



Les Notes d'analyse du CIHEAM

N° 56 – Mars 2010

Impacts des changements climatiques sur l'agriculture au Maroc et en Tunisie et priorités d'adaptation

Mélanie Requier-Desjardins

CIHEAM – IAM Montpellier

Impacts des changements climatiques sur l'agriculture au Maroc et en Tunisie et priorités d'adaptation

Mélanie Requier-Desjardins

CIHEAM – IAM Montpellier

Les menaces liées à la variabilité climatique et à la dégradation de l'environnement dans la région méditerranéenne sont de nature à porter atteinte à ce qu'on appelle désormais la « sécurité environnementale ». La sécurité environnementale découle d'un ensemble de facteurs conjoints parmi lesquels le niveau des ressources disponibles, l'état de la concurrence pour l'accès à ces ressources, l'état de la stabilité sociale et politique ainsi que des migrations. Elle est directement reliée à la sécurité des populations¹. L'impossibilité d'accéder aux ressources naturelles qui leur sont vitales engendre la migration de « réfugiés environnementaux ou écologiques ». De tels enjeux dépassent évidemment les frontières nationales.

Plusieurs publications récentes portant sur la région méditerranéenne montrent que les agricultures du Maghreb seront très affectées par les impacts des changements climatiques, du fait de la raréfaction attendue de l'eau disponible (chute des précipitations et surexploitation des aquifères) ainsi que de la dégradation des terres et des écosystèmes (désertification)². Les incertitudes sur les chaînes de causalité et la mesure des impacts attendus restent élevées. Cependant, assurer la sécurité alimentaire, sécuriser les conditions de vie des populations rurales et réguler leurs migrations seront trois enjeux cruciaux de l'adaptation aux impacts des changements climatiques sur l'agriculture et les écosystèmes. Ces enjeux se posent en des termes concrets pour les décideurs : quels investissements choisir, quelles adaptations financer, et par quels mécanismes institutionnels appropriés ?

Cette note a pour objet d'éclairer ces questions, en s'appuyant sur des études spécifiques menées au Maroc et en Tunisie. Elle cherche à rappeler les traits majeurs des mondes agricoles et ruraux des deux pays et présente le contenu et les conclusions de travaux de référence qu'ils ont récemment menés sur les impacts des changements climatiques sur l'agriculture et l'environnement. Elle analyse enfin et compare leurs conséquences possibles pour des politiques d'adaptation

1. Cadrage général de la situation

Le Maroc et la Tunisie ont engagé depuis le milieu des années 2000 des études prospectives qui déclinent les impacts attendus du changement climatique sur l'agriculture. En Tunisie, l'étude a été élargie aux impacts sur les écosystèmes et prolongée par la rédaction d'une stratégie d'adaptation. Au Maroc, une telle stratégie est en préparation, sur la base de l'analyse d'impacts. Ainsi, ces deux pays suivent la méthode développée par la Convention-Cadre des Nations-Unies sur les Changements

¹ NATO (2009), *Water scarcity, Land Degradation and Desertification in the Mediterranean Region, Environmental and Security Aspects*, NATO Science for Peace and Security Series - C Environmental Security, Springer.

² Notamment : CIHEAM-Plan Bleu (2009), *Mediterra2009, Repenser le développement rural en Méditerranée*, rapport annuel CIHEAM-Plan Bleu, Les Presses de SciencesPo ; IDDRI (2009), *La Méditerranée au futur, des impacts du changement climatiques aux enjeux de l'adaptation*, Rapports & briefing papers.

Climatiques (CCNUCC), qui recommande la production d'études de vulnérabilité (ou d'impact) sectorielles comme préalable à l'élaboration de stratégies d'adaptation.

En se référant aux données statistiques et de politiques agricoles, l'agriculture de ces deux pays apparaît de fait vulnérable aux effets du changement climatique mais de façon différenciée.

Aspects sociaux et économiques

Les prévisions démographiques sont différentes : au Maroc on attend un doublement de la population d'ici à 2030 tandis que la population tunisienne devrait passer de 10,5 millions d'habitants en 2009 à environ 12,5 millions en 2030. Les perspectives en matière de sécurité alimentaire, mais aussi de pression sur l'environnement ainsi que les priorités et les choix à opérer pourraient donc se poser en des termes différents dans les deux pays.

Le secteur agricole représente 15 à 20% du PIB annuel au Maroc et 10 à 12% en Tunisie (2000-2006). Pour le Maroc, l'agriculture est un secteur stratégique pour la santé de son économie. En témoignent les priorités affichées dans les communications nationales successives faites à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC, tableau 1), ainsi que la politique engagée dans le cadre du Plan Maroc Vert depuis 2008³.

Tableau 1 : Priorités sectorielles dans la lutte contre le changement climatique (Maroc, Tunisie)

	Communication nationale initiale	Seconde communication nationale
Maroc	Eau agriculture, littoral	Eau, agriculture
Tunisie	Eau, littoral	Eau, littoral

Source : <http://unfccc.int/>, communications nationales des pays

Ces différences mises à part, l'agriculture est le premier poste d'emploi en milieu rural dans les deux pays. Elle demeure de ce fait un secteur clé pour la société. En effet, 42% de la population marocaine et 35% de la population tunisienne vivent en milieu rural⁴. Dans les deux pays également, l'activité agricole est caractérisée par des revenus bas pour une majorité d'exploitants. Deux indicateurs sont à cet égard explicites, la taille des exploitations et les niveaux de pauvreté rurale.

Les petites exploitations sont très nombreuses, puisque 75% des agriculteurs marocains et 54 % des agriculteurs tunisiens cultivent des surfaces inférieures à 5 ha (recensement 1997-98 au Maroc et 2004 en Tunisie). Le foncier agricole méditerranéen est caractérisé par un morcellement important des terres agricoles⁵, et une forte contraction en termes d'espace, résultant d'un contexte juridique particulier et de l'accroissement démographique.

³ Cette politique s'appuie sur le développement de deux axes, l'agriculture commerciale d'une part pour valoriser les atouts agricoles du pays et l'agriculture sociale d'autre part pour défendre l'idée de la mise à niveau solidaire.

⁴ CIHEAM (2008), *Mediterra 2008, Les futurs agricoles et alimentaires en Méditerranée*, rapport annuel du CIHEAM, Les Presses de SciencesPo.

⁵ Jouve A.M. (dir.) (2001), *Terres méditerranéennes, le morcellement, richesse ou danger?* Khartala-CIHEAM. Ce fractionnement des terres cultivées se retrouve au sein des exploitations.

La part de la population pauvre vivant en milieu rural est de 75% au Maroc⁶. En Tunisie, le taux de pauvreté est devenu plus important en milieu urbain qu'en milieu rural, mais les niveaux de vie les plus bas par catégorie socioprofessionnelle restent ceux des ouvriers et des exploitants agricoles résidant en zones rurales⁷. Ces données suggèrent que pour de nombreuses familles agricoles, les revenus issus des exploitations ne suffisent pas à assurer un niveau de vie correct. Elles sont d'ailleurs à relier aux taux généralement élevés de pluriactivité dans les exploitations.

Ces caractéristiques ne doivent pas occulter l'existence d'une classe privilégiée d'agriculteurs fonciers, souvent urbains, occupant des domaines de plus de 50 ha⁸. Ils représentent 3% des exploitations en Tunisie et 0,2% au Maroc, mais ils exploitent respectivement 34% et 8,7% de la superficie agricole utile de chacun des pays. Du point de vue des réalités sociale et économique donc, les disparités, dans les niveaux de vie comme dans les modes d'agriculture sont de mise.

Politiques publiques et aménagement du territoire

Les politiques publiques agricoles du Maroc et de la Tunisie se sont principalement focalisées sur la mise en place d'infrastructures hydrauliques au service du développement de l'agriculture irriguée. Ce choix, visible à la lecture des budgets agricoles des Etats depuis les années 1970, relève d'une stratégie de modernisation du secteur agricole, destinée à accroître et à contrôler les niveaux de la productivité agricole ainsi qu'à favoriser l'atteinte de la sécurité alimentaire dans un contexte naturel de forte variabilité des précipitations.

Du point de vue de l'aménagement du territoire, ces politiques ont conduit à renforcer les disparités régionales existantes, en concentrant les aménagements dans les zones favorables à l'irrigation et l'agriculture : la façade ouest littorale du Maroc concentre 70% des grands aménagements, et les deux régions du nord et du centre de la Tunisie regroupent 89% des surfaces irriguées du pays⁹.

A cette disparité interrégionale, il faut ajouter celle intra régionale qui caractérise les zones les plus sèches et semi-arides, le sud tunisien ainsi que l'oriental, l'est et le sud marocain. Ce sont des régions économiquement plus déshéritées et surtout plus éloignées des centres de pouvoir. A grands traits, les contrastes séparent les plaines et leurs pôles irrigués (oasis, périmètres) des zones de plateaux et de montagnes¹⁰. Selon la disponibilité en eau souterraine, les politiques de développement agricole et rural ont favorisé dans les plaines à vocation pastorale la promotion de la petite irrigation pour encourager la sédentarisation des groupes nomades¹¹.

Sur les plateaux et dans les montagnes, des systèmes d'agriculture pluviale traditionnels très organisés et productifs perdurent (par exemple les *jessour*) ainsi que des systèmes d'élevages mobiles sur les espaces (résiduels) disponibles pour la pâture. Concernant les populations résidentes, ces espaces se caractérisent par une faible concentration

⁶ Ahouate L. et Tamehmacht Z. (2008), *Etude nationale Maroc, Repenser le développement rural en Méditerranée*, Actes de l'atelier régional sur l'agriculture et le développement rural durables, Bari, Italie, 8-11 mai 2008, MAP Technical Reports Series No. 172, PNUE Plan Bleu, pp. 521-565.

⁷ Elloumi M. (2006), « Les politiques de développement rural en Tunisie : acquis et perspectives » in Options Méditerranéennes n° A 71, *Politiques de développement rural durable en Méditerranée dans le cadre de la politique de voisinage de l'Union Européenne*, 55-67.

⁸ Elloumi M. et Jouve A.M. (2003), *Bouleversements fonciers en méditerranéen, des agricultures sous le choc de l'urbanisation et des privatisations*, Karthala-CIHEAM.

⁹ La grande hydraulique a aussi pour fonction l'alimentation en électricité.

¹⁰ Rafac (2000), *Agricultures familiales et développement rural en Méditerranée*, Karthala-CIHEAM.

¹¹ Génin D., Guillaume H., Ouessar M., Ouled Belgacem A., Romagny B., Sghaier M., Taâmallah H., (dir. scientifiques) (2006), *Entre Désertification et développement La Jeffara tunisienne*, Ed. Cérès, IRA, IRD, Tunis.

humaine, de faibles niveaux d'équipements et de services de base (éducation, santé) qui en font des régions marginalisées et de déprise agricole et humaine¹².

La migration vers d'autres régions et d'autres pays, autrefois analysée comme une assurance pour la collectivité rurale d'origine, est aujourd'hui présentée comme un risque de pertes économiques, environnementales mais aussi sociales ou culturelles : des risques liés à l'aggravation de la dégradation de terres abandonnées, à des concentrations de populations sans perspectives économiques dans des centres urbains engorgés, à des pertes en capital humain, en biodiversité, notamment domestique, ainsi qu'à savoir et savoir-faire spécifiques¹³.

Du point de vue environnemental, on dispose de travaux anciens et nombreux menés majoritairement par des géographes et des écologues sur la dégradation des parcours collectifs et la désertification. Ils montrent pour les steppes d'Afrique du Nord la modification de leurs formations végétales dans le sens d'une baisse de la diversité végétale, de la richesse spécifique et du couvert végétal (OSS, 2009¹⁴).

Dans l'ensemble de ces régions, la mise en culture pluviale ou irriguée de sols impropres à l'agriculture a engendré leur érosion rapide, tout comme le surpâturage et la déforestation, notamment dans les plaines à forte concentration humaine.

Eau, environnement, agriculture

Au Maroc et en Tunisie, la majorité des ressources en eau disponibles pour l'agriculture sont déjà mobilisées : 75% au Maroc (année 2007) et 80% en Tunisie (année 2000).

S'étendant sur une portion réduite de la surface agricole utile, l'agriculture irriguée contribue pour une part importante à l'économie du secteur primaire (tableau 2). Au Maroc, l'agriculture irriguée, source importante de devises et d'emplois, est tournée vers l'exportation¹⁵. En Tunisie, elle est plutôt orientée vers la satisfaction d'une demande nationale en lait, viande et céréales¹⁶.

Tableau 2 : L'agriculture irriguée dans l'économie du secteur primaire, Maroc et Tunisie

	% SAU*	% VA* agricole	% X* agricoles	% Emploi Rural
Maroc	13	45	75	33
Tunisie	7	35	20	27

*SAU : Surface Agricole Utile ; VA : Valeur Ajoutée ; X : exportations

Sources : Debbarh A. et Badraoui M., 2002 ; Zaïri et alii, 2003¹⁷.

¹² Voir Mohamed Aït-Kadi et Guillaume Benoit, « Le Pilier II du Plan Maroc Vert : pour des dynamiques d'adaptation de la petite agriculture au changement climatique », in Lettre de veille du CIHEAM n°12, Hiver 2010.

¹³ Requier-Desjardins M. (2008), « Social cost of desertification in Africa : the case of migration », (Lee C. and Schaaf T. Ed), *The Future of Drylands, proceedings of the International Scientific Conference on Desertification and Drylands Research*, Tunis, 19-21 June 2006 UNESCO Springer, pp.561-582.

¹⁴ OSS (2009), Indicateurs écologiques du Roselt/OSS désertification et biodiversité des écosystèmes circum-sahariens, *Collection les notes introductives de l'OSS*, n° 4.

¹⁵ Bachta M., Gherzi G. (coord) (2004), *Agricultures et alimentation en Méditerranée, les défis de la mondialisation*, CIHEAM, IRESA, Karthala.

¹⁶ Banque mondiale (2006), *Tunisie, examen de la politique agricole*, Rapport No. 35239-TN, Eau environnement et développement Social et Rural, Région Moyen-Orient et Afrique du Nord.

¹⁷ Voir : Debbarh A. et Badraoui M. (2002), « Irrigation et environnement au Maroc : situation actuelle et perspectives », in Marlet S. et Ruelle P. (éds. scientifiques), *Vers une maîtrise des impacts environnementaux de l'irrigation*, Actes de l'atelier du PCSI, 28-29 mai 2002, Montpellier, France, CEMAGREF, CIRAD, IRD, Cédérom. ; et Zaïri A., Slatni A., Mailhol J-C., Ruelle P., El Amami H. (2003), « L'irrigation de surface dans le contexte tunisien, perspectives d'amélioration sous différentes conditions de disponibilités en eau », *Actes du Séminaire international Technologies et méthodes modernes d'irrigation : recherche, développement et essais*, 14-19 Septembre 2003, Montpellier, AFEID.

Ces récentes années, le manque d'entretien des grands aménagements d'irrigation, l'industrialisation et l'urbanisation rapides à proximité des périmètres agricoles ainsi que la production agricole intensive ont conduit à créer de sérieux problèmes environnementaux. La plupart des barrages de grande et de moyenne tailles connaissent des problèmes d'envasement qui réduisent l'eau disponible pour l'agriculture et la production d'énergie¹⁸. L'industrialisation et l'urbanisation engendrent des baisses de qualité de l'eau agricole, voire des pollutions également sources de pertes économiques, en terme de quantité et de qualité de la production. Quelques cas de toxicité avec des risques sanitaires associés ont été relevés.

A l'échelle des périmètres ou des exploitations irrigués, peu de travaux intègrent à ce jour la dimension environnementale dans la mesure des performances économiques des systèmes irrigués¹⁹. Les études sont généralement centrées sur la salinisation et l'érosion des sols ainsi que sur les modes de drainage adéquats des eaux d'irrigation. Elles abordent de façon marginale la qualité des eaux d'irrigation, l'impact environnemental des intrants et le recyclage de l'eau utilisée. D'autres études conduisent à poser le débat en des termes contradictoires pour le futur : soit augmenter les quantités d'eau utilisées, soit accroître la salinité des sols et donc réduire la production²⁰. Ces travaux posent la question des modes de durabilité des modèles d'irrigation à petite et à grande échelle dans des régions soumises à de forts stress hydriques. Ils sont fondamentaux pour appuyer l'élaboration de stratégies d'adaptation de l'agriculture irriguée.

2. Le cas du Maroc

Les impacts des changements climatiques sur les rendements de l'agriculture marocaine

L'étude sur l'impact des changements climatiques au Maroc a été menée par un consortium d'institutions internationales (BM, FAO) et marocaine (DMN, INRA). Elle repose sur la traduction de projections climatiques réalisées préalablement (phase I du projet global) en projection de rendements agricoles (phase II correspondant à cette étude d'impact)²¹.

Le rapport réalisé présente les impacts des projections climatiques sur les rendements des principales cultures jusqu'en 2080, selon deux des six scénarios de développement du GIEC, les scénarios A2²² et B2²³. Il prend pour période de référence, les années 1961-2006. Il extrait et utilise les séries temporelles de données climatiques disponibles qui

¹⁸ Etudes de la banque mondiale (2003) sur le coût de la dégradation environnementale : République Tunisienne, 2003. *Evaluation de Coût de la Dégradation de l'Environnement*, rapport METAP, Banque Mondiale. Royaume du Maroc, 2003. *Evaluation du coût de la dégradation de l'Environnement*, rapport METAP, Banque Mondiale.

¹⁹ Le Grusse P., Mailhol J.C., Bouaziz A., Zaïri A., Raki M., Chabacas M., Djebbara M., Ruelle P., (2009), « Indicators and framework for analysing the technical and economic performance of irrigation systems at farm level », *Irrigation and drainage*, 58: 307-319.

²⁰ Belhouchette H., Braudeau E., Donatelli M., Mohtar R. H., Wery J., (2008), "Integrating spatial soil organization data with a regional agricultural management simulation model: a case study in northern Tunisia", *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, Vol.51(3) :1099-1109.

²¹ Les paragraphes suivants reposent sur le rapport réalisé et en constitue un résumé succinct et centré sur la question initiale de l'adaptation dans la perspective d'une comparaison avec l'étude Tunisie. Les phases suivantes prévues sont : impacts sur les ressources en eau, impacts économiques, et options politiques d'adaptation aux changements climatiques.

²² Scénario pessimiste de croissance démographique et d'inégalités économiques, de technologies polluantes et de protectionnisme

²³ Scénario optimiste basé sur des solutions locales permettant une viabilité économique, sociale et environnementale ; croissance démographique raisonnée, évolution technologique moins rapide et plus diversifiée, développement régionalisé et plus respectueux de l'environnement

sont nécessaires aux projections, ainsi que celles agronomiques permettant l'élaboration des modèles de rendement des cultures.

Lors de la première phase, les projections climatiques du GIEC disponibles à grande échelle ont été retranscrites à l'échelle des six zones agro écologiques du Maroc par le recours aux données fournies sur la période de référence 1961-2006 par les stations météorologiques nationales²⁴. Les projections obtenues indiquent sur tout le territoire une croissance progressive de l'aridité liée à la baisse de la pluviométrie et à l'augmentation de température ; ces phénomènes s'accéléreront après 2050. Ces variations seront comparativement moins marquées dans la zone saharienne du pays, actuellement la plus affectée par la variabilité climatique.

Lors de simulations réalisées, la variabilité obtenue sur la période de référence sous-estime la variabilité réelle des données temporelles disponibles, ce qui donne à penser que les projections futures sous-estiment également la variabilité climatique. De ce fait, les impacts sur les rendements pourraient être plus importants que ceux obtenus dans les scénarios de l'étude.

Le modèle de rendement est spécifique pour chaque type de culture et chaque zone agro-écologique. Il repose sur l'utilisation de coefficients de culture qui relient la demande en eau de la culture, l'évapotranspiration potentielle, le cycle de culture et le calendrier de la plantation (par décade)²⁵.

Les données disponibles par région sur la période de référence (ou par défaut à l'échelle nationale) sur les rendements permettent de tester chaque fonction de rendement. En plus de leur rôle dans la détermination des fonctions de rendement, les statistiques agricoles aident à déterminer l'impact de la technologie sur les rendements.

Les projections climatiques introduites dans chaque modèle agronomique spécifique ont conduit au développement de scénarios de rendements à quatre horizons de temps (2006, 2030, 2050, 2080) et pour chaque région du pays.

Jusqu'en 2030, les effets du changement climatique sont peu perceptibles dans le pays, pour les deux simulations et les différents types de culture. En revanche, les chutes de rendements sont abruptes à partir de 2030, plus marquées dans le scénario A2 que dans le scénario B2.

Sur un plan spatial, les résultats montrent que les zones favorables et intermédiaires du pays, c'est-à-dire les zones agro écologiques les plus propices à l'agriculture (façade nord et centre ouest) sont les plus vulnérables aux impacts des changements climatiques. Par type de culture, ce sont les cultures pluviales qui connaissent les chutes de rendement les plus dramatiques dans toutes les régions.

Ces résultats sont obtenus en considérant un état technologique inchangé d'une part (pas de contribution du progrès technique à une augmentation de rendement dans les simulations) et une absence de restriction en eau pour les cultures irriguées d'autre part. En effet, aucun stress hydrique n'a pu être modélisé pour les cultures irriguées du fait d'un manque de données disponibles et homogènes sur les conditions réelles d'irrigation. C'est pourquoi la plupart des cultures irriguées connaissent des hausses de rendement concomitantes aux pressions climatiques sur l'ensemble des simulations.

²⁴ Zones favorables, intermédiaires, défavorable sud du Nord au Sud sur la partie ouest ; défavorable Oriental et saharienne à l'est ; de montagne au centre du pays. Voir FAO (2006), *Utilisation des engrais par culture au Maroc*, Rome, FAO, chapitre 3.

²⁵ Lors des simulations on agrège les cultures qui ont les mêmes coefficients (blé dur et tendre et orge, ou maïs, tournesol et sorgho).

Les résultats obtenus par type de culture forment six groupes distincts du point de vue des impacts du changement climatique. En considérant le niveau de technologie actuel, le rapport indique qu'après 2030 :

- Deux groupes de cultures vont bénéficier du changement climatique : un groupe hétérogène de cultures irriguées et un autre composé des cultures de fruits et légumes irrigués.
- Quatre groupes de culture vont être pénalisés par le changement climatique: fourrages et légumes modérément à partir de 2030 ; céréales et légumes pluviaux avec une chute de 5% de rendement en 2050 ; blé et orge pluviaux avec des chutes de 20% de rendement à partir de 2050 ; cultures pluviales d'hiver qui perdront plus de 30% de rendement après 2050 et qui incluent les céréales, les légumes et les cultures oléagineuses²⁶.

Le progrès technologique ou l'adaptation de l'agriculture marocaine aux impacts des changements climatiques

Outre la mise en évidence d'une vulnérabilité plus grande des zones propices à l'agriculture du pays (zones favorable et intermédiaire) le rapport montre aussi qu'en considérant des améliorations technologiques équivalentes à celles observées depuis les années 1960, les chutes de rendements auparavant observées disparaissent. Le progrès technologique, traduit dans les simulations en accroissement annuel de rendement compense donc les effets du changement climatique. Les hausses de rendements pour les cultures irriguées sont encore plus élevées dans ces simulations.

Le terme progrès technologique recouvre en fait une gamme diversifiée d'améliorations relevant de différents domaines (savoirs, actions et politiques) : amélioration de variétés culturales donc progrès de la recherche, mécanisation donc intensification et possibilité d'investissement dans les exploitations voire propriété foncière adéquate, modèles traditionnels combinant d'agricultures pluviales et irriguées donc valorisation de savoirs endogènes, gestion des exploitations donc éducation et professionnalisation de l'agriculture, innovations institutionnelles.

Ces éléments, non exhaustifs et hétérogènes relèvent de la technologie, du développement social, des lois, ou de l'économie agricole ; ils ne sont pas inventoriés, analysés, ni confrontés par exemple aux réalités courantes. On ne sait rien de leurs possibles combinaisons ou synergies.

Ce « progrès technologique » figure dans le rapport comme le point de départ d'une réflexion sur l'adaptation de l'agriculture au changement climatique. En ce sens, il laisse ouverte la question de la définition de l'adaptation en précisant que ce sera, dans la perspective d'élaboration d'une stratégie d'adaptation, un objet majeur des futurs rapports à venir. Le rapport ne livre donc pas d'orientations explicites pour des politiques à venir. Cependant, plusieurs remarques peuvent être faites à partir des résultats présentés.

Premièrement, ce qui ressort clairement du point de vue de l'action et des priorités d'adaptation serait de favoriser l'investissement dans les zones favorables et intermédiaires, car elles sont les plus vulnérables aux impacts des changements

²⁶ Parmi ces groupes, le plus homogène est aussi le mieux réparti sur le territoire, il s'agit des cultures irriguées avantagées par le changement climatique ; le groupe le plus cohérent est ensuite celui des céréales et les légumes pluviaux affectés à partir de 2050. Ce groupe est surtout présent dans les zones favorables et intermédiaires.

climatiques. Ce sont aussi les régions plus productives et les riches en terres fertiles. Et de surcroît celles qui ont bénéficié des investissements les plus conséquents dans l'agriculture.

Cet argument ne tient cependant pas compte des équilibres spatial et social : des risques d'insécurité alimentaire et des migrations accrues en provenance des régions plus marginales économiquement pourraient accroître la pression sur les ressources dans les régions les plus favorables et créer des formes nouvelles d'instabilité. Ces points pourront être rapprochés de la mise en œuvre effective du Plan Maroc Vert pour l'agriculture et notamment de la répartition des investissements qui sera faite, en terme spatial d'une part, et entre agriculture irriguée et pluviale d'autre part.

Deuxièmement, le progrès technologique serait la solution pour les cultures pluviales. La production pluviale dans le pays contribue pour beaucoup à la sécurité alimentaire de nombreuses exploitations familiales. Reste à savoir de quoi sera fait ce progrès technologique pour les cultures pluviales, à quels publics et types d'exploitations il sera adapté et comment sera mis en œuvre. Les enjeux de la définition du progrès technologique durable sont à la fois sociaux, économiques et environnementaux.

Troisièmement, les résultats optimistes obtenus sur les possibilités de croissance de la production en irrigué sous contraintes climatiques pourraient renforcer l'idée que l'agriculture irriguée sera une donnée essentielle du futur agricole.

L'agriculture irriguée apparaît certes comme la forme d'agriculture la moins vulnérable dans le rapport, compte tenu des baisses de rendement de l'agriculture pluviale dès l'horizon 2030. Mais l'enjeu est aussi économique : les cultures d'exportation sont généralement irriguées ; les revenus des exploitants sont 4 à 8 fois supérieurs à ceux des agriculteurs en pluvial²⁷. Enfin, en considérant l'hypothèse de non restriction de l'eau introduite dans les modèles de rendement, l'agriculture irriguée permettrait en effet de contrôler l'apport en eau des cultures dans un contexte de variabilité croissante.

Cependant, une grande incertitude demeure sur la disponibilité à venir en eau d'irrigation. En effet, certaines régions marocaines (par exemple le Souss-Madras dans la province de Ouarzazate) connaissent déjà des pénuries d'eau alarmantes pour l'agriculture. Concernant les risques d'insécurité alimentaire qui en découlent, le Maroc a récemment développé un système national d'alerte, un bulletin d'informations prévisionnel basé notamment sur les prévisions pluviométriques pour anticiper ces problèmes.

Finalement, les résultats du modèle indiquent surtout la nécessité de mieux connaître les contraintes d'irrigation (disponibilité, gestion institutionnelle) pour pouvoir simuler l'évolution réelle des cultures irriguées et travailler à de nouvelles formes d'irrigation et d'exploitations associant espaces pluviaux et irrigués²⁸.

En l'état, l'idée d'une priorité combinant un effort à opérer dans la gestion et dans l'économie de l'eau agricole et un autre portant sur les régions vulnérables (qui sont les plus irriguées) conduirait à renforcer les déséquilibres spatio-socio-économiques en accentuant probablement la marginalisation des régions pluviales les plus excentrées, l'accélération de la dégradation de leurs terres et *in fine*, la déprise agricole.

²⁷ Belghiti M. (2005), « Valorisation de l'eau et tarification dans les périmètres de grande hydraulique au Maroc », in Hammani A., Kuper M., Debbarh A., (eds.) *La modernisation de l'agriculture irriguée, Actes du séminaire euro-méditerranéen*, Projet INCO-WADEMED, IAV HII, Rabat, tome 2, 85-98.

²⁸ De nombreux travaux existent sur les évolutions institutionnelles de la gestion de l'eau et sur leurs impacts socio-économiques.

3. Le cas de la Tunisie

Stratégie de l'adaptation tunisienne et des écosystèmes aux changements climatiques

L'étude de la Tunisie sur les impacts des changements climatiques sur l'agriculture et l'environnement a été réalisée en partenariat avec la coopération allemande (GTZ).²⁹. Nous développons ici uniquement les aspects permettant la comparaison des situations respectives des deux pays, en terme de vulnérabilité de leur monde rural aux changements climatiques. La stratégie d'adaptation formulée, en particulier, n'est pas reprise dans ce texte³⁰.

Le travail est basé sur une modélisation des changements climatiques entendus comme le « changement persistant des valeurs moyennes et de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes », les deux indicateurs retenus pour l'analyse des simulations. Les projections ont lieu sur les horizons 2020, 2030 et 2050 en prenant pour période de référence 1961-1990.

Le modèle utilisé est régionalisé. Il présente des résultats différenciés pour le nord, le centre et le sud de la Tunisie. Ces trois régions en effet ont des caractéristiques naturelles et socio-économique différentes : le sud est la zone semi-aride à aride sur la frange du désert, dans laquelle dans les plaines, les cultures annuelles en céréales pluviales ne produisent qu'une année sur deux ou trois du fait de la contrainte pluviométrique; le nord comprend la zone côtière ou littorale, composée des plaines les plus arrosées et les plus fertiles du pays. Ces régions offrent, outre des écosystèmes (et donc une biodiversité) différents, des modes d'exploitation des terres souvent distincts (cas des oasis au sud).

Les résultats des projections climatiques montrent que les deux régions du centre et du sud connaîtront les situations climatiques les plus stressantes pour leurs écosystèmes et leurs agricultures : variations de température et de précipitations de plus en plus défavorables selon le gradient nord-sud, fréquence accrue des sécheresses par rapport à la période de référence.

Sur l'ensemble du pays, les impacts de ces projections sur la disponibilité en eau se traduiront essentiellement par la baisse des ressources en eau souterraine (-28%) et de la qualité (salinité) de l'eau disponible. Les ressources en eau de surface seront légèrement affectées (-5%). Concernant les écosystèmes, les forêts du nord du pays feront face à des risques de grands incendies tandis que la chute de la résilience des écosystèmes engendrera la dégradation des sols, le déclin des produits traditionnels et l'appauvrissement des services écologiques.

Enfin, les agrosystèmes et le secteur agricole verront les cultures pluviales et irriguées de plaine ainsi que l'élevage et les cultures oasiennes affectées par ces modifications climatiques. Le modèle a simulé les impacts des événements extrêmes pour mesurer les baisses de rendement des différentes productions agricoles : des sécheresses de deux ans au nord et au centre et de trois ans au sud et des inondations. Il envisage pour chaque simulation, par culture et de façon spatialisée un scénario climatique favorable (pluviométrie) et un scénario climatique critique (sécheresse/inondations).

Pour étudier l'effet conjoint de deux types d'aléas, climatique et économique, le modèle teste différentes hypothèses d'ouverture de l'économie tunisienne, engagée dans un

²⁹ La stratégie d'adaptation est détaillée dans la Note d'alerte du CIHEAM n° 64. Baccouri M. (2009), « Adaptation de la politique agricole en Tunisie aux changements climatiques », *Les notes d'alerte du CIHEAM*, n°64, décembre 2009.

³⁰ Les paragraphes suivants sont tirés de la synthèse GTZ (2006), « Stratégie nationale d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes aux changements climatiques », Tunisie.

processus de libéralisation de son agriculture. Ce choix permet de voir si les prévisions retenues à l’horizon 2016 par le planificateur pourront être respectées compte tenu des impacts attendus des changements climatiques. Les résultats obtenus, quelque soit le scénario d’ouverture économique, montrent d’abord que les baisses attendues de la production ne permettront pas la réalisation de la croissance anticipée par le planificateur pour 2016. Ces baisses de production concerneront surtout le centre et le sud du pays (oasis).

Aux horizons 2030 et 2050, les productions oléicoles pluviales vont chuter de 50% au centre et au sud après la succession d’années de sécheresse, et augmenter de 20% en année favorable. La chute de la production s’accompagnera d’une réduction de 50% des surfaces cultivées. Après plusieurs années de sécheresse, le cheptel connaîtra une baisse d’effectifs pouvant atteindre 80% au sud et au centre et 20% au nord. La hausse de rendement attendue les années favorable sera de 10%. Enfin, pour la céréaliculture, la succession d’années sèche engendrera une réduction des superficies céréalières au sud et au centre, de l’ordre de 16% en 2016 et de 20% en 2030 ; des inondations provoqueront des chutes de production des cultures céréalière irriguées, de l’ordre de 13% sur ces deux horizons. En année favorable, la hausse de rendement en pluvial sera de 20%.

Ainsi, certaines activités agricoles, voire des exploitations aujourd’hui compétitives pourraient ne pas résister dans l’avenir aux impacts des changements climatiques. Un résultat lourd de risques pour l’économie agricole et par voie de répercussion pour les équilibres sociaux du pays.

4. Poursuivre et dynamiser l’adaptation au changement climatique

Le travail mené en Tunisie est antérieur de plusieurs années à l’étude Maroc et de ce fait, plus connecté à la sphère décisionnelle des politiques de développement : en effet, il est complété non seulement par la stratégie d’adaptation, mais aussi par des projections sectorielles, par la stratégie nationale intégrée et par des stratégies d’adaptation thématiques. Pour le Maroc, il s’agit d’un premier travail d’évaluation des impacts attendus du changement climatique sur la production agricole.

Les deux études sont aussi distinctes dans leur méthode et dans la présentation de leurs résultats, qui sont plus détaillés dans l’étude du Maroc. Cependant, dans les deux cas, les travaux se sont attachés à tester un scénario optimiste et un autre pessimiste. Au Maroc, la différence repose sur l’existence ou non d’un progrès technologique tout au long de la simulation et le progrès technologique interroge directement les formes possibles d’adaptation de l’agriculture marocaine ; en Tunisie, ce sont les contrastes entre l’incidence de la fréquence d’évènements extrêmes (sécheresse/inondations) et celle d’années favorables sur la production qui sont testés.

En Tunisie, les résultats indiquent que les effets des changements climatiques sont pratiquement déjà perceptibles et modifieront les prévisions économiques à l’horizon 2016 du planificateur. Il faut attendre 2030 au Maroc pour constater des impacts qui seront significatifs dès cette date (en l’absence de progrès technique). 2030 est en effet un moment de rupture dans l’intensité des impacts attendus : soit ils deviennent tangibles (Maroc) soit ils s’accroissent (Tunisie).

Dans les deux études, la vulnérabilité concerne surtout les cultures pluviales : au Maroc, les légumes, céréales (blé et orge), fourrage et oléagineux en pluvial ont les rendements les plus affectés ; en Tunisie, l’oléiculture, l’arboriculture en sec, l’élevage (selon les fourrages disponibles) et les céréales pluviales connaissent les chutes de production les plus élevées.

La différence majeure entre les résultats des deux études est liée à la spatialisation des résultats : en Tunisie les impacts attendus sur la production seront les plus critiques dans les régions les plus sèches, au centre et au sud du pays ; au Maroc, ce sont les régions les plus propices à l'agriculture qui seront les plus affectées.

Pour deux pays qui connaissent des climats et des situations naturelles que l'on juge souvent proches, ainsi que des agricultures semblables, cette disparité dans les résultats ne manque pas d'étonner. Bien sûr, il faudrait examiner dans le détail les méthodes et les hypothèses des modèles utilisés pour tenter de comprendre cette quasi-opposition dans les résultats affichés.

Le caractère très agronomique du travail réalisé au Maroc explique sans doute pour partie cette différence. Ce centrage sur les cultures peut se comprendre du fait de l'importance de l'agriculture en tant que secteur économique stratégique notamment pour les exportations. Il peut notamment justifier des choix d'investissement dans telles productions et à partir d'une analyse associant les perspectives des prix mondiaux et les perspectives climatiques.

Du point de vue spatial, ce sont les régions les plus impliquées dans la contribution à la valeur ajoutée agricole nationale qui logiquement ont le plus à perdre en terme d'impact des changements climatiques du point de vue de la baisse de leur produit agricole. Elles sont aussi, contrairement aux régions plus sèches, moins accoutumées à gérer la variabilité des températures et des précipitations (pratiques agricoles, variétés culturales etc.). Ce raisonnement économique qui prolonge les résultats agronomiques ne tient évidemment pas compte de la question des populations rurales, ni de l'avenir des petites et moyennes exploitations agricoles, en particulier dans les régions d'agriculture pluviale et arides, c'est-à-dire des aspects sociaux de l'agriculture des zones arides. Enfin, la question des phénomènes extrêmes est n'est pas non plus abordée, ni celle des impacts environnementaux liés aux changements climatiques.

Au Maroc et en Tunisie, les changements climatiques vont avoir des impacts diversifiés sur les écosystèmes et l'agriculture, mais aussi en termes de perte en capital humain liée à l'abandon de terres et aux migrations. Ils pourraient aussi affecter d'autres secteurs par la combinaison de chaînes d'impacts difficiles à prévoir.

Dans le cas de l'étude Maroc, les choix et les compromis à réaliser pour l'élaboration de stratégies d'adaptation seront explicités dans les phases à venir. Ils nécessiteront que soit préalablement éclairée la notion de progrès technologique qui est présentée dans l'étude comme la solution permettant de compenser les chutes de rendement et de production agricoles tout au long des simulations.

En modélisant l'impact des projections climatiques sur l'état futur des ressources et des écosystèmes (et notamment des ressources en eau cruciales à l'agriculture) ainsi que sur les principales cultures pluviales, la Tunisie a adopté une démarche moins sectorielle et donnant une vision plus large des territoires affectés et des enjeux liés aux changements climatiques. Les résultats se prêtent plus facilement à des actions de développement rural régionalisé³¹.

Cependant, ni l'une ni l'autre des deux études ne modélise spécifiquement l'impact des projections climatique sur la réduction des ressources en eau disponibles pour l'agriculture irriguée. Presque absent de l'étude Tunisie, et présent sous les conditions les plus optimistes (et peu réalistes) dans l'étude Maroc, l'avenir de l'agriculture irriguée en contexte de changements climatiques reste de ce fait largement ignoré.

³¹ En revanche, ils sont moins accessibles dans la synthèse du point de vue scientifique.

Un constat étonnant pour qui connaît la dimension stratégique de cette agriculture dans les deux pays, ainsi que la multiplicité des travaux de recherche qui sont conduits sur ce thème. D'une part, le passage d'une politique de l'offre à une politique de la demande a bouleversé les modes de gestion de l'eau irriguée ; d'autre part, les analyses portant sur les impacts environnementaux de l'agriculture irriguée et les approches en terme d'économie et de recyclage de l'eau agricole sont des champs d'investigation en plein développement³².

Ainsi, l'intérêt manifeste de ces deux études est peut-être tout autant à venir, dans les réflexions et les travaux qu'ils vont engendrer ainsi que dans les politiques respectives qui seront adoptées et mises en œuvre à leur suite.

Références bibliographiques

Aït-Kadi M. et Benoit G., « Le Pilier II du Plan Maroc Vert : pour des dynamiques d'adaptation de la petite agriculture au changement climatique », in *Lettre de veille du CIHEAM* n°12, Hiver 2010.

Ahouate L. et Tamehmacht Z. (2008), *Etude nationale Maroc, Repenser le développement rural en Méditerranée*, Actes de l'atelier régional sur l'agriculture et le développement rural durables, Bari, Italie, 8-11 mai 2008, MAP Technical Reports Series No. 172, PNUE Plan Bleu, pp. 521-565.

Bachta M. et Gherzi G. (coord) (2004), *Agricultures et alimentation en Méditerranée, les défis de la mondialisation*, CIHEAM, IRESA, Karthala.

Baccouri M. (2009), « Adaptation de la politique agricole en Tunisie aux changements climatiques », *Les notes d'alerte du CIHEAM*, n°64, décembre 2009.

Banque mondiale (2003), *République Tunisienne, Evaluation de Coût de la Dégradation de l'Environnement*, rapport METAP.

Banque mondiale (2003), *Royaume du Maroc, Evaluation du coût de la dégradation de l'Environnement*, rapport METAP.

Banque mondiale (2006), *Tunisie, examen de la politique agricole*, Rapport No. 35239-TN, Eau environnement et développement Social et Rural, Région Moyen-Orient et Afrique du Nord.

Belghiti M. (2005), « Valorisation de l'eau et tarification dans les périmètres de grande hydraulique au Maroc », in Hammani A., Kuper M., Debbarh A., (eds.) *La modernisation de l'agriculture irriguée, Actes du séminaire euro-méditerranéen*, Projet INCO-WADEMED, IAV HII, Rabat, tome 2, 85-98.

Belhouchette H., Braudeau E., Donatelli M., Mohtar R. H., Wery J., (2008), "Integrating spatial soil organization data with a regional agricultural management simulation model: a case study in northern Tunisia", *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, Vol.51(3) :1099-1109.

CIHEAM (2008), *Mediterra 2008, Les futurs agricoles et alimentaires en Méditerranée*, rapport annuel du CIHEAM, Les Presses de SciencesPo.

CIHEAM-Plan Bleu (2009), *Mediterra2009, Repenser le développement rural en Méditerranée*, rapport annuel CIHEAM-Plan Bleu, Les Presses de SciencesPo.

Debbarh A. et Badraoui M. (2002), « Irrigation et environnement au Maroc : situation actuelle et perspectives », in Marlet S. et Ruelle P. (éds. scientifiques), *Vers une maîtrise des impacts*

³² Les études de la Banque mondiale sur le coût de la dégradation environnementale (2003) indiquaient un manque de données sur les questions de perte en eau, d'impact environnemental de l'irrigation, de qualité de l'eau et son incidence sur les écosystèmes. En schématisant, les améliorations possibles concernent d'abord l'entretien des grands et moyens aménagements hydrauliques, notamment en amont (contrôle des alluvions) et la gestion institutionnelle à cette échelle de l'eau agricole (distribution, qualité), l'accroissement d'efficacité dans l'utilisation de l'eau; enfin, l'amélioration des variétés culturales. Dans les périmètres réduits d'irrigation, l'association de modes d'exploitations des terres en irriguée et en pluvial.

environnementaux de l'irrigation, Actes de l'atelier du PCSI, 28-29 mai 2002, Montpellier, France, CEMAGREF, CIRAD, IRD, Cédérom.

Elloumi M. et Jouve A.M. (2003), *Bouleversements fonciers en méditerranéen, des agricultures sous le choc de l'urbanisation et des privatisations*, Karthala-CIHEAM.

Elloumi M. (2006), « Les politiques de développement rural en Tunisie : acquis et perspectives » in Options Méditerranéennes n° A 71, *Politiques de développement rural durable en Méditerranée dans le cadre de la politique de voisinage de l'Union Européenne*, 55-67.

FAO (2006), *Utilisation des engrais par culture au Maroc*, Rome, chapitre 3.

Génin D., Guillaume H., Ouassar M., Ouled Belgacem A., Romagny B., Sghaier M., Taâmallah H., (dir. scientifiques) (2006), *Entre Désertification et développement La Jeffara tunisienne*, Ed. Cérès, IRA, IRD, Tunis.

GTZ (2006), « Stratégie nationale d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes aux changements climatiques », Tunisie.

IDDDRI (2009), *La Méditerranée au futur, des impacts du changement climatiques aux enjeux de l'adaptation*, Rapports & briefing papers.

Jouve A.M. (dir.) (2001), *Terres méditerranéennes, le morcellement, richesse ou danger?* Khartala-CIHEAM.

Le Grusse P., Mailhol J.C., Bouaziz A., Zaïri A., Raki M., Chabacas M., Djebbara M., Ruelle P., (2009), « Indicators and framework for analysing the technical and economic performance of irrigation systems at farm level », *Irrigation and drainage*, 58: 307-319.

NATO (2009), *Water scarcity, Land Degradation and Desertification in the Mediterranean Region, Environmental and Security Aspects*, NATO Science for Peace and Security Series - C Environmental Security, Springer.

OSS (2009), « Indicateurs écologiques du Roselt/OSS désertification et biodiversité des écosystèmes circum-sahariens », *Collection les notes introductives de l'OSS*, n° 4.

Rafac (2000), *Agricultures familiales et développement rural en Méditerranée*, Karthala-CIHEAM.

Requier-Desjardins M. (2008), « Social cost of desertification in Africa : the case of migration », (Lee C. and Schaaf T. Ed), *The Future of Drylands, proceedings of the International Scientific Conference on Desertification and Drylands Research*, Tunis, 19-21 June 2006 UNESCO Springer, pp.561-582.

Zaïri A., Slatni A., Mailhol J-C., Ruelle P., El Amami H. (2003), « L'irrigation de surface dans le contexte tunisien, perspectives d'amélioration sous différentes conditions de disponibilités en eau » in Actes du Séminaire international *Technologies et méthodes modernes d'irrigation : recherche, développement et essais*, 14-19 Septembre 2003, Montpellier, AFEID.



Le CIHEAM a été créé, à l'initiative conjointe de l'OCDE et du Conseil de l'Europe, le 21 mai 1962.

C'est une organisation intergouvernementale qui réunit aujourd'hui treize Etats membres du bassin méditerranéen (Albanie, Algérie, Egypte, Espagne, France, Grèce, Italie, Liban, Malte, Maroc, Portugal, Tunisie et Turquie).

Le CIHEAM se structure autour d'un secrétariat général situé à Paris et de quatre Instituts agronomiques méditerranéens (Bari, Chania, Montpellier et Saragosse).

Avec au cœur de sa mission de coopération trois grandes activités complémentaires (formations spécialisées post-universitaires, recherches en réseau et animation du débat politique régional), le CIHEAM s'est progressivement imposé comme une référence dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation et du développement rural durable en Méditerranée.

A propos de l'Observatoire du CIHEAM

L'Observatoire méditerranéen du CIHEAM est un instrument d'analyse et de débat sur l'agriculture, le monde rural et l'alimentation en Méditerranée.

Les propos tenus dans les notes d'alerte et les notes d'analyse qui y sont publiées engagent la responsabilité de leurs auteurs, et en aucun cas celle du CIHEAM.

www.ciheam.org