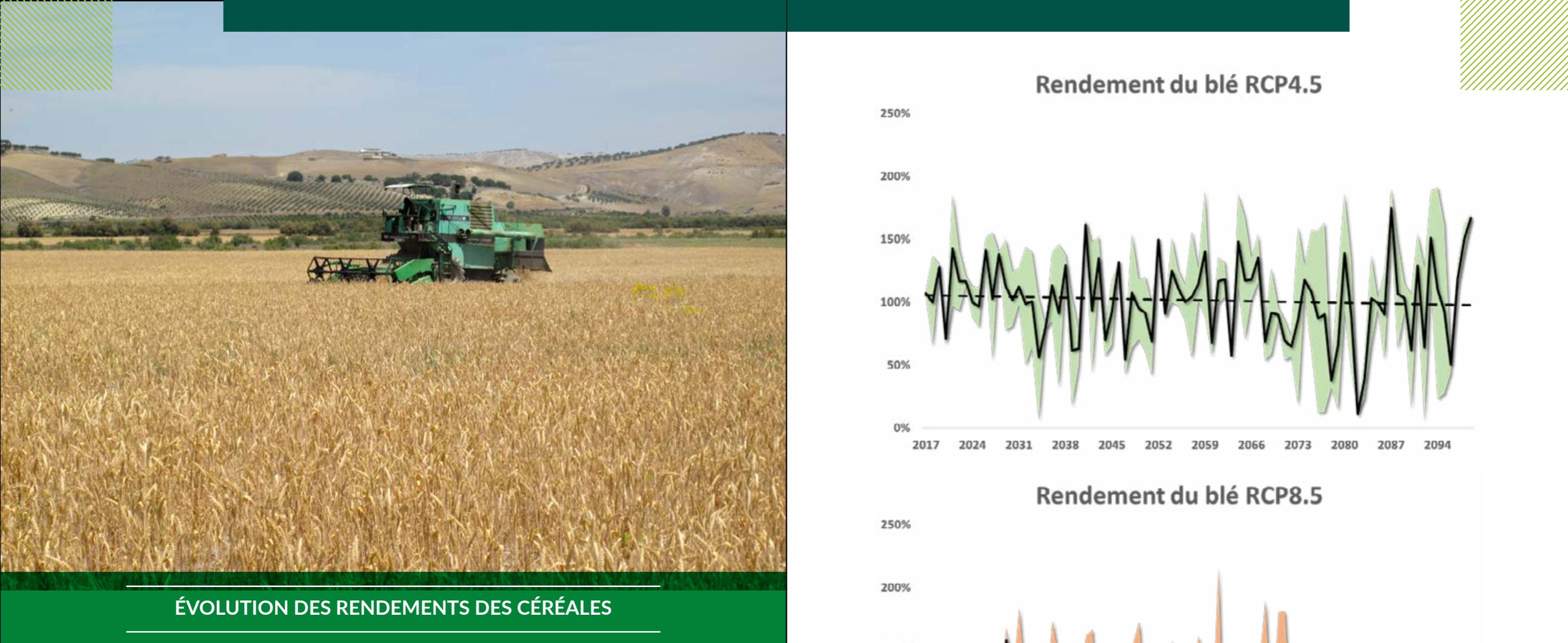
Zone de Meknès



Zone de Taza - Taounate



Réduction de la vocation des terres à la culture de blé en plaines. L'aptitude des terres aux cultures de printemps comme le pois chiche réduira fortement, sauf au nord du Maroc. L'aptitude des terres à la culture de l'olivier et de l'amandier variera peu, à l'horizon 2050.



## ÉVOLUTION DES RENDEMENTS DES CÉRÉALES

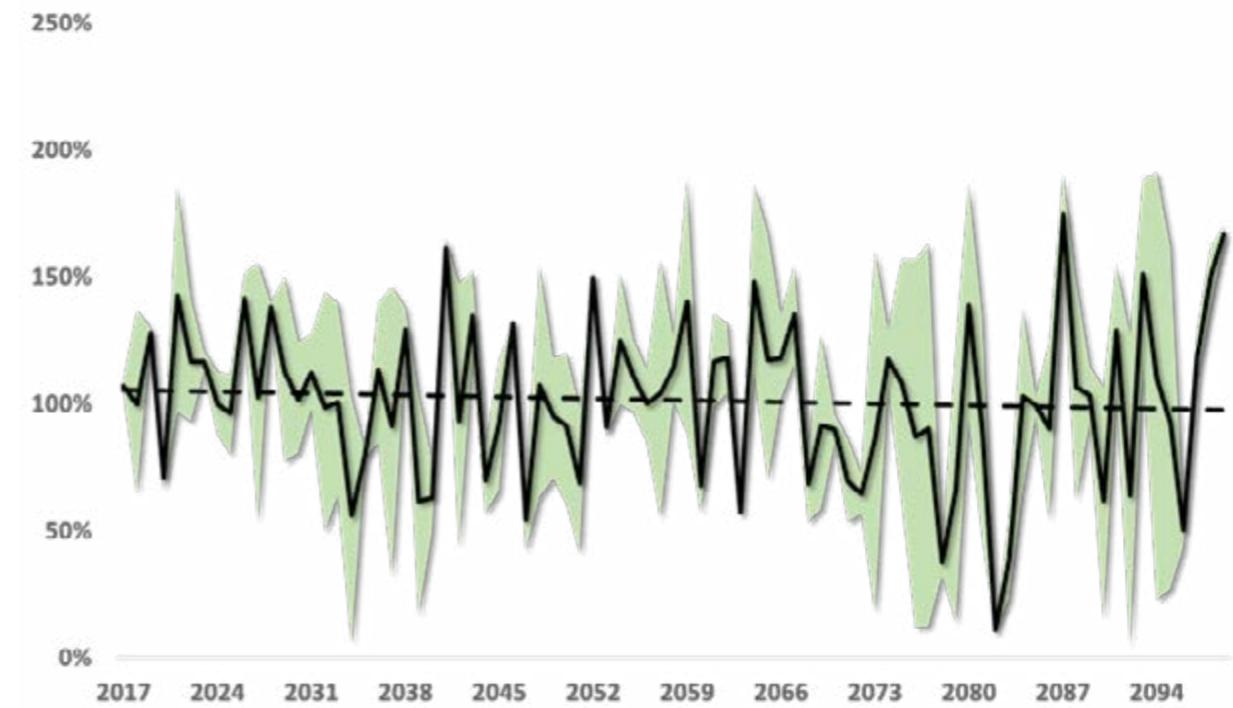
### Impact sur la longueur de la période de croissance

Dans le cadre du projet MOSAICC, les rendements des principales céréales d'automne, blé et orge, ont été simulés jusque-là fin du siècle, pour les scénarios RCP4.5 et RCP8.5 ainsi que les modèles MIROC-ESM et CanSEM2 à l'échelle de toutes les zones agricoles du Maroc.

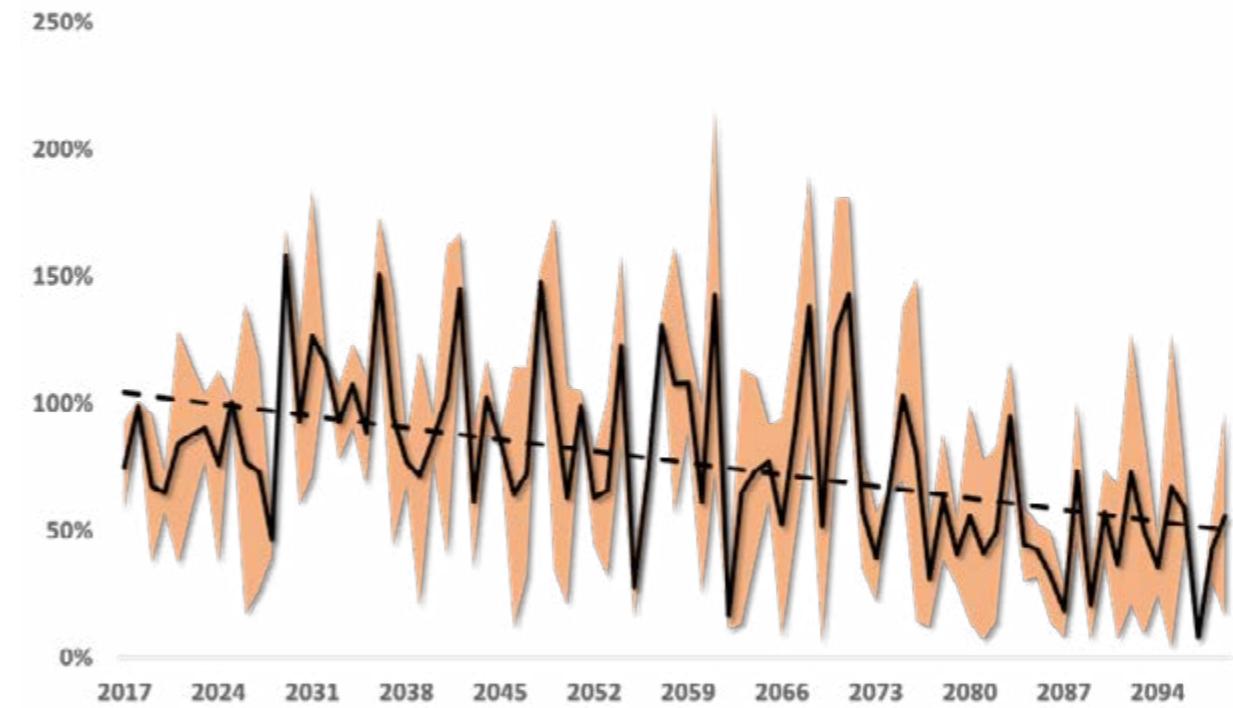
L'analyse de cette base de données pour la région de Fès-Meknès montre que les rendements des céréales d'automne comme le blé diminueront avec le changement climatique, avec une succession de périodes sèches et humides. Les rendements

baisseront significativement dans le cas du scénario RCP8.5, par rapport à la période de référence 2010-2016, alors qu'ils restent stationnaires dans le cas du scénario RCP4.5. Les différences de rendements entre les modèles climatiques MIROC-ESM et CanSEM2 sont visibles uniquement pour le scénario RCP8.5. Parallèlement à la baisse des rendements, le changement climatique entraînera une plus grande variabilité interannuelle des rendements (coefficients de variation sur une moyenne mobile de 7 années), plus importante pour le scénario RCP8.5 que RCP4.5.

Rendement du blé RCP4.5



Rendement du blé RCP8.5



Variation du rendement du blé (%) selon le scénario RCP4.5, entre 2017 et 2100, par rapport à la période 2010-2016. Sont représentés la moyenne des deux modèles MIROC-ESM et CanSEM2 (trait noir), l'incertitude entre les deux modèles (partie ombré) et la tendance (trait noir pointillé) (source de données : [www.changementclimatique.ma](http://www.changementclimatique.ma)).

Les rendements des céréales baisseront significativement avec le changement climatique dans la région de Fès-Meknès, dans le cas du scénario RCP8.5, alors qu'ils restent stationnaires dans le cas du scénario RCP4.5.

## Variabilité interannuelle du rendement du blé

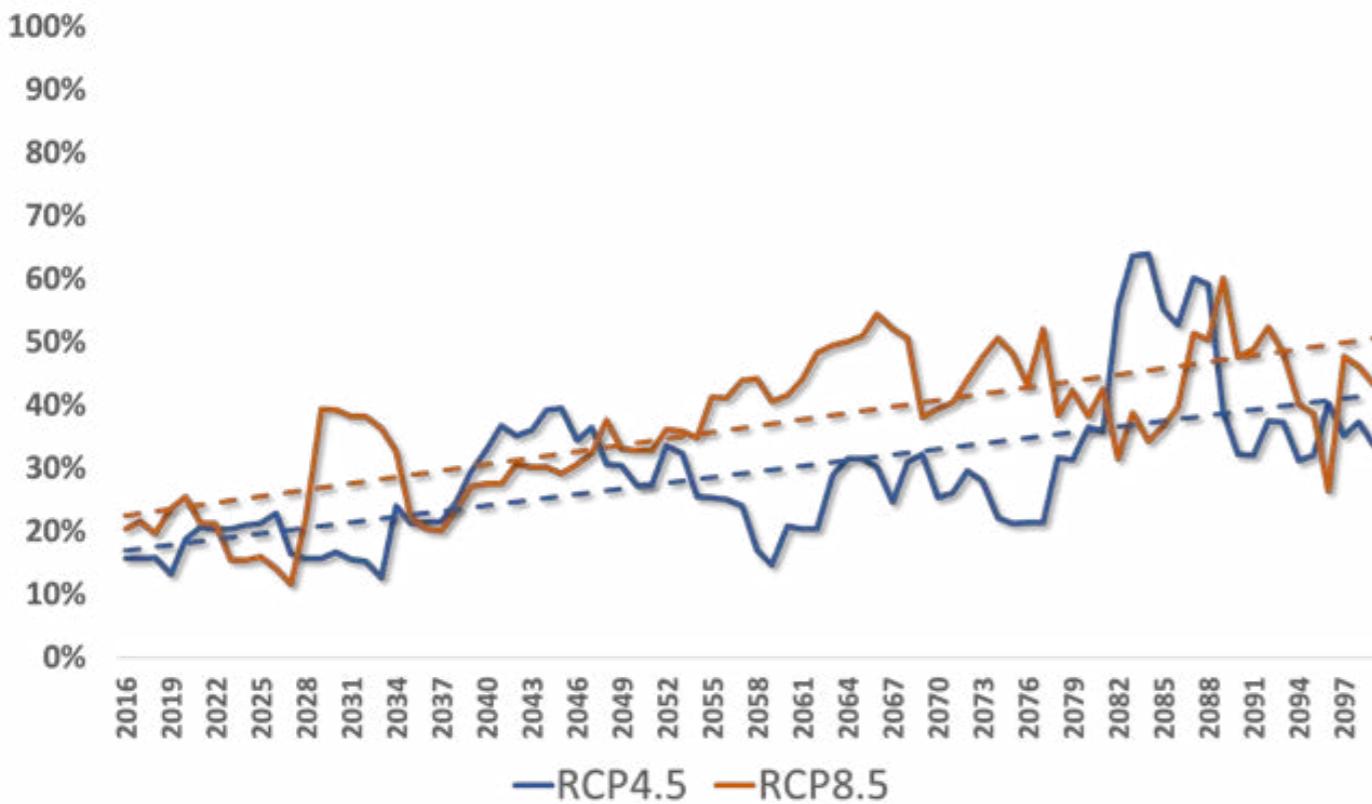


Figure 6 : Variation du rendement du blé (%) selon le scénario RCP8.5, entre 2017 et 2100, par rapport à la période 2010-2016. Sont représentés la moyenne des deux modèles MIROC-ESM et CanSEM2 (trait noir), l'incertitude entre les deux modèles (orange ombré) et la tendance (trait noir pointillé) (source de données : [www.changementclimatique.ma](http://www.changementclimatique.ma)).

Message clé : Le changement climatique entraînera une plus grande variabilité interannuelle des rendements et donc un risque accru pour les agriculteurs dans la région de Fès-Meknès.

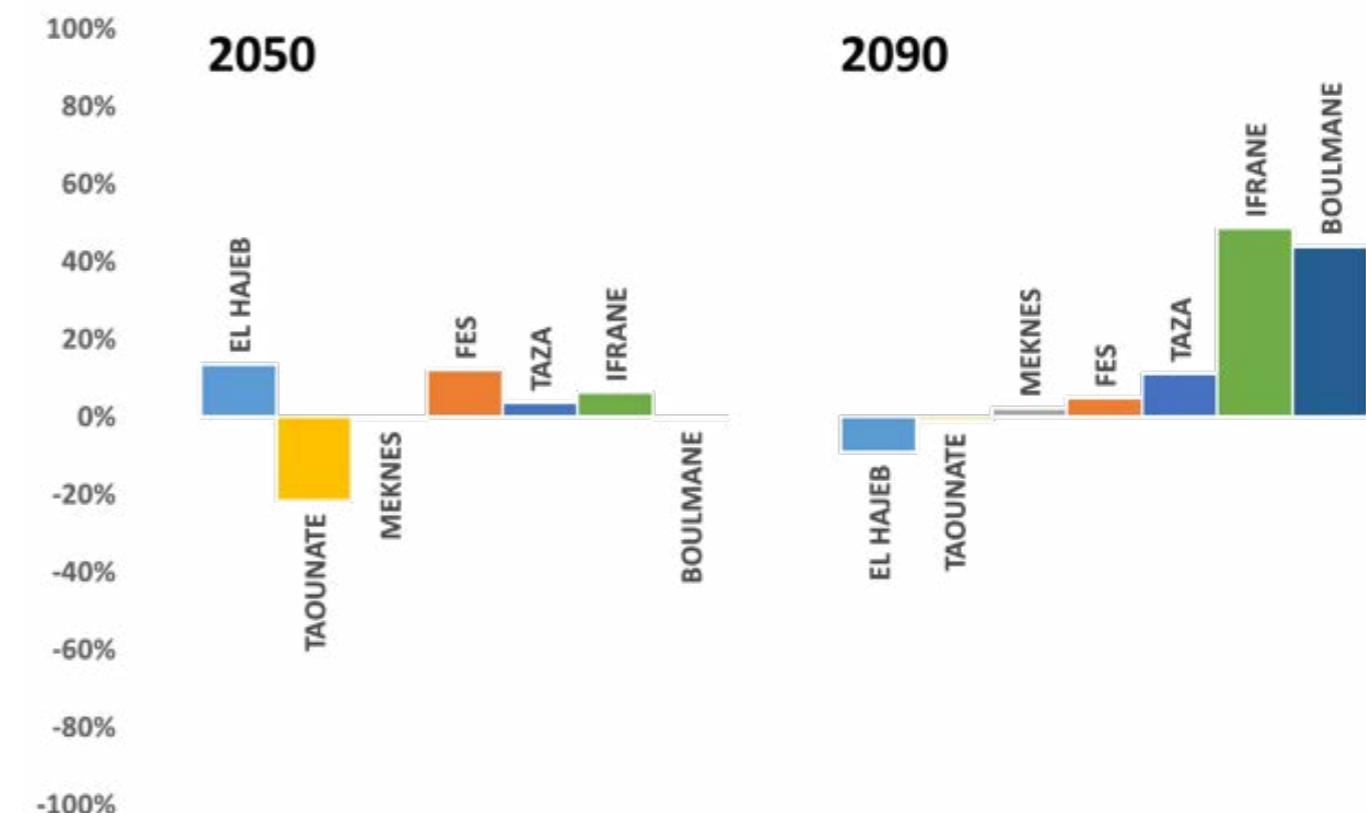


À l'échelle des provinces de la région de Fès-Meknès.

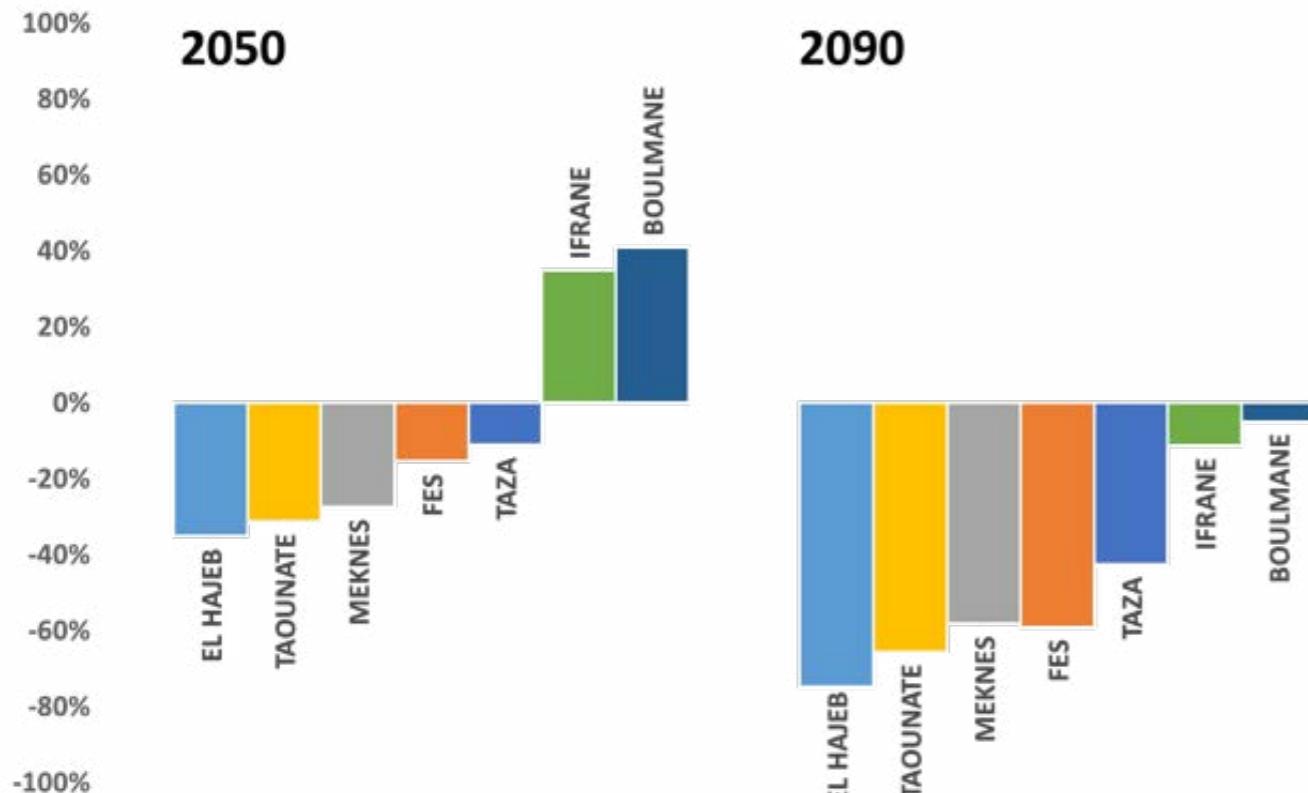
L'analyse par province de l'évolution moyenne des rendements des modèles MIROC-ESM et CanESM2, par rapport à la période actuelle (2010-2016), montre que la céréaliculture en zones de plaines subira davantage les effets du changement climatiques que celle des zones d'altitude. Si dans le cas du scénario RCP4.5, l'effet du changement climatique sur les rendements est mitigé, les rendements chuteront de façon marquée avec le temps dans le cas du scénario RCP8.5. Dans le cas d'un changement climatique intermédiaire, c'est-à-dire dans le cas du scénario RCP4.5 et à l'horizon 2090 ou dans le cas du scénario RCP8.5 et à l'horizon 2050, les rendements augmenteront en zones de montagne. Toutefois, dans le cas d'un changement climatique extrême, c'est-à-dire dans le cas du scénario RCP8.5 et à l'horizon 2090, les rendements baisseront même en zones de montagne.



## Rendements du blé - RCP4.5



## Rendements du blé - RCP8.5



Écart de rendement (%), en moyenne pour les modèles MIROC-ESM et CanESM2 et selon les scénarios RCP4.5 et RCP8.5, entre les horizons 2050 (moyenne 2045-2055) et 2090 (moyenne 2085-2095) et la période de référence 2010-2016 (source de données : [www.changementclimatique.ma](http://www.changementclimatique.ma)).

La céréaliculture en zones de plaines subira davantage les effets du changement climatiques que celle des zones d'altitude dans la région de Fès-Meknès, de façon marquée vers la fin du siècle ou dans le cas du scénario RCP8.5.



### Auteur :

Ce travail a été réalisé par Riad BALAGHI.

### Les études ayant servi à produire ce travail ont été réalisées par :

Riad BALAGHI (coordinateur, INRA), Hamid MAHYOU (INRA), Tarik BENABDELOUAHAB (INRA), Karim ANDICH (INRA), Otman SEBBATA (INRA), Said KHATRI (DMN), Tarik EL HAIRECH (DMN), Meriem ALAOURI (DMN), Redouane ARRACH (DSS), Mouanis LAHLOU (IAV Hassan II) et Moulay Mohamed AJERAME (IAV Hassan II).

### Remerciements :

Les auteurs tiennent à remercier particulièrement l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, l'Agence Française de Développement, le Fonds Français pour l'Environnement Mondial et l'Union Européenne.

Ils tiennent également à remercier M. Stéphane Simonet pour sa contribution à la lecture de ce document.

### Droits d'auteur :

Cette publication a été réalisée dans le cadre du projet « Adaptation au Changement Climatique de l'Agriculture du Maghreb », financé par le Fonds Français pour l'Environnement Mondial, à travers l'Agence Française de Développement. De courts extraits de cette publication peuvent être reproduits sans autorisation, à condition que la source complète soit clairement indiquée. La correspondance et les demandes de publication, reproduction ou traduction de cette publication, en tout ou en partie éditoriale, doivent être adressées à :

Institut National de la Recherche Agronomique  
Avenue Ennasr Rabat, Maroc  
BP 415 RP Rabat, Maroc  
[www.inra.org.ma](http://www.inra.org.ma)  
Tel : +212 537 77 09 55  
Fax : +212 537 77 00 49

### Dépôt Legal :

2017MO2845

### ISBN :

978-9954-0-6713-0



ROYAUME DU MAROC



Ministère de l'Agriculture, de la Pêche Maritime, du Développement Rural et des Eaux et Forêts

