



Watch Letter



CIHEAM

N° 37

Mediterranean Agriculture and Climate Change

Impacts, adaptations, solutions



www.ciheam.org
International Centre for Advanced
Mediterranean Agronomic Studies

September 2016



About CIHEAM

Created in 1962, CIHEAM is a Mediterranean organization which works for improving sustainable agriculture and fisheries, for ensuring food and nutrition security and for developing rural and coastal territories capacities. The organization gathers 13 Member States from both shores of the Mediterranean (Albania, Algeria, Egypt, France, Greece, Italy, Lebanon, Malta, Morocco, Portugal, Spain, Tunisia and Turkey) and works with several international and regional institutions.

We strongly believe that a Mediterranean that listens, acts and prepares a better future for the younger generations exists. We contribute to promoting solutions that lead to human development and sustainable growth and we work to strengthen intercultural dialogue.

Closely related to the peculiar needs of the countries, our actions rely on a bottom-up collaboration and a problem-solving approach. With our member states, public and private partners and academics we strive to meet the 4 following challenges:

- Struggling against “triple waste” (Knowledge-Natural Resources-Food);
- Boosting sustainable agriculture and Food;
- Investing in new generations and marginal territories;
- Preventing risks and managing tensions.

The CIHEAM pursues this cooperation mission through its 4 Institutes based in Bari (Italy), Chania (Greece), Montpellier (France), and Zaragoza (Spain), but also the Headquarters located in Paris (France).

The Watch Letter

This Quarterly Letter has been published since 2007 and is devoted to major topics in Mediterranean Agriculture, Food and Environment.

While enabling the CIHEAM to gain a widespread recognition, it circulates analyses aimed at a heterogeneous public (policymakers, researchers, journalists, etc.) on emerging agricultural and food issues. The objective of the *Watch Letter* is to provide brief analyses which will fuel both the discussion on the Mediterranean and the broader global debate on food and agriculture.

The CIHEAM Headquarters is responsible for the direction and the management of this bilingual publication (English and French).

Watch Letter's Organization Chart

Editorial Director

Cosimo Lacirignola (CIHEAM Secretary General)

Editor in Chief

Sébastien Abis (CIHEAM, Administrator)

Editorial Staff

Yasmine Seghirate (CIHEAM, Communication Manager)

Aurore Benassy (CIHEAM, Consultant)

Scientific Committee

Felice Adinolfi (Italy)

Louis F. Cassar (Malta)

Tatjana Dishnica (Albania)

Bernard Pecqueur (France)

Nahla Hwalla (Lebanon)

Malika Fadila Hamana Korichi (Algeria)

Mongi Sghaier (Tunisia)

Watch Letter N°37

Collaborators in this Issue

Elizabeth Grech, Nicola Lamaddalena, Marie-Hélène Le Hénaff, Mahmoud Medany, Mohammed Sadiki

Opinions, data and facts exposed in this issue are those of the authors and do not engage either CIHEAM or Member Countries.

ISSN 2114-3129

© CIHEAM, 2016

Reproduction in whole or in part is not permitted without the consent of CIHEAM

How to quote this document:

Mediterranean Agriculture and Climate Change. Impacts, adaptations, solutions.
Paris: CIHEAM, September 2016 - Watch Letter n°37

Contact & Subscription

CIHEAM, General Secretariat

11 rue Newton, 75116 Paris, France

+33 (0)1 53 23 91 00

watch.letter@ciheam.org

To subscribe to this publication register on ciheam.org

All the Watch Letters are available in free access on the CIHEAM Website



CIHEAM

Sharing Knowledge, Feeding Future



CIHEAM STRATEGIC AGENDA 2025

OUR MISSIONS



Table of Contents

Editorial

Cosimo Lacirignola (*CIHEAM Secretary General*)

Interview

S.E. Aziz Akhannouch (*Ministre de l'agriculture et de la pêche maritime au Royaume du Maroc*)

Climate Change and the Mediterranean Agriculture: Expected Impacts, Possible Solutions and the Way Forward

Mladen Todorovic (*CIHEAM-Bari*)

Climate Change and Food Security: Risks and Responses

Alexandre Meybeck (*Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO*)

Vincent Gitz (*Centre international de recherche sur l'environnement et le développement, CIREN*)

Climate Change and Mediterranean Soils Management

Pandi Zdruli (*CIHEAM Bari*)

Assurer le secteur agricole face aux changements climatiques

Alice Pauthier (*Consultante indépendante, France*)

Adoption of the Mediterranean Strategy for Sustainable Development 2016-2025

Investing in Environmental Sustainability to Achieve Social and Economic Development

Julien Le Tellier, Nelly Bourlion (*Mediterranean Action Plan, Blue Plan*)

L'oléiculture face aux changements climatiques en Méditerranée

Francesco Serafini (*Conseil oléicole international, COI*)

Understanding and Reducing Yield Gap Under Mediterranean Climate - Searching for Adapted Wheat Varieties

Ana Sofia Almeida, Benvindo Maçãs, José Coutinho, Rita Costa, Nuno Pinheiro, Conceição Gomes, João Coco, Armindo Costa, Ana Bagulho (*National Institute for Agrarian and Veterinary Research, INIAV, Portugal*)

Stéphane Jézequel (*Arvalis – Institut du Végétal, France*)

Contribution des micro-algues au développement durable dans la région méditerranéenne

Jean-Louis Rastoin, Kelly Robin (*Institut de prospective économique du monde méditerranéen, IPEMED*)

Agriculture and Water Management Strategies over a Range of Mediterranean Climate Conditions

Paulo Brito da Luz (*National Institute of Agrarian and Veterinary Research, INIAV, Portugal*)

Impact du changement climatique sur les territoires ruraux au Sud et à l'Est de la Méditerranée

Hervé Maurice Lévite (*Center for Mediterranean Integration, World Bank*)

Climate Change: Impacts and Responses for Sustainable Agriculture in Egypt

Mahmoud Medany (*Climate Change Information Center and Renewable Energy, CCICRE, Egypt*)

Comment gérer les épisodes de sécheresse au Maroc ? Quelques enseignements de l'expérience 2016

Mohammed Sadiki (*Ministère de l'Agriculture et de la pêche maritime, Maroc*)

Agriculture and Climate Change in Turkey

Inci Tekeli (*Climate Change and Watershed Research Group Coordinator Soil and Water Resources Department, Turkey*)

Les produits de la finance agricole pour le développement durable : expérience du Groupe Crédit Agricole du Maroc

Leïla Akhmissse, Mariem Dkhil (*Groupe Crédit Agricole du Maroc pour le Développement Durable*)

L'initiative 4 pour 1000: les sols pour la sécurité alimentaire et le climat

Murielle Trouillet (*Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, France*)

Hervé Saint-Macary (*Centre de coopération internationale en Recherche agronomique pour le développement, CIRAD*)

From Climate Perception to Action: Strategic Adaptation for Small Island Farming Communities – a Focus on Malta

Charles Galdies (*University of Malta*)

« Beef Carbon », un plan carbone européen pour la viande bovine

Josselin Andurand, M. Jean-Baptiste Dollé (*Institut de l'élevage, France*) et Caroline Guinot (*Association nationale inter-professionnelle du bétail et des viandes, INTERBEV, France*)

Relever le triple défi « adaptation, atténuation et sécurité alimentaire » en Méditerranée et en Afrique de l'Ouest

Guillaume Benoit (*Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des forêts, France*)

Climatic Changes : Scenarios and Strategies for the Livestock Sector in Portugal

Olga Conde Moreira, Nuno Carolino, Carlos Belo (*Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, INIAV, Portugal*)

Valorisation de l'eau d'irrigation dans le Bassin du Système aquifère du Sahara septentrional

Maxime Thibon (*Observatoire du Sahara et du Sahel, OSS, Tunisie*)

Climatic Changes and their Impact on Crop Water Productivity Under Limited Water Resources in Egypt

Samia El Marsafawy (*Soil, Water and Environment Research Institute, SWERI ; Agricultural Research Center, ARC, Egypt*)

Effects of Climate on Mediterranean Fisheries: the Balearic Islands, Spain, as a case study

Pere Oliver, Antoni Quetglas, Enric Massutí (*Instituto Español de Oceanografía, Centre Oceanogràfic de les Balears, Spain*)

Nature et agriculture : l'Algérie fait de son mieux

Samira Bourbia (*Journaliste, Algérie*)

Spain and the Climate Change Issue

Ines Minguez Tudela (*Research Centre for the Management of Agricultural and Environmental Risks, Spain*)

Une nouvelle politique agricole tunisienne pour relever les défis de la durabilité

Leïth Ben Becher (*Syndicat des Agriculteurs de Tunisie, SYNAGRI*)

Supporting the Adaptation of the Portuguese Agriculture to Climate Change

Rui Rosario (*Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, INIAV, Portugal*)

Etude de l'impact de la réduction des pesticides sur le rendement du blé en France

Nicolas Urruty (*PhD Student Institut national de recherche agronomique, INRA, France*)

L'agriculture tunisienne face aux changements climatiques

Raoudha Gafrej (*Ministère de l'Enseignement supérieur, Tunisie*)

Editorial

Cosimo Lacirignola
CIHEAM Secretary General



Six months after the signing of the Paris Agreement by 175 countries in April 2016, Morocco is about to host the next Conference of the Parties in the United Nations Framework Convention on Climate Change, the COP 22 which is aimed at transforming the Paris commitments in concrete actions for the planet. This is indeed the wish expressed by the Moroccan Kingdom. This COP must be one of innovation and solutions in terms of adaptation and mitigation of climate change impacts. Once again, the handover between France and Morocco highlights the pivotal role that the Mediterranean plays in terms of climate cooperation.

There is a strong Mediterranean cooperation revolving around climate but also the common will of France, Morocco and several States of the region, to place agriculture at the centre of debates. Since the formulation of the national contributions for the COP 21 (INDC), the themes of agriculture and food have been given an important place in the solutions supported by the States. Several agricultural programmes and proposals have been presented during the COP 21, such as the initiative *4 pour 1000* on soils launched by France. On the occasion of the COP 22 in Marrakesh, it is Morocco's turn to present three agricultural initiatives set to provide practical solutions to climate challenges; the AAA initiative for Agriculture, Africa and Adaptation, the Sustainable Oasis and Blue Belt initiatives.

Agriculture is present in the climate agenda and this shows how intrinsically linked challenges are. Produce more to meet the population growth and the primary requirement of feeding human beings but also produce better while preserving the environment and natural resources in order to reduce the sector's environmental footprint.

This sector is completely climate-dependant. Agriculture cannot be productive without freshwater quality, abundance and availability, without healthy and sustainably cultivated soils, without protected biodiversity and without a mild and consistent climate. This simple truth is often forgotten. Climate impacts soil fertility, moisture and the growth cycle of plants, the migration of species and ocean acidification. Faced with climate change, agriculture must be more resilient than ever. If the impacts are already being felt in most parts of the world, the Mediterranean is considered as a hotspot where climate disruptions will be particularly rapid and extreme: desertification, salinisation, droughts, floods... There are already plenty of examples of phenomena affecting agricultural production and the rural world. Like political stability, the food security of the Mediterranean countries, whether they are importers or exporters of food, is directly threatened. In a context of climate change, no one is spared and no one is a winner.

Climatic constraints, especially the scarcity of water and land resources have always been characteristic of Mediterranean agricultural systems that have developed ingenious farming systems to adapt. Today, the resilience of these systems is challenged since climatic disruptions will generate different conditions for agricultural production throughout the region and will impact the availability and quality of water, the environment, forests and biodiversity, plant and animal production, the dissemination of agricultural and animal diseases as well as the food security of populations, especially the vulnerable ones in rural areas. Agricultural development is a key component of environmental, social and economic sustainability. This is because the underlying factors of this sustainability, i.e. food and water are fundamental human needs.

While Agriculture is one of the countless victims of climate change, it is also accused of contributing to it. Agriculture is an excessive consumer of energy and farm inputs and is responsible for a quarter of global greenhouse gas emissions. It is also the largest user of fresh water, land and a destructor of forest ecosystems. Agriculture is highly criticised and this is pushing farmers to constantly offer new models that are productive but more environmentally friendly. The search for balance between food security, sustainable and resilient agricultural production in a situation of changing climate is a challenge of unprecedented complexity for rural territories.

Nevertheless, farming activities also provide significant tangible solutions to mitigate climate change impacts. These should be taken account of with greater attention. How could agriculture be a solution when it is so often criticised? Yet, the sustainable management of natural resources and the ecosystem balance lies in the hands of our farmers. Supported by governments, international organisations, research institutes and civil societies, farmers are the protagonists of the gradual evolution of agriculture. Many behaviours, working methods and collective initiatives are emerging everywhere across the planet. Some are as old as agriculture itself and are transmitted through the preservation of knowledge and knowhow. Others are new and seek to provide solutions to international or local issues according to the specific territories and natural resources.

The CIHEAM devotes this new issue of its Watch Letter to the Mediterranean countries that are already facing these challenges. We wish to discuss different and often overlooked impacts of climate change on agriculture, its production, its markets and also the men and women whose livelihood depends on this sector. We especially wish to present both its extraordinary adaptability and also the innovative and practical solutions and responses developed to meet the very specific Mediterranean challenges.

Thanks to the precious contributions of the experts that have participated to this Watch Letter issue, we strive to present a diversity of viewpoints, expertise and topics in order to provide the most complete array possible of the Mediterranean in a situation of changing climate. Lastly, we would like to thank the *Fondation Crédit Agricole du Maroc pour le Développement durable*, our partner for this publication.

Six mois après la signature de l'Accord de Paris par 175 pays en avril 2016, le Maroc est sur le point d'accueillir la prochaine conférence des parties à la Convention cadres des Nations unies sur les changements climatiques, la COP 22, qui a pour ambition de transformer les engagements de Paris en actions concrètes pour la planète. C'est en effet le souhait exprimé par le royaume Chérifien, que cette COP soit celle de l'innovation et des solutions en matière d'adaptation et d'atténuation des effets des changements climatiques. Le passage de relais entre la France et le Maroc met en avant, une fois encore, le rôle pivot de la Méditerranée en matière de coopération climatique.

Une coopération méditerranéenne forte autour du climat, mais également la volonté commune de la France, du Maroc et de nombreux États de la région de replacer l'agriculture au centre des débats. En effet, les thèmes de l'agriculture et de l'alimentation ont, dès la formulation des contributions nationales pour la COP 21 (INDC), pris une place importante dans les solutions appuyées par les États. De nombreux programmes et propositions agricoles ont été présentés lors de la COP 21, comme l'initiative 4 pour 1000 sur les sols, lancé par la France. A l'occasion de la COP 22 à Marrakech, le Maroc devrait présenter à son tour trois initiatives agricoles vouées à apporter des réponses concrètes aux défis climatiques ; l'initiative triple A, pour Agriculture, Afrique et Adaptation, l'initiative Oasis durables et la Ceinture bleue.

Si l'agriculture est présente dans l'agenda climatique, c'est que les défis sont intrinsèquement liés. Produire plus, afin de répondre à la croissance démographique et à l'exigence première de nourrir les êtres humains, mais aussi produire mieux, en préservant l'environnement et les ressources naturelles, afin de limiter l'empreinte écologique du secteur.

Celui-ci est totalement climato-dépendant. Sans une eau douce de qualité, abondante et accessible, sans des sols sains et durablement exploités, sans une biodiversité protégée, sans une météorologie clémente et régulière, l'agriculture ne peut être productive. Une vérité simple bien souvent oubliée. Le climat impacte la fertilité des sols, l'hydratation et le cycle de pousse de plantes, les mouvements migratoires des espèces, l'acidification des océans. Face aux changements climatiques, l'agriculture devra se montrer plus que jamais résiliente.

Si les effets se font déjà ressentir dans la plupart des régions du monde, la Méditerranée est considérée comme un point chaud où les bouleversements climatiques seront particulièrement rapides et extrêmes : désertification, salinisation, épisodes de sécheresse, inondations... Les exemples des phénomènes affectant la production agricole et le monde rural sont d'ores et déjà nombreux. La sécurité alimentaire des pays de la région, qu'ils soient importateurs ou bien exportateurs de denrées alimentaires, est directement menacée, tout comme la stabilité politique en Méditerranée. Il n'y a pas de gagnants ou d'épargnés face aux changements climatiques.

Les contraintes climatiques, notamment la rareté des ressources hydriques et foncières, ont toujours été des caractéristiques des systèmes agricoles méditerranéens, qui ont développé d'ingénieux systèmes de production afin de s'y adapter. Aujourd'hui, la résilience de ces systèmes est mise à l'épreuve, puisque les bouleversements climatiques engendreront des conditions différentes pour la production agricole dans l'ensemble de la région, et auront de nombreux impacts sur les disponibilités et la qualité de l'eau, sur l'environnement, sur les forêts et la biodiversité, sur la production végétale et animale, sur la diffusion des maladies agricoles et animales, ainsi que sur la sécurité alimentaire des populations, notamment pour celles vulnérables du monde rural. Le développement agricole est une composante clé de la durabilité environnementale, sociale et économique, car la nourriture et l'eau, qui sous-tendent cette durabilité constituent des besoins humains fondamentaux.

Alors que l'agriculture compte parmi les innombrables victimes de l'évolution du climat, de nombreux reproches lui sont pourtant adressés quant à ses bilans énergétiques et environnementaux. Trop consommatrice d'énergie et d'intrants, l'agriculture est responsable d'un quart des émissions mondiales de gaz à effet de serre.

Elle est également la première activité consommatrice d'eau douce, de terres et destructrice d'écosystèmes forestiers. Les critiques sont nombreuses et poussent les agriculteurs à sans cesse proposer de nouveaux modèles plus respectueux de l'environnement mais toujours aussi productifs. La recherche de l'équilibre entre la sécurité alimentaire, la production agricole durable et résiliente face aux changements climatiques est le défi, d'une complexité sans précédent, que relève le monde rural.

Mais les activités agricoles présentent aussi des solutions concrètes et considérables pour atténuer les impacts des changements climatiques qu'il s'agirait de considérer avec plus d'attention. L'agriculture comme solution alors qu'elle est si souvent décriée ? C'est pourtant bien entre les mains de nos agriculteurs que repose la gestion durable des ressources naturelles et de l'équilibre des écosystèmes. Portés par les gouvernements, les organisations internationales, les instituts de recherches et la société civile, les agriculteurs sont les protagonistes de l'évolution progressive de l'agriculture. De nombreux comportements, méthodes de travail, outils et initiatives collectives voient le jour partout sur la planète. Certains sont vieux comme l'agriculture elle-même et sont transmis grâce à la préservation de savoir-faire et de connaissances, d'autres sont nouveaux et tentent de répondre à des problématiques internationales ou bien locales en fonction des territoires et des dotations naturelles.

Le CIHEAM consacre ce nouveau numéro de sa Watch Letter aux pays méditerranéens devant d'ores et déjà faire face à ces défis. Nous souhaitons évoquer à la fois les différents impacts, souvent négligés, qu'ont les changements climatiques sur l'agriculture, sa production, ses débouchés et également sur les hommes et les femmes dépendants de ce secteur pour vivre. Mais nous voulons surtout que soient présentés à la fois son extraordinaire capacité d'adaptation ainsi que les solutions et les réponses innovantes et concrètes développées afin de répondre aux défis très spécifiques au bassin méditerranéen.

Grâce aux précieuses contributions des experts qui ont participé à ce nouveau numéro de la Watch Letter, nous nous sommes efforcés d'y présenter une diversité de points de vue, d'expertises et de sujets afin d'offrir une lecture la plus complète possible de la Méditerranée face aux changements climatiques. Enfin, nous tenons à remercier la Fondation Crédit Agricole du Maroc pour le Développement durable, notre partenaire pour cette publication.

COP22 à Marrakech : un rendez-vous pour le climat et l'agriculture

Interview de M. Aziz Akhannouch

Ministre de l'Agriculture et de la Pêche maritime du Maroc



Monsieur le Ministre, pourriez-vous nous expliquer pourquoi le climat demeure si important dans l'équation agricole et alimentaire au Maroc ? La météorologie serait-elle finalement la seule gardienne des performances du secteur ?

De par sa situation géographique, le Maroc est caractérisé par un climat fortement contrasté, avec un régime pluviométrique dominé par une forte irrégularité dans l'espace et dans le temps. Les projections climatiques prévoient une augmentation des températures moyennes estivales pour le Maroc de l'ordre de 2°C à 6°C et une régression de 20% en moyenne des précipitations d'ici la fin du siècle.

Le secteur agricole sera ainsi exposé à des sécheresses récurrentes et à de fortes instabilités pour les productions pratiquées dans les zones d'agriculture pluviale, particulièrement pour des filières stratégiques telles que les céréales, légumineuses, oléagineux et olivier. Les filières irriguées seraient également affectées à cause des réductions des niveaux de remplissage des barrages, des aquifères et du réseau hydrographique.

Les conditions climatiques et la pluviométrie sont à l'évidence des facteurs qui font la différence pour ce qui est des performances agricoles. Mais laisser la météorologie conditionner le secteur agricole sans s'engager dans des mesures d'adaptation reviendrait à mettre en péril l'avenir de toute la population de la planète.

Le Maroc se situe dans un continent où les enjeux liés à la sécurité alimentaire et aussi aux changements climatiques sont les plus pressants. Cette prise de conscience nous a poussés à intégrer ces deux volets de manière très importante dans notre stratégie agricole.

Pourriez-vous nous décrire les principales mesures prises en faveur de l'adaptation aux changements climatiques dans le cadre du Plan Maroc vert (pour l'agriculture) et du Plan Halieutis (pour la pêche) que vous avez lancé ces dernières années ?

L'engagement du Maroc pour la lutte contre le réchauffement climatique et l'atténuation de son impact dans le secteur agricole se traduit depuis 2008 de façon très opérationnelle sur le terrain en agissant sur plusieurs dimensions. Tout d'abord, la dimension « plantation » repose sur un programme de plantation en arboriculture et plantes pérennes afin de développer la capacité de stockage de carbone des sols agricoles. Ce programme cible la reconversion de 20% de notre Surface agricole utile, soit environ 1 million d'hectares (ha) en arboriculture fruitière et en oliviers.

Ensuite, la dimension « Eau » comporte deux grands projets de gestion des ressources hydriques à usage agricole qui sont le Programme National d'Economie en Eau d'Irrigation lancé en 2008 pour l'équipement en micro-irrigation de 555 000 ha avec 450.000 ha réalisés à fin 2015 et le Programme d'Extension de l'Irrigation Associée aux Barrages. Il y a aussi lieu de citer la dimension « Biodiversité » où il est question de développement des produits du terroir et de la création d'agences spécialisées dans la gestion des écosystèmes naturels fragiles, à l'instar de l'Agence Nationale Des Zones Oasiennes et de l'Arganier, qui, avec un budget global de 20 de millions de dollars USD annuels, s'attèle à développer durablement les zones oasiennes, de montagnes et d'arganier du Royaume.

Par ailleurs, dans le cadre du Plan Maroc Vert, près de 2 milliards de dirhams marocains sont mobilisés annuellement pour réaliser des projets agricoles solidaires inclusifs dans les zones vulnérables intégrant obligatoirement des mesures d'adaptation au changement climatique.

Concernant la pêche maritime, dans le cadre du Plan de développement du secteur Halieutis lancé en 2009, de grandes actions ont été menées en faveur de la durabilité et de la préservation des ressources. Je cite à titre d'exemple la mise en place de plans d'aménagement pour les différentes pêcheries nous permettant d'atteindre aujourd'hui un taux de couverture de 93%. Le Maroc s'est aussi engagé en faveur de la durabilité en protégeant l'écosystème marin de l'utilisation des filets maillants dérivants ou encore à travers la mise en place de plan de traçabilité pour la lutte contre la pêche illicite, non déclarée et non réglementée.

Ce sont là quelques exemples auxquels il conviendrait d'ajouter les trois initiatives majeures que le Royaume du Maroc, pays hôte de la COP22, porte pour les secteurs de l'agriculture et de la Pêche maritime.

Le Maroc s'apprête à accueillir la COP22 à Marrakech du 7 au 18 novembre 2016. Quels seront les grands messages que vous allez transmettre au sujet de l'agriculture dans la perspective de cet événement international? Quelles seront les initiatives phares, dans le domaine agricole ou halieutique, que le Maroc portera sur le devant de la scène politique et médiatique à l'occasion de cette manifestation stratégique?

Il faut commencer par préciser que le Maroc veut que cette COP soit celle de l'Action qui devra assurer la mise en œuvre concrète des engagements de l'Accord de Paris et aussi une COP de l'Afrique qui devra prendre en compte les enjeux spécifiques des pays en développement.

Les impacts environnementaux associés aux changements climatiques mettent à épreuve la capacité d'adaptation des écosystèmes et des sociétés au niveau mondial, particulièrement pour des régions vulnérables comme l'Afrique, la Méditerranée, l'Asie et l'Amérique latine. L'Afrique, qui ne contribue que faiblement aux émissions de GES (moins de 4%), tout en étant fortement impactée par les changements climatiques, ne bénéficie que de très peu de financement climatique.

Le Maroc portera trois initiatives phares à l'occasion de cette manifestation stratégique dans les domaines agricole et halieutique : L'initiative « Triple A », l'initiative « Oasis durables » et l'initiative « la ceinture bleue ».

L'initiative "Triple A" a pour objectif d'apporter une réponse efficace et concrète au constat d'un triple biais dans le financement de l'adaptation, de l'agriculture et de l'Afrique. Le constat est que l'Afrique reste le continent le plus touché par le changement climatique alors qu'il ne participe qu'à hauteur de 4% à l'émission de gaz à effet de serre. Il ne capte cependant qu'une faible proportion des financements liés au climat, moins de 6%. L'adaptation, quant à elle, bénéficie de moins de 20% des financements publics pour le climat, alors qu'elle devrait plutôt en capter la moitié selon les textes de la Convention-cadre des Nations Unies qui prévoient une répartition équitable entre Atténuation et Adaptation.

En dernier lieu, l'agriculture est l'un des secteurs les moins outillés pour lutter contre les changements climatiques, avec moins de 4% des financements alors qu'elle génère 40% des emplois en Afrique. Aussi, pour corriger ce déséquilibre et attirer le maximum de fonds pour l'adaptation dans le secteur agricole en Afrique, l'Adaptation, l'Afrique et l'Agriculture sont parmi les priorités de l'agenda de la COP22.

L'initiative permettra également de mettre en place des instruments pour le renforcement des capacités africaines sur les sujets liés au climat, à travers notamment, le transfert de technologies et le développement de la coopération Sud-Sud entre pays africains mais aussi avec des pays comme la Chine, l'Inde et le Brésil. Nous devons agir tout de suite. Le continent africain n'arrive plus à combler son déficit alimentaire, et ce déficit ira en augmentant puisque la population africaine va doubler à l'horizon 2050. Il est établi que le doublement de la productivité agricole d'ici 2030, et son triplement à horizon 2050 permettraient à l'Afrique non seulement de combler le gap actuel pour garantir sa sécurité alimentaire, mais également de compenser la baisse de productivité due aux changements climatiques.

La seconde initiative, "Oasis durables", a pour champ d'intervention les zones oasiennes qui représentent un modèle solidaire d'organisation sociale, autour de l'agriculture, du commerce, des traditions, de l'artisanat..., menacé aujourd'hui par les changements climatiques et par une urbanisation non contrôlée de ces espaces fragiles.

Cette initiative vise la préservation et le développement solidaire des oasis et pourra s'appuyer sur une coalition entre Etats, organisations internationales, organisations non-gouvernementales, communauté scientifique, secteur privé... et la création d'un Fonds destiné à l'accompagnement des projets de développement durable au niveau de ces zones.

La troisième initiative « la ceinture bleue », concerne la pêche maritime; elle s'inscrit dans la continuité de l'initiative « croissance bleue » promue par la FAO et s'appuie sur les principes de de l'Economie Bleue et de la Croissance Bleue. Cette initiative s'articule autour de trois axes prioritaires. Le premier porte sur l'appui à l'émergence des systèmes intégrés d'observation côtière et leur intégration au niveau mondial, le second consiste à encourager des actions pour la pêche durable sur l'ensemble de la chaîne de valeur, depuis la capture en mer jusqu'au consommateur et le troisième porte sur le développement d'une aquaculture durable, en particulier l'algoculture, dotée d'un pouvoir exceptionnel de séquestration de carbone. L'initiative est amenée à jouer un rôle majeur pour le développement durable dans la mesure où les océans sont à la fois des réservoirs de biodiversité, des vecteurs de régulation du climat et une zone de développement économique liée à la production halieutique, en particulier pour le Maroc, pays océanique.

En somme, les trois initiatives ambitionnent de créer les conditions de la durabilité dans des écosystèmes vulnérables aux changements climatiques.

Votre pays accorde une attention toute particulière à l'Afrique dans sa diplomatie économique et agricole. Avez-vous également une ambition de coopération sur le climat avec les pays du continent africain ? Quelles sont les autres régions du monde avec lesquelles le Royaume du Maroc travaille le plus autour des enjeux de sécurité alimentaire et de développement durable ?

L'Afrique est au cœur de l'action internationale du Maroc. Elle a toujours bénéficié d'une attention particulière de la part de l'Etat marocain, pas seulement sur les plans économique et agricole. En effet, la coopération Sud-Sud est une volonté politique du Maroc, et figure au préambule de notre Constitution adoptée le 29 juillet 2011, qui affirme l'engagement du Royaume du Maroc à « consolider les relations de coopération et de solidarité avec les peuples et les pays d'Afrique, notamment les pays subsahariens et du Sahel et Renforcer la coopération Sud-Sud ».

Le Maroc a en effet, sous la haute impulsion de Sa Majesté le Roi Mohammed VI, développé un modèle authentique et tangible de coopération Sud-Sud, qui a permis à la fois de consolider les domaines traditionnels de la formation et de l'assistance technique, mais également d'investir de nouveaux secteurs stratégiques comme la sécurité alimentaire et le développement des infrastructures.

Sur le plan économique, nos relations avec les pays africains se sont densifiées. L'importante implication des opérateurs marocains et leur forte présence dans le domaine de la banque, des assurances, du transport aérien, des télécommunications, du logement et du consulting, font que le Royaume du Maroc est à l'heure actuelle le premier pays africain à investir en Afrique de l'Ouest et le deuxième à l'échelle du Continent.

Sur le volet agricole, la coopération Sud-Sud porte sur la promotion des échanges institutionnels et de la coopération technique, l'intégration économique régionale au sein du continent africain, au moyen notamment d'accords commerciaux bilatéraux et régionaux et l'appui au développement agricole via des projets de coopération Sud-Sud. Outre les programmes de coopération mis en œuvre sur le plan bilatéral avec les pays de l'Afrique, le Maroc a initié une coopération triangulaire riche et diversifiée au service de la Coopération Sud-Sud avec la FAO et de nombreux pays africains dont le Burkina Faso, le Niger, la République Centrafricaine et Djibouti.

Le Fonds fiduciaire Maroc-FAO met à disposition un montant de 1 Million de dollars pour aider les pays africains en développement à accroître leur productivité agricole sur une base durable, à améliorer leur sécurité alimentaire, à renforcer la résilience aux menaces et aux crises et à améliorer la gestion des ressources naturelles. La reconnaissance par la FAO du Plan Maroc Vert comme modèle en matière de développement du secteur agricole conforte le Maroc dans son approche de transfert d'expertise et de coopération rapprochée avec ses partenaires africains. L'Initiative du Bureau des Nations Unies pour la Coopération Sud-Sud (UNOSSC) pour le développement agricole et la sécurité alimentaire vient renforcer l'échange des expertises entre les pays adhérant à cette initiative.

Par ailleurs, au cours des dernières années, l'arsenal juridique organisant la coopération avec les pays du Sud s'est enrichi par la signature de plusieurs conventions et accords aussi bien sur le plan multilatéral que bilatéral, faisant du Maroc un « Hub » économique pour les pays africains.

Sur le volet climat, en tant que pays organisateur de la COP 22, le Maroc est déterminé à s'inscrire dans les orientations visant à assurer la mise en œuvre concrète des engagements de l'Accord de Paris en prenant en compte les enjeux spécifiques des pays de l'Afrique à travers notamment, l'initiative Triple A, qui est une initiative africaine pour l'Afrique mais également pour la planète.

A noter, par ailleurs, que le Maroc entretient des partenariats et des collaborations avec d'autres régions du monde sur les enjeux de sécurité alimentaire et de développement durable. Il s'agit notamment, des pays du pourtour Méditerranéen, du Moyen Orient, de l'Union du Maghreb arabe mais également de l'Asie et de l'Amérique Latine.

Le Maroc est membre du CIHEAM depuis 25 ans et vous avez déjà participé, en tant que ministre, aux réunions ministérielles de cette Organisation afin de contribuer au dialogue et au partenariat des Etats méditerranéens dans le domaine agricole, alimentaire et rural. Quelles sont vos appréciations de l'état actuel de la coopération en Méditerranée sur ces questions, quels sont selon vous les principaux enjeux sur lesquels il faut investir dans les prochaines années et quelles recommandations feriez-vous au CIHEAM à ce titre ?

Le Maroc et ses voisins de la Méditerranée partagent des intérêts communs concernant les secteurs agricole et agroalimentaire qui nécessitent une plus grande synergie de la part de nos institutions publiques et professionnelles. Les pays méditerranéens, en tant que groupe, ont pris certes des mesures pour réduire les obstacles au commerce dans le secteur agricole, il n'en reste pas moins qu'il faut travailler davantage sur la recherche de nouvelles opportunités de développement commercial et sur le développement d'une agriculture durable et à haute valeur ajoutée, pour en faire un vrai levier de croissance économique.

L'adhésion à des Organisations Intergouvernementales impliquant les partenaires du développement rural et agricole, comme le COI¹, le CIHEAM ou le CLAM², devrait jouer un rôle important dans le renforcement des relations de coopération entre pays de la méditerranée.

Les pays Méditerranéens partagent des défis socioéconomiques et géopolitiques, mais également des défis environnementaux, en raison de la vulnérabilité de leurs territoires. Notre politique agricole doit faire face aux contraintes des ressources naturelles et rester tournée vers l'avenir.

Le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) affirme que la Méditerranée sera sans doute l'une des régions du monde les plus impactées par le réchauffement climatique, à la fois sur les ressources naturelles et sur les grands secteurs de l'économie comme l'agriculture, la pêche ou le tourisme. Nous devons être une force solidaire face au dérèglement climatique et œuvrer ensemble pour placer l'agriculture au centre des négociations climat. La MedCOP climat de Tanger, à mi-chemin entre la COP21 et la COP22, a été une occasion de coordonner nos positions sur la mise en œuvre de l'accord de Paris pour faire entendre la voix de la Méditerranée à l'international.

Le CIHEAM, au-delà de fournir des bases pour des solutions qui répondent aux besoins des pays membres, a toujours su jouer un rôle important dans le renforcement des relations de collaboration entre pays de la Méditerranée en matière de partage de connaissances et de savoir dans le domaine agricole et agroalimentaire.

Avec plus de 50 ans d'existence et d'actions, c'est une organisation résiliente qui évolue en s'adaptant intelligemment. Il est appelé à servir davantage de pont d'échange de connaissances et d'expertise dans le domaine agricole entre pays de la région et doit pouvoir à travers son agenda stratégique, contribuer aux efforts de reconstruction de nos systèmes agricoles sur la base de nouveaux paradigmes.

¹ Conseil Oléicole International

² Comité de Liaison de l'Agrumiculture de la Méditerranée

Climate Change and Mediterranean agriculture

Expected impacts, possible solutions and the way forward

Mladen Todorović

CIHEAM-Bari, Scientific Administrator

Climate and agriculture have been inherently linked since the very beginnings of our civilization. The increase of temperature, the melting of glaciers and favorable pedo-climatic and hydrological conditions enabled the establishment of the first human settlements and the starting of farming in the Fertile Crescent about 11,000 years ago. The successive increase of air temperature progressed toward the North and the West, with an approximate pace of 1 km per year, which had permitted the step-by-step expansion of agriculture into the areas of Peloponnese, Balkan and Apennine peninsulas, and the rest of Europe. Since that time, several cold and warm periods occurred at the global scale and the agriculture had to adapt to different agro-climatic, hydrological, soil and landscape conditions. Subsequently, it was possible to distinguish different climatic zones on the Earth and the Mediterranean as one of them (Köppen, 1936; Peel et al., 2007).

The Mediterranean type of climate doesn't extend only around the Mediterranean Sea but also to coastal California, central Chile, the Western Cape of South Africa and southern and southwestern Australia. This type of climate is characterized by mild and rainy winter seasons and dry summers and, therefore, a specific native vegetation (grasses, herbs, shrubs, evergreen and deciduous trees) and a typical cropping pattern including fruit trees (olives, citrus, grapes, figs and walnuts), winter-spring cereals (durum wheat and barley) and legumes (lentils, chickpeas, beans) and spring-summer, mainly irrigated, vegetables (tomato, potato, fennel, asparagus, eggplants, zucchini, etc.).

These crops are at the base of the Mediterranean diet which is the expression of healthy eating and living recognized also by UNESCO and inscribed in 2013 on the Representative List of the Intangible Cultural Heritage of Humanity. Accordingly, due to the peculiarities of the Mediterranean, agriculture is one of the main production sectors sustaining the socio-economic development of the region. However, the on-going climate change poses serious threats to sustainable agricultural production in the future.

The area around the Mediterranean Sea presents a transition zone between the temperate and rainy climate of continental Europe and the arid and hyper-arid climate of North Africa. This incites the interactions between the mid-latitude westerlies and tropical processes originated in the South which, associated with the limited availability of land and water resources, contribute to characterize the region as highly vulnerable to climate change (Giorgi, 2006; Giorgi and Lionello, 2008; IPCC, 2014). Therefore, the impact of climate change on the Mediterranean agricultural systems and the mitigation and adaption policies and measures are of great importance to the region in order to preserve limited natural resources and assure sustainable ecosystems functioning and resilient rural development.

Climate change and expected impacts

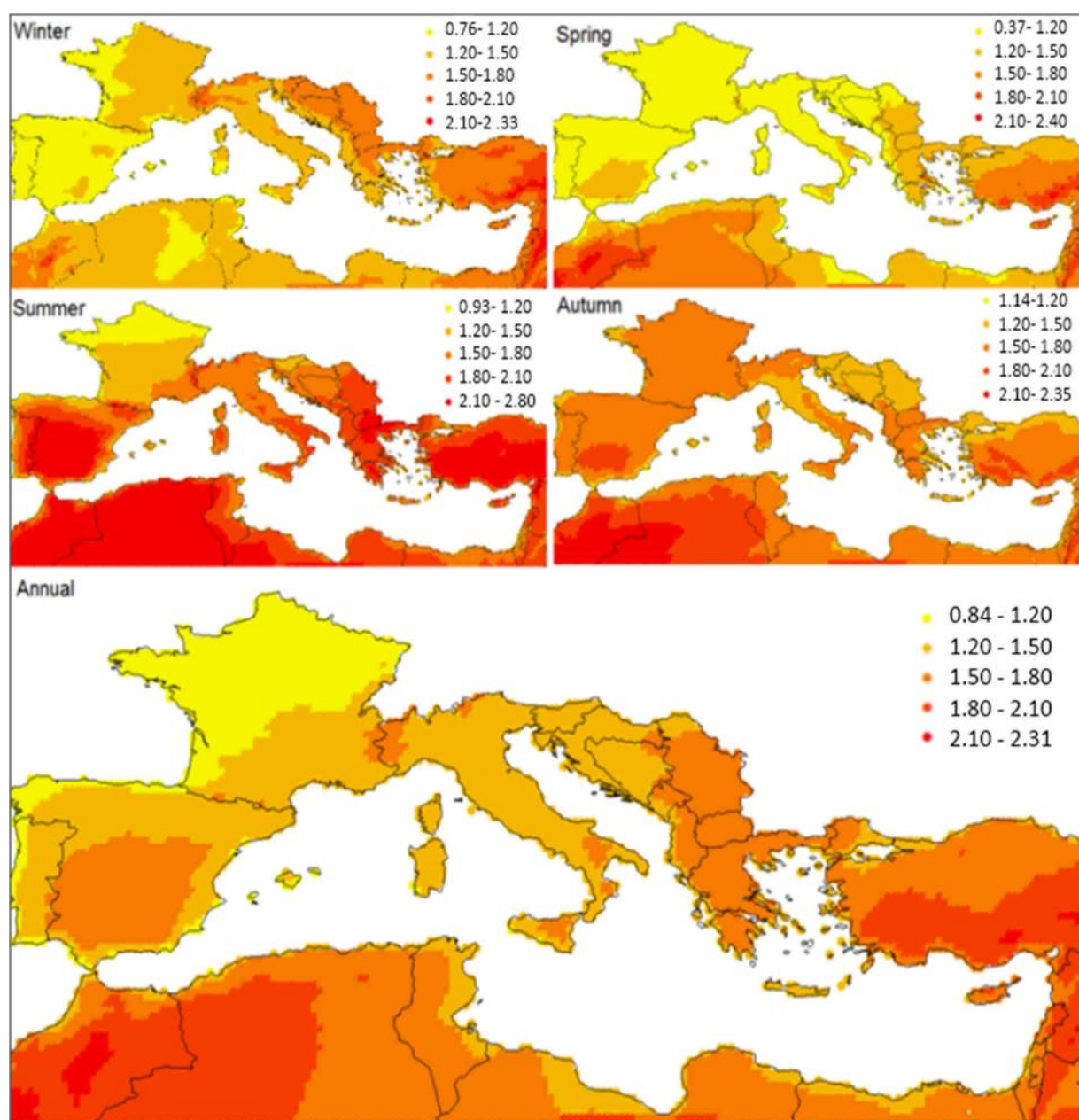
The impact of the climate change on the Mediterranean agriculture is already evident in many areas and especially in arid and semi-arid regions. Frequent droughts, flash floods, heat spells and spring frosts triggered the decline of agricultural production, further depletion of water resources, soil erosion and impoverishment, land abandonment and desertification, and increased pressures on food security and socio-economic development particularly in marginal rural zones. Hence, in several areas of the Mediterranean, climate change has caused social unrest, conflicts, migration of population and geopolitical tensions (including also the neighboring regions).

Several recent studies reported evidence of climate change in the last decades over the Mediterranean and tried to foresee the expected trend and its impact on Mediterranean agriculture in the future (Giorgi and Lionello, 2008; IPCC, 2014; Tanasijevic et al., 2014; Saadi et al., 2015).

One of the latest analyses, based on A1B SRES (Special Report on Emission Scenarios), indicated that air temperature would increase from 0.8°C to 2.3°C over a period of 50 years (2000-2050) (Tanasijevic et al., 2014; Saadi et al., 2015). The air temperature rise would be the greatest in some areas of North-West Africa, the Middle East, and in Southern Turkey (Fig. 1).

Seasonal patterns indicated that, in winter, the continental interior of South-east Europe and Eastern Mediterranean would warm more rapidly than elsewhere. Differently, in summer, the western Mediterranean would warm more than the other parts (Saadi et al., 2015). It is expected that the evapotranspiration demand of the atmosphere will follow the temperature projections.

Figure 1
Spatial pattern of the mean annual and seasonal temperature difference (°C) between 2050 and 2000



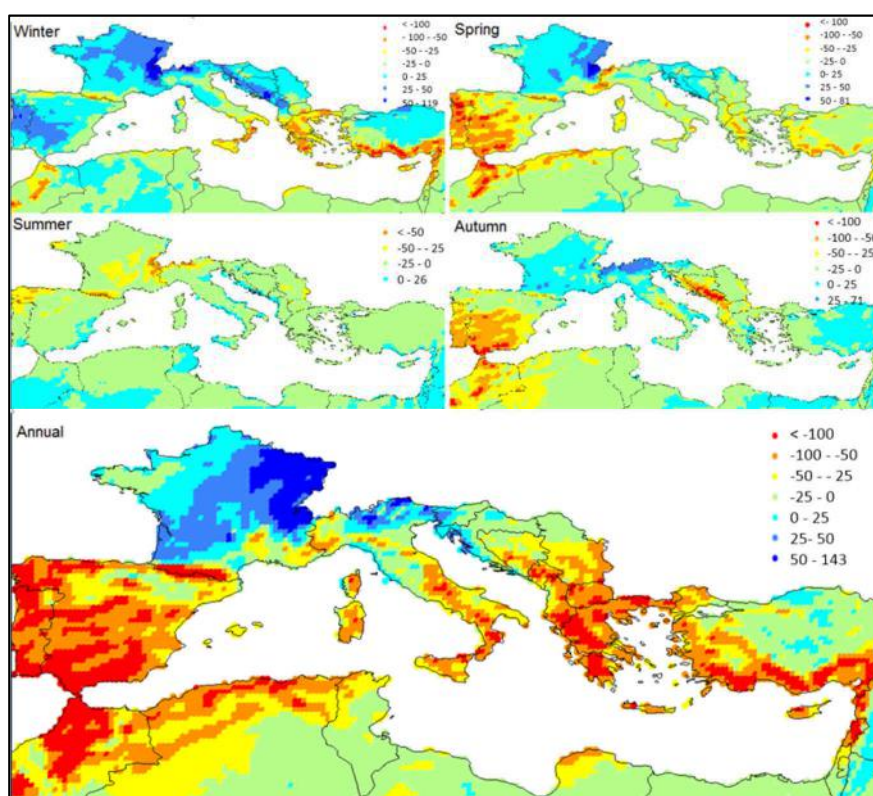
Source: Saadi et al., 2015

For the same time span (2000-2050), the average annual precipitation could have a decreasing trend of around 6% for the whole region, while the expected range of variation at country level would be between -21% (for Cyprus) and +1% (for France and Slovenia). The spatial pattern of annual precipitation indicated an increase over most of France and the Alps, while a decrease could be observed in almost all other regions (Fig. 2). There is a marked contrast between winter and summer patterns of precipitation change. Most of Europe could get wetter in the winter season with the exception of Greece, Southern Italy and Turkey. In summer, an overall decrease of precipitation could be expected in the Euro-Mediterranean area, while an increase is foreseen in some areas of Northern Africa and the Middle East (Tanasijevic et al., 2014; Saadi et al., 2015). Hence, a climatic water balance, estimated as a difference between precipitation and reference evapotranspiration, could be lower and less favorable in the future than nowadays.

Spatial and temporal variation of precipitation pattern, air temperature increase and higher atmospheric CO₂ concentration are three major interconnected parameters that would influence agricultural production in the future. Accordingly, new cultivation scenarios will be designed including the shifting of agro-ecological zones northward and towards higher elevations, and modified land and water availability. On one side, higher air temperature will decrease the growing cycle of plant species, anticipate sowing/planting dates, increase respiration rates, reduce period of yield formation, lessen biomass production and yield and, very likely, decrease yield quality (i.e. lower protein level of grains). On the other, the increase of air temperature will extend the overall period suitable for cultivation and permit, in some areas, more than one crop in the same year. Nevertheless, the duration of optimum temperature range for obtaining maximum yield could be compromised in many regions. Additional impact on agricultural production will be due to altered biological cycles of weeds and pests, and new weeds/pests and crop diseases (Fig. 3).

Figure 2

Spatial pattern of the mean annual and seasonal precipitation differences (mm) between 2050 and 2000



Source: Saadi et al., 2015

At a larger regional scale, a set of complementary issues should be considered including the land use change, sea level rise, salinization, loss of coastal areas, population growth and migration, availability of resources (land, water and energy), market integrations and fluctuations, food (in)security, political/social/economic stability, changes in diets/habits and progress in implementation of innovations (plant breeding and genetics, irrigation and crop production technologies and agronomic management practices). Very likely, these effects will be redistributed in a different way at the global and regional level, with economically advanced regions more capable of adapting to changes as opposed to the areas characterized by scarce economic and natural resources, as the Southern parts of the Mediterranean. For example, the World Bank (2014) reported that the sea level rise will cause the displacement of about 3.8 million people living in the Nile Delta and other coastal areas of the Mediterranean questioning the survival of cities like Alexandria, Algiers, Benghazi, etc.

In fact, the impact of climate change on agricultural production could be negative for most areas of the Mediterranean with a large variability and reduction of yield (Olesen et al., 2007). No changes or slight increase in yield are expected for autumn and winter crops while, for spring-summer crops, a remarkable decrease of yield is predicted due to temperature increase and shortening of the growing season (Giannakopoulos et al., 2009; Saadi et al., 2015). The possible increase in water shortage and in frequency and intensity of extreme weather events may cause higher yield variability and reduction of suitable areas for traditional crops (Ferrara et al., 2010).

As a consequence of air temperature increase and the shortening of the growing season, the average crop water requirements (CWR) are expected to decrease, for winter-spring and spring-summer crops, by 4 to 8% over the whole Mediterranean region (Saadi et al., 2015). Hence, the average net irrigation requirements (NIR) would decrease or remain steady. So, the air temperature increase could have a dominant role on the shortening of the growing season rather than on the increase of crop water requirements. The impact of precipitation decrease would be limited only to the perennial and autumn-winter crops because most of spring-summer agricultural production in the Mediterranean is already characterized by very low rainfall. Thus, a slight increase of CWR and irrigation inputs could be expected for perennial crops like olive trees (Tanasijevic et al., 2014).

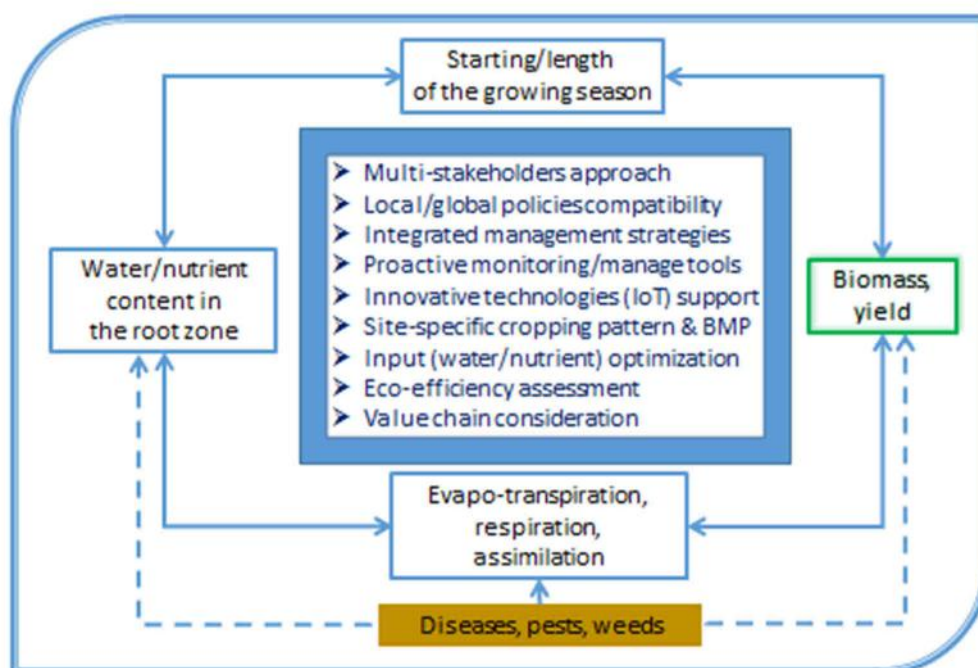
Most of rain fed cropping systems could be negatively affected by climate change due to the expected increase in water deficit (i.e. difference between evapotranspiration and precipitation), and overall reduction of water availability for agriculture. The latter is due to projected increase of water demand by other sectors (Milano et al., 2012; Boehlert et al., 2015). Overall, climate change could likely intensify the problems of water scarcity and land degradation, and affect negatively the sustainability of agricultural production in the region.

Possible solutions: mitigation and adaption policies and measures

A concerted regional action plan and additional funding are needed to face the impact of climate change in the Mediterranean region. The mitigation and adaptation measures should be discussed and identified through a comprehensive multi-stakeholders campaign with the aim of assuring the acceptance and compatibility of local, regional and global policies and actions (Fig. 3). The implementation of the solutions on the ground should be promoted following a priority ranking and expected positive impact of interventions. However, the type of actions and implementation methodology could change in time and space in respect to the specific conditions of the site and its vulnerability state.

Figure 3

Main eco-physiological aspects of climate change impact and a set of concerted mitigation and (in the center) adaptation policies and measures (IoT – Internet of Things; BMP – Best Management Practices)



The mitigation and adaptation actions are often complementary and should focus on the integrated management strategies, demonstration actions and on-ground implementation of the best practices based on the conservation and more efficient use of natural resources in agriculture and in other sectors. In the agricultural sector, particular attention should be reserved to the combined effects of temperature increase, rainfall variability, CO₂ increase and possible management solutions including the change of cropping pattern, genetic improvements and latest agronomic and technological achievements (CGIAR, 2012).

Hence, the continuous monitoring of weather and hydrological variables, water and carbon balance represent the preconditions and priority for interventions and research. Equally so, the proactive management tools (e.g. early warning systems and water/nutrient management decision support systems considering the weather forecasting data) and measures are of primary importance to attenuate negative impacts of extreme weather events and various abiotic stresses.

The success of such measures is based on the interactive use of certified innovative technological solutions (i.e. Internet of Things), and the selection of the site-specific and resource-optimized management practices and varieties able to respond to adverse environmental conditions and to increase/stabilize yields and water productivity in the future (Fig. 3). The aim should be to promote resilient and efficient farming systems able to adapt to climate change while decreasing pollution and impacts on the environment and getting the benefits of climate change (Ewert, 2012).

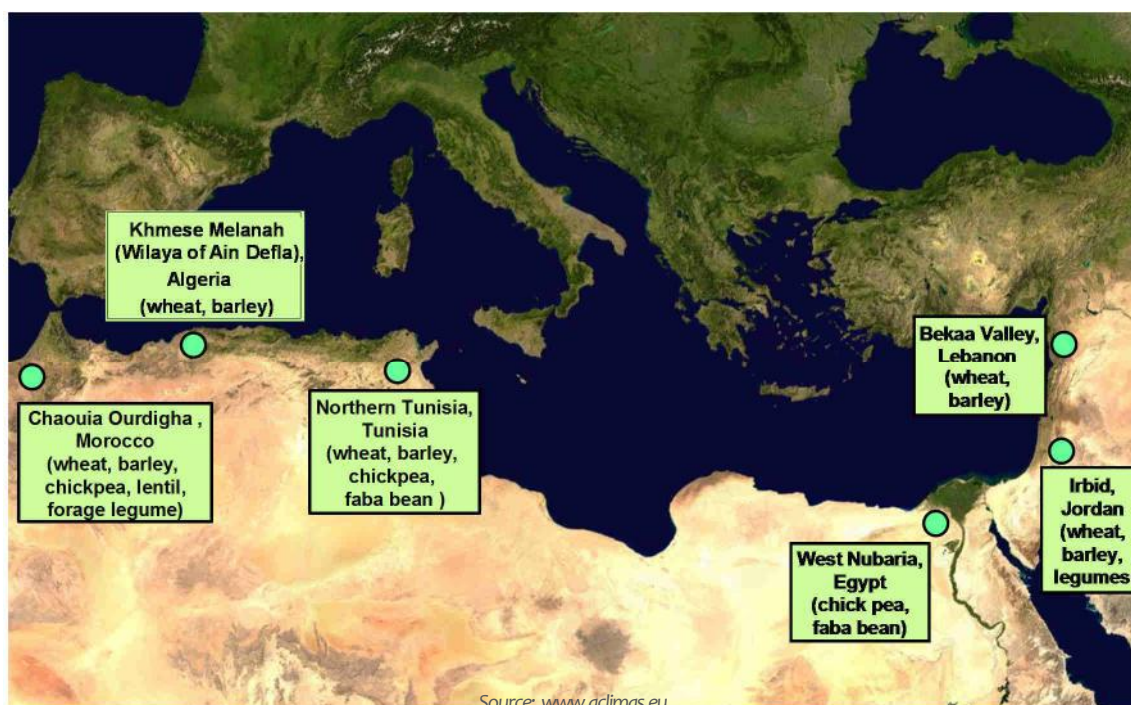
This means a full recognition of the eco-efficiency concept which is suitable to monitor progress in agricultural systems and to evaluate the adoption of eco-innovative technologies and practices that can contribute to environmental protection or to a more efficient use of natural resources. Eco-efficiency embraces both ecological and economic aspects of agricultural production.

The Life Cycle Assessment methodology is applied to evaluate the environmental performance of agricultural systems while the economic performance is measured using the total value added due to the use of resources and adopted management practices. Eco-efficiency should be applied at different levels of analysis and consider either the whole value chain of agricultural and food production or its specific components. The adoption of such approach supports the stakeholders and policy makers in analyzing the agricultural systems and identifying the best mitigation/adaptation options of mutual interests and for more eco-efficient agricultural production (Todorovic et al., 2016).

An example of the implementation of the climate change adaptation measures in the Mediterranean agriculture is the ACLIMAS project (www.aclimas.eu) funded by the Sustainable Water Integrated Management (SWIM) programme of the European Union and coordinated by the CIHEAM – Bari.

The project consortium was composed of 15 partners from 10 countries and the project lasted from December 2011 to December 2015. The activities were carried out in 6 Mediterranean countries (Morocco, Algeria, Tunisia, Egypt, Jordan and Lebanon) and focused on demonstration, on-field implementation and dissemination of the research results of previous EC-funded projects and other initiatives (Fig. 4). The overall objective was to bring a durable improvement of the agricultural water management, stabilization of yield and a broader socio-economic development of target areas in the context of adaptation to climate change, increasing water scarcity, and desertification risks. ACLIMAS pursued a holistic multidisciplinary border-crossing approach that integrates a set of locally-tailored adaptation measures (technical, agronomic and genetic) with socio-economic and environmental aspects of water management in Mediterranean agriculture.

Figure 4
The ACLIMAS project target areas and main crops



The ACLIMAS project focused on cereals (durum wheat and barley) and legumes (chickpea and faba bean) since they are strategic and complementary crops in the Mediterranean (Fig. 4). The adoption of varieties resistant to abiotic stresses and adequate management practices (i.e. timing and density of sowing, minimum tillage, residue cover, crop rotation, water harvesting, and optimization of irrigation/nutrient inputs) demonstrated the potential for yield increase between 10 and 30% and water productivity rising up to 50%.

Other direct outcomes of the project were: a) setup and technical upgrade of 6 demonstration stations; b) 3 years of testing of more than 60 combinations of genotypes and water management practices (Fig. 5), c) on-ground implementation of the best management practices over a surface area of more than 320 ha with the involvement of about 110 farmers, d) 35 training courses with more than 890 participants; e) 68 field days with more than 2270 participants; f) 6 seminars with about 400 participants, guidelines (in Arabic, English and French), 24 brochures, more than 250 minutes of video material, etc.

Figure 5

Demonstration fields of ACLIMAS project at the Maru station of NCARE (National Center of Agricultural Research and Extension) in Irbid (Jordan) where the performance of durum wheat varieties had been tested considering different sowing time, density and water and Nitrogen inputs



Photo credit: M. Todorovic (CIHEAM – Bari)

The main target groups and beneficiaries of ACLIMAS project were rural societies (i.e. farmers, growers and local breeders), farmers' associations and local governmental extension services (i.e. policy makers and agricultural advisors) and governmental research institutions. ACLIMAS has directly involved more than 3500 local stakeholders with a realistic possibility to produce a multiplier effect not only due to replication in the future but also due to extension of the initiative to other communities and stakeholders in the areas of interest.

The way forward

The universal agreement on climate change, signed last December in Paris, committed countries to adopt the initiatives keeping the global temperature rise below 2°C, the threshold above which the impact of climate change could be significant. However, the translation of the Paris Agreement into practices is not sufficiently elaborated and it will represent one of the major challenges in the years to come.

The Agreement is particularly important for the Mediterranean region, one of the major climate change hotspots worldwide, and its agriculture, a priority sector for intervention and socio-economic development. The relationship between climate change, natural resources, agricultural production and food security is very complex and needs a consideration of both bio-physical, social, economic, technical, political and anthropogenic factors and their interactions at different scales and in different directions. Hence, the multi-stakeholders' dialogue remains one of the main concerns together with the no-regret actions which can be justified independently of the expected climate change impact (e.g. dissemination/communication on a more efficient use of water, land and nutrients, drought/flood risk management, etc.).

Special attention should be given to the coastal areas and marginal Mediterranean lands to safeguard natural resources against the physical impacts of climate change causing the depletion and impoverishment of land and water resources, modification of ecosystems, dwindling of biodiversity and numerous collateral effects including poverty and migration of population. The research efforts should address the selection of appropriate indicators for assessing the system-wide eco-efficiency performance and possible improvements, the integration of existing tools and assessment methods in a coherent modelling and management environment, and the analysis and characterisation of existing production systems. Subsequently, the eco-efficiency concept should be extended to the whole value chain of agricultural production, conservation, transport and consumption. Certainly, the next Conference of Parties (COP22), scheduled for November 2016 in Marrakesh, will present an excellent opportunity to activate new funds for the implementation of the research achievements and innovative mitigation and adaptation programs on the ground.

Climate change has been recognized as one of the key topics of CIHEAM since the end of last Century (Lacirignola, 2000). In 2010, during the 8th Meeting of the Ministers of Agriculture, Food and Fisheries of the Member States, the CIHEAM recognized officially the climate change issue as one of its priorities. The translation of the regional and national policies into consistent on-ground implementation measures is of paramount importance for the Mediterranean region. The overall objective is to promote resilient and efficient farming systems able to adapt to climate change while reducing the wastes, pollution and degradation of natural resources and getting the benefits of climate change. The CIHEAM represents one of the main actors on the road of conceptualisation, adoption and on-ground implementation of the policies and management solutions for the climate change resilient Mediterranean agricultural systems (CIHEAM, 2015).

Henceforth, the CIHEAM on-going repositioning process aims to advance the strategic policy of the Organization within an innovative framework and the Strategic Agenda 2025 recognizing the Organization's mission around 4 pillars of development (Protect the Planet, Food Security and Nutrition, Inclusive Development and Crises and Resilience), divided into 15 thematic priorities. "Climate change solutions" in agriculture is one of the thematic priorities aiming to foster further adoption of adaptation and mitigation policies and their implementation on the ground. The Agenda pursues a set of fundamental values (Holistic vision of development, Multilateral approach, Bottom-up collaboration and Problem-solving -oriented initiatives) and embraces the multi-functional and complementary development tools including: a) education and training, b) research and innovation, c) networks and open knowledge platform, d) projects and technical assistance, e) policy dialogue and partnership.

Definitely, the adoption of such comprehensive and integrated platform represents the keystone of the institutional setting for the future and on the road to the development of resilient Mediterranean agricultural systems and society. In this context, COP22 will represent an unrepeatable occasion to extend the CIHEAM Strategic Agenda visibility to other international and regional climate change actors.

Bibliography / More information

- Boehlert B., Solomon S., Strzepek K.M. (2015), "Water under a Changing and Uncertain Climate: Lessons from Climate Model Ensembles", *J. Clim.*, 28, 9561-9581.
- CGIAR (2012), Impacts of climate change on agricultural and aquatic ecosystems and natural resources under the CGIAR's mandate, Working document, 23.
- CIHEAM (2015), Post-2015 Agenda and Mediterranean Futures, CIHEAM Watch Letter, 34, September, Paris.
- Ewert F. (2012), "Adaptation: Opportunities in climate change?", *Nature Climate Change*, 2, 153-154.
- FAO (2011), The state of the world's land and water resources for food and agriculture: Managing systems at risk, New York, NY, FAO and Earthscan.
- Ferrara R.M., Trevisiol P., Acutis M., Rana G., Richter G.M., Baggaley N. (2010), "Topographic impacts on wheat yields under climate change: two contrasted case studies in Europe", *Theor. Appl. Climatol.*, 99, 53-65.
- Giannakopoulos C., Le Sager P., Bindi M., Moriondo M., Kostopoulou E., Goodess C.M. (2009), "Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2°C global warming", *Glob. Planet. Chang.*, 68(3), 209-224.
- Giorgi F. (2006), "Climate change hot spots", *Geophys. Res. Lett.*, 33(8), L08707.
- Giorgi F. and Lionello P. (2008), "Climate change projections for the Mediterranean region", *Glob. Planet. Chang.*, 63, 90-104.
- Köppen W. (1936), Das geographische System der Klimate, in: *Handbuch der Klimatologie*, edited by: Köppen, W. and Geiger, G., 1. C. Gebr. Borntraeger, 1-44.
- IPCC (2014), Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Lacirignola C. (2000), Preziosa più del petrolio : Aspetti tecnici, economici e politici del problema idrico nella regione mediterranea, Mario Adda Editore, Bari, Italia, 132 pp.
- Milano M., Ruelland D., Fernandez S., Dezetter A., Fabre J., Servat E. (2012), "Facing climatic and anthropogenic changes in the Mediterranean basin: What will be the medium-term impact on water stress?", *C. R. Geosci.*, 344, 432-440.
- Olesen J. E., Carter T. R., Diaz-Ambrona C. H., Fronzek S., Heidmann T., Hickler T., Holt T., Miguez M. I., Morales P., Palutikof J. P., Quemada M., Ruiz-Ramos M., Rubæk G. H., Sau F., Smith B. and Sykes M. T. (2007), "Uncertainties in projected impacts of climate change on European agriculture and terrestrial ecosystems based on scenarios from regional climate models", *Clim. Chang.*, 81(S1), 123-143.
- Olesen J.E., Tmka M., Kersebaum K.C., Skjelvag A.O., Seguin B., Peltonen-Sainio P., Rossig F., Kozyra J., Micale F. (2011), "Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change", *Eur. J. Agron.* 34, 96-112.
- Peel M.C., Finlayson B.L., McMahon T.A. (2007), "Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification", *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 11, 1633-1644.
- Saadi S., Todorovic M., Tanasijevic L., Pereira L.S., Pizzigalli C., Lionello P., (2015), "Climate change and Mediterranean agriculture: impacts on winter wheat and tomato crop evapotranspiration, irrigation requirements and yield", *Agric. Water Manage.*, 147, 103-115.
- Tanasijevic L., Todorovic M., Pereira L.S., Pizzigalli C., Lionello P. (2014), "Impacts of climate change on olive crop evapotranspiration and irrigation requirements in the Mediterranean region", *Agric. Water Manage.*, 144, 54-68.
- Todorovic, M., Mehmeti A., Scardigno A. (2016), "Eco-efficiency of agricultural water systems: methodological approach and assessment at meso-level scale", *J. Environ. Manage.*, 165, 62-71.
- World Bank (2014), Turn down the heat. Confronting the new climate normal. The International Bank for Reconstruction and Development – World Bank, Washington DC, USA, 320 pp.

Climate change and food security: risks and responses

Vincent Gitz

Associate researcher, Centre international de recherche sur l'environnement et le développement (CIRED)

Alexandre Meybeck

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

Editor's note

This article draws from FAO's publication *Climate change and food security: risks and responses*, FAO Rome, 2016.
Available at <http://www.fao.org/3/a-i5188e.pdf>

*

Climate change threatens to reverse the progress made so far in the fight against hunger and malnutrition. As highlighted by the latest assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate change (IPCC), climate change augments and intensifies risks to food security for the most vulnerable countries and populations. The earliest and the more impacted are the most vulnerable countries and populations, including in arid and semi-arid areas, landlocked countries and small island developing states. Climate change will also have broader impacts through effects on trade flows, food markets and price stability and could introduce new risks for human health.

This paper provides an overview of the cascading impacts of climate change on food security and nutrition, from physical impacts on agro-ecosystems to livelihoods and food security. It describes how the cascade of impacts acts on a series of vulnerabilities. It presents ways to adapt and build resilience to climate change to ensure food security and nutrition.

Risks: Climate Change impacts on food security – Overview of latest knowledge

Climate change is profoundly modifying the conditions under which agricultural activities are conducted

Climate change has both direct and indirect impacts on agricultural production systems. Direct impacts include effects caused by a modification of physical characteristics such as temperature levels and rainfall distribution on specific agricultural production systems. Indirect effects are those that affect production through changes on other species such as pollinators, pests, disease vectors and invasive species. Pests and diseases are likely to move, following climate change, affecting areas previously immune, and thus less prepared, biologically and institutionally, to manage and control them, with potentially higher negative impacts. These changes may also counter-balance direct positive effects of climate change in high-latitude regions. Such indirect effects are much more difficult to assess and project given the high number of interacting parameters and links, many of which are still unknown.

The projected impacts of climate change on major crop yields are now well documented based on two decades of research. Studies show that climate change has already negatively affected wheat and maize yields in many regions, as well as globally. According to results from major agricultural model inter-comparison projects, despite remaining uncertainties related to how models account for the representation of combined carbon dioxide fertilization, ozone stress and high temperature effects, there is agreement on the direction of yield changes, with strong negative impacts especially

at higher levels of warming and at low latitudes. Potential impacts on other crops than major cereals have been less studied. Climate change affects animal productivity and health as well as yields of forages and feed crops.

Evidence shows that in various regions climate change is contributing to decreased productivity and dieback of trees. This can jeopardize the contribution of forests to the resilience of agricultural systems, such as for instance water and temperature regulation and the provision of habitats for important species like pollinators. Climate change affects capture fisheries and the development of aquaculture, as a result of both gradual atmospheric warming and associated physical (sea and inland water surface temperature, ocean circulation, waves and storm systems) and chemical changes (salinity content, oxygen concentration and acidification) of the aquatic environment.

Increased occurrence of coral reef bleaching has been observed. Various fish species are already migrating pole ward. A large-scale redistribution of global marine fish catch potential is forecast, with a decrease of up to 40 percent in the tropics, and an increase of 30 to 70 percent in high-latitude regions. In the Mediterranean, arrival of invasive species from lower-latitude regions has been noticed at an alarming rate. Abundance and species diversity of riverine fish are particularly sensitive to disturbances in the quantity and timing of water flows, and especially to lower water levels during dry seasons, which may be exacerbated by human action.

Favorable conditions for all productions will move geographically. Optimizing these conditions will thus require changes in crops, livestock, trees, and aquatic species breeding and management, even to benefit from potential positive effects.

Impacts on production translate into economic and social consequences, affecting food security

Impact translates from climate to the environment, to the productive sphere, to economic and social dimensions, bringing a range of additional risks on availability of food, on access to food and utilization of food, as well as on the stability of these characteristics, for both farm and non-farm households (Figure 1).

At the farm/household level, climate change impacts may reduce income level and stability, through effects on productivity, production costs or prices. Such variations can drive sales of productive capital, such as cattle, which reduces long-term household productive capacity, and can also affect expenses on health and education. Exposure to risks lowers incentives to invest in production systems.

At national level, exposure to climate risks can trigger shocks on agricultural production and food availability, with risks of market disruptions, increases in agricultural commodity prices (food and feed), impacting accessibility and stability of food supplies for the entire population. This triggers macro-economic effects for countries for which agriculture is an important part of GDP and/or constitutes an important source of employment.

At global level, climatic shocks impacting areas of global importance for food supplies can have remote impacts through effects on: (i) supply flows and food price spikes, with increased market volatility; and (ii) impacts on bilateral contracts and/or import/export behavior, with disruption of trade patterns. Trade is expected to play a major role in adjusting to climate-change-driven shifts in food production patterns.

Climate change affects food security in all its dimensions: access, availability, utilization and stability

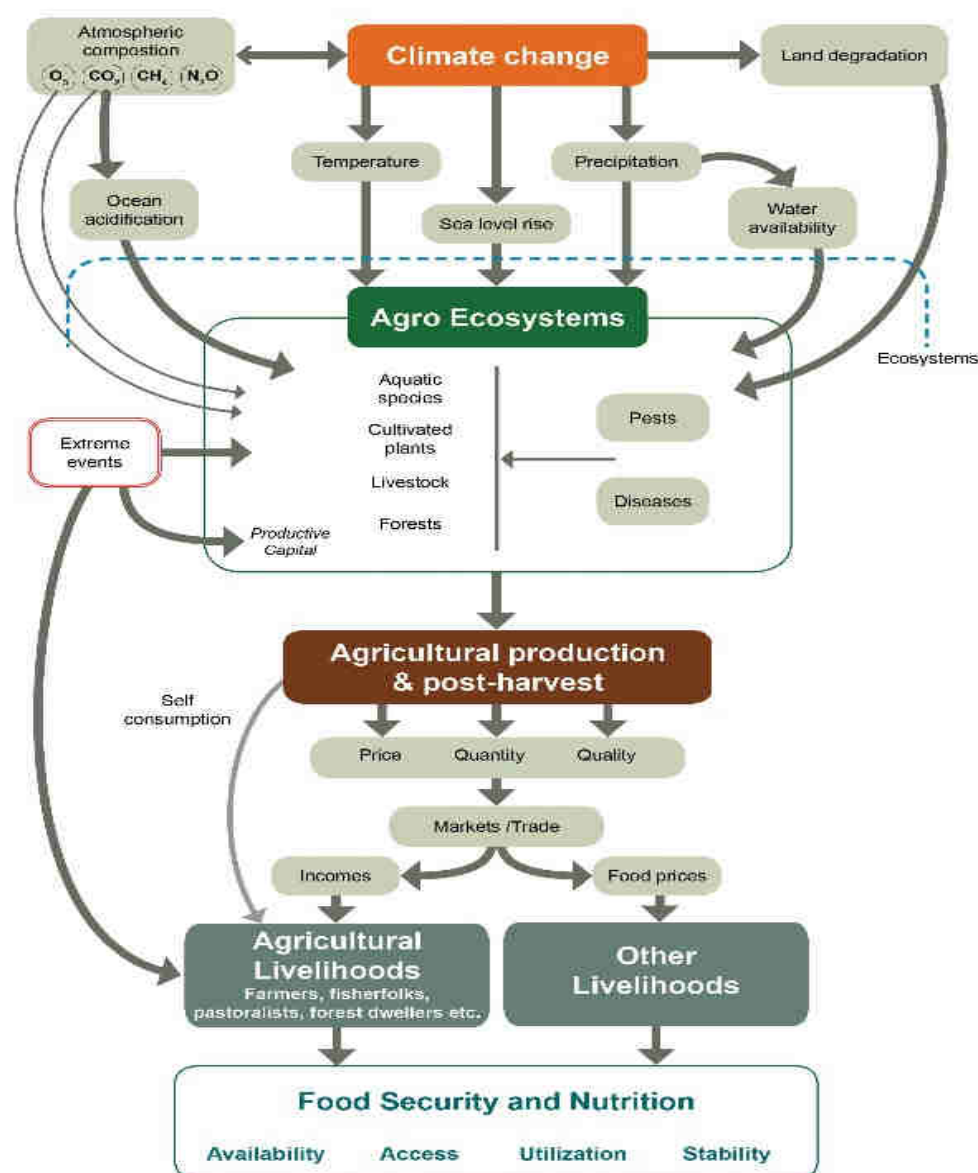
As shown above, climate change affects food availability. Climate change will impact the livelihoods and income of small-scale food producers and also, through food price increases and volatility, the livelihoods of poor net food buyers, restricting access to food. Impacts of climate change on nutrition have been much less studied. Studies point to potential changes in the nutritional quality of some foods (e.g. reduced concentration in proteins and in some vitamins and minerals), due to elevated CO₂, particularly for flour from major cereals and cassava.

Climate change can have a variety of impacts on the quality of drinking water, which is key to the good absorption of nutrients. Climate change has been found to have an impact on food safety, particularly on incidence and prevalence of food-borne diseases. Increased climate variability, increased frequency and intensity of extreme events as well as slow ongoing changes will affect the stability of food supply, access and utilization.

The net impacts of climate change on food security and nutrition depend on the magnitude of the climate change effects themselves, and on the underlying vulnerabilities of food systems. At each stage of the “cascade of impacts”, vulnerabilities exacerbate net impacts. In addition, vulnerability can increase over time if systems/households face repeated shocks that steadily erode their asset base and capacity to respond. The populations at greatest risk are those that are dependent on agriculture and natural resources, with livelihoods that are highly exposed to climate change impacts, and who have very limited capacity to respond. In some cases, to cope with risks and changes, the only option can be to migrate, nationally or internationally, with a range of implications.

Figure 1

Schematic representation of the cascading effects of climate change impacts on food security and nutrition. (FAO, 2016)



Responses: ensuring food security and good nutrition in the context of Climate Change

Building resilience of households and agriculture systems for Food security and nutrition

Ensuring food security and good nutrition in a changing climate will require to build resilience at all levels, from households and agricultural systems to broader levels, mobilizing a wide range of instruments.

Adequate, well-designed social protection would tackle some of the main vulnerabilities of households to climate risks. In a recently released report, FAO, IFAD and the World Food Programme (WFP) showed that it would be possible to end extreme poverty and hunger by 2030, by combining public investment in social protection with public and private efforts to raise investment levels in productive sectors. These actions will need to be supplemented by disaster risk reduction and disaster risk management (DRR/DRM) strategies to address the risks of extreme events, prioritizing the reduction and proactive management of risks rather than reacting to events.

To address water scarcity, adaptation measures can include water harvesting and storage, access to irrigation, improved irrigation technologies, as well as agronomic practices that enhance soil water retention such as minimum tillage and increase in soil carbon and organic matter, among others.

Adaptation measures for crops can include changes in crop management, especially planting dates, the use of adapted varieties or breeds, with different environmental optima and/or broader environmental tolerances, including currently neglected crops. A range of adaptation options is available for livestock production at different scales: animals, feeding/housing system, production system and institutions, including. Breeding livestock but also feed crops and forages for adaptation-related traits.

Healthy, diversified forest ecosystems are more resilient, better able to cope with stress, recover from damage and adapt autonomously to change. Restoring degraded forests is a major strategy for increasing resilience.

Fishing and fish-farming practices and management will need to adapt to changing species composition and location and increased risks at sea. Changes in the distribution of fish will require adapting fishing effort, with flexible allocation and access schemes and avoiding exacerbating the overexploitation of fisheries or impacting habitats. Aquaculture adaptive practices include water quality monitoring, species selection, selective breeding, genetic improvement, site selection, and improved cage and pond construction.

Increasing the diversity within production systems will help spread risks. This can take many forms: combining different types of production (crop, forest, fish and animal) in different ways; increasing the numbers of different species, populations, varieties or breeds; increasing the use of materials that are themselves genetically diverse such as crop multilines. Adaptation action can be conducted at landscape level, for instance watershed protection and management, fire management, erosion control, coastal zone management, and pest and disease control. Adopting a landscape approach to management includes taking into consideration the physical and biological features of an area as well as the institutions and people who influence it. It will require appropriate institutions and policies to improve coping capacities of communities.

Invest in resilient agricultural development

Climate change adaptation investment could be joined-up with regular agricultural investment programmes to scale-up effects. Public investment can help guide, enable and increase returns to private investments. Investments of farmers, fishers and forest dwellers need to be supported by increased capacity to take collective action. Mutualized systems to assess risks, vulnerabilities and adaptation options can ground the set-up of early warning systems, help assess adaptation options and orient individual decisions.

Managing genetic resources requires large collective investments to preserve, characterize and valorize genetic resources, and also to revise the goals of breeding programmes. Breeding programmes take time to attain their goals and therefore need to start many years in advance. Improvements to in-situ and ex-situ conservation programmes for domesticated species, their wild relatives and other wild genetic resources important for food and agriculture, along with policies that promote their sustainable use, are therefore urgently required.

Enable adaptation through policies and institutions

Appropriate policies and institutions at national and international levels are needed to enable, support and complement adaptation of food producers, especially small-scale food producers. Dedicated policies and institutions are needed for the prevention and management of specific risks and vulnerabilities that can be modified by climate change, such as water scarcity, plant pests, animal diseases, invasive species and wild fires. Securing land tenure is paramount to enable farmers to benefit from the value added on the land and to encourage them in adopting a long-term perspective. Collective management of natural resources, including land and water requires specific institutions, often at local level. Policies and institutions need to account for the specificities and needs of pastoral systems and indigenous peoples.

Improving land use and management, or changing farming systems often imply significant up-front costs, and/or reduced income during the transition period. Specific policies and instruments are needed to enable those investments and facilitate the transition. Gender-specific support services are needed, recognizing the differentiated roles of household members in production, consumption and the reproduction of the family unit over time.

Market development and better linkages of smallholder and family farmers to domestic, national and regional markets are important to support adaptation actions. Policies will be needed to reduce financial risks, lower transaction costs, facilitate monetary transactions, and facilitate long-term investments.

The vulnerability to climate change of the agriculture sectors and of food security calls for better recognizing their importance and specificities in national climate-related instruments like adaptations plans, and for integrating climate change concerns in food security and agricultural policies. The countries that have included adaptation in their INDCs generally insisted on the importance of food security and of the agriculture sectors.

Strengthened regional and international cooperation will be needed to facilitate exchanges of knowledge on production systems and on adaptation options, undertake vulnerability assessments, exchange and value genetic material and practices, manage fish stocks and other transboundary resources, as well as to prevent and manage transboundary risks, like plant pests and animal diseases.

Acting now on climate change, to ensure food security and good nutrition for all, now and in the future

Climate change brings a cascade of risks from physical impacts to ecosystems, agro-ecosystems, agricultural production, food chains, incomes and trade, with economic and social impacts on livelihoods and food security and nutrition. Reducing vulnerabilities and increasing resilience of food security in the face of climate change calls for multiple interventions, from social protection to agricultural practices and risk management. To be the most effective such interventions have to be part of integrated strategies and plans, that should be gender-sensitive, multiscales, multisectors and multistakeholders, elaborated in a transparent way, considering different dimensions (social, economic, environmental) of issues and different time scales.

Actions by different stakeholders are needed in the short term to enable responses in the short, medium and long term. Some medium- and long-term responses will need immediate enabling action and planning, and immediate investment, for instance in: forestry, livestock breeding, seed multiplication, R&D, innovation and knowledge transfer to enable adaptation. Greatly expanded efforts to respond to climate change are needed immediately to safeguard the capacity of food systems to ensure global food security. A paradigm shift towards agriculture and food systems that are more resilient, more productive, and more sustainable is required.

Bibliography/ More information

- FAO/OECD, 2012. *Building resilience for adaptation to climate change in the agriculture sector*. Proceedings of a joint FAO/OECD Workshop. Rome, FAO.
- FAO/IFAD/WFP. 2015. *Achieving zero hunger: the critical role of investments in social protection and agriculture*, Rome (available at <http://www.fao.org/3/a-i4777e.pdf>).
- HLPE. 2012. *Food security and climate change. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security*, Rome.
- IPCC. 2013. *Climate change 2013: the physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex & P.M. Midgley, eds. Cambridge, UK, and New York, USA, Cambridge University Press.
- IPCC. 2014a. *Climate change 2014: synthesis report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, R.K. Pachauri & L.A. Meyer, eds. Geneva, Switzerland, IPCC.
- IPCC. 2014b. *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability*. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea & L.L. White, eds. Cambridge, UK, and New York, USA, Cambridge University Press.



Climate change and Mediterranean soil management

Pandi Zdruli

Senior Research Scientist, CIHEAM – Bari

A quick look at the Mediterranean soils

Twenty-two countries surround the Mediterranean Sea and a few more experience similar climate and soil conditions. In fact, the term Mediterranean type of climate is often used to characterise also areas such as southern California, parts of Chile, Argentina, Australia and New Zealand that are thousands of kilometres far from the Mediterranean region. Mediterranean soils show a great diversity due to variations in soil forming factors including parent material, climate, relief, and biota all acting over very long periods of time. Erosion has been a dominant factor in carving landscapes and influencing soil distribution.

Nevertheless the human impact on soil formation and derived properties of Mediterranean soils is probably more present here than in many other regions around the world. Major soil classification systems such as the World Reference Base for Soil Resources (otherwise known as WRB) sponsored by FAO and developed by major national and international soil science institutions has recognized at the higher level of classification 32 major Reference Soil Groups. The Mediterranean has at least 25 of them. However the best-known Mediterranean soil is represented by the famous “Mediterranean terra rossa” typical for the red colour due to high iron content and a special mineral called hematite.

Other peculiar soils are the WRB classified Anthrosols and Technosols that are soils deeply changed and transformed by humans. One good example for Anthrosols is in the Province of Bari in the Apulia region, where about 20,000 hectares have been converted from pastures and grazing lands to arable land for growing grapes and cereals. All has been done by deep ploughing and “grinding” by mechanical power the rocks and the topsoil up to 60-70 cm deep. Technosols on the other side represent soil permanently sealed or “cemented” by urbanisation. They cover now almost 40 per cent of the Mediterranean coast and may reach as much as 50 per cent in the next decade, provided the sealing rates will remain the same as present.

Malta is another typical example for the expansion of Technosols occupying around 30 per cent of the whole country. Globally 12 million hectares of land each year are lost to sealing while the EU-28 countries continue to lose 275 ha each day. When a soil is sealed, it loses its major functions, such as filtering and storing water, sequestering carbon, and above all biomass production is totally lost.

Understanding the formation and behaviour of Mediterranean soils is still a challenge that requires the inputs of many pedologists. The dominant parent materials of southern Europe and the Middle East are the limestones and dolomites that gave rise to the development of the typical karstic ecosystem spread throughout the Mediterranean. Furthermore, special attention is needed to understand the past and present role of wind-borne materials from the Sahara desert into the region's soil formation. It is well documented that such process has fertilised naturally for millennia the soils of Northern Mediterranean and Turkey especially with Phosphorous and Potassium; an African contribution that is taken for granted and little known to those outside soil scientific circles.

On the other side the Mediterranean is an “open laboratory” for soil research. This is thanks to the high natural diversity that expands from the fertile Andosols (soils formed on volcanic ashes) of Etna and Vesuvius to Vertisols (high clay soils) of Tavoliere delle Puglie in Italy, to Arenosols (sandy soils) and Fluvisols (soil formed by fluvial depositions) of Egypt, Phaeozems and Kastanozems (high fertility soils that must be protected from any form of degradation) that are distributed throughout the region from the lower valleys to the mountains. On the contrary there are problematic soils such as the saline and sodic ones that cover about 10 million ha region wide with Spain topping the list with 3.4 million ha. Other examples include Histosols (organic soils), Leptosols (shallow soils), Calcisols (calcaric soils), Luvisols (well developed soils) and Cambisols (fertile soils in the process of continued evolution) and a few more.

Mediterranean soils are under pressure from degradation and mismanagement

Despite continued efforts from both local, regional and international institutions operating in the region, soil degradation continues to be a very threatening problem. Zdruli (2014) reports that water and wind erosion, soil sealing and urbanisation, loss of organic matter and biodiversity decline, nutrient mining, chemical pollution and contamination, floods and landslides, salinisation, overgrazing and degradation of vegetation cover as well as unsustainable irrigation practices are the main soil degradation factors in the Mediterranean. Another threatening problem is the “littoralisation” or the cementation of the coastal areas with grave repercussions on the sustainability of fragile coastal ecosystems as well as inland areas.

Pedologists know how to “read” the landscape. The figure below is a good example to show the distribution of soils and the related degradation processes. This approach is very useful to design soil conservation measures and implement them through collaboration actions between decision makers and local communities.

Nonetheless, the main shortcoming is that region-wide soil degradation studies are rare or missing and due to lack of harmonisation of methodologies for estimating the extent of the problem comparisons between countries are difficult, even within short distances. Such weaknesses raise again the need for establishing reliable and up-dated Mediterranean digital soil databases. Due to lack of funding, little is done since almost two decades ago when the CIHEAM - Bari started a programme of soil data collection and reinforcement of national Mediterranean soil institutions (Zdruli et al., 2001). It is equally clear that increased food, water and soil security concerns (Amundson et al., 2015) merged with equitable, productive and sustainable utilization of land and water resources could provide a measure of relief, and increase the well being of the most vulnerable people in the region.

Soils as a remedy to climate change

Soils are both sinks and sources of carbon (C). Global estimates indicate that they contain between 1,206 Pg C (1,301 billion tonnes) of soil organic carbon (SOC) to 1-m meter depth to more than 1,550 Pg (1,659 billion tonnes) C since many soils are deeper than 1 m. This is twice the amount of C present in the atmosphere. Soil organic matter contains more organic carbon than global vegetation and the atmosphere combined (Lehmann and Kleber, 2015).

However, overall the C stocks could reach as much as five times that of the atmosphere. The annual flux of carbon dioxide (CO₂) between soil and the atmosphere globally is estimated at seven times that derived from fossil fuels. The large amount of C stored into the soil is equivalent of about 300 times the amount released annually from burning fossil fuels. Despite not being present in the Mediterranean, it is worth mentioning that a special type of soils called Cryosol (permafrost soils of the Arctic regions) contain enormous quantities of C and greenhouse gasses (GHGs) such as methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O). If the permafrost layer would be affected by thawing or wetlands will dry up, given the fact that CH₄ is between 18 to 25 times more potent GHG than CO₂, in such worst case scenario climate change may get out of control.

Instead, emissions from land use change are estimated to make up between 20 per cent of atmospheric CO₂ through loss of biomass and SOM to 25 per cent (Le Quéré et al. 2014). Agricultural activities contribute, both directly and indirectly, about 30 per cent of the total anthropogenic emissions (IPCC 2014). Therefore, agriculture must be integral to any agenda to mitigate the climate change effects. Finally the significant effects of land use intensification on soil ecosystems may help to improve predictions regarding their response to climate change. This makes GHG emissions from soils a key topic in global change issues, in climate research, and for agricultural and forestry management. Since people started agriculture it is estimated that the world's cultivated soils have lost between 50 to 70 per cent of their original carbon stock.

Figure 1
Schematic correlation between the soil name and soil degradation processes



EU soils contain more than 70 billion tonnes of organic carbon (Lugato et al., 2014), which is equivalent to almost 50 times the EU annual greenhouse gas emissions. In 2009, European cropland emitted an average of 0.45 tonnes of CO₂ per hectare (much of which resulted from land conversion). The conversion of peatlands and their use is particularly of concern. For instance, although only 8 per cent of farmland in Germany is on peatland this area is responsible for about 30 per cent of the total greenhouse gas emissions of the whole farming sector.

The Mediterranean land area covers only 6.3 per cent of the global land cover, therefore both its impact on carbon emissions from agriculture activities as well as the sequestration potential may not be too high. Studies (Fantappiè et al., 2010) show that Italy for instance has a capacity to store up to a depth of 50 cm between 2.93 Pg C to 3.32 Pg C (3.3 billion tones of C). Overall the whole region may sequester in its soils less than 7 per cent of the total global carbon stocks. Nevertheless, this doesn't mean that the region should not "play" its part of the climate change mitigation efforts. It is for this reason that the recently launched "4 pour 1000" initiative endorsed by the CoP21 on Climate Change held in Paris in December 2015 should be strongly supported and the CIHEAM is doing its part and keeping up its commitments.

The "4 pour 1000" is based on the assumption that carbon sequestration from the atmosphere into world's soils should be at the rate of 0.4 per cent per year. The idea is to combine the restoration of degraded land, food production and the fight against climate disruption by aiming to increase soil organic matter levels globally. The initiative strives to show that food security and combating climate change are complementary and to ensure that agriculture provides solutions to climate change. This initiative consists of a voluntary action plan under the Lima Paris Agenda for Action (LPAA), backed up by a strong and ambitious research programme. The "4‰" Initiative aims to improve the organic matter content and promote carbon sequestration in soils through the application of agricultural practices adapted to local situations both economically, environmentally and socially applying the principles of agro-ecology, agro-forestry, conservation agriculture, climate smart agriculture and landscape management. Most recently scientists suggest that climate smart soils (Paustian et al., 2016) should be added into the list of mitigation options.

Skeptics to "4‰" Initiative i.e. Stabinsky (2015) argue that it is practically impossible to reach the target of 4‰ increase of SOM globally and might be some truth on it. However, no one doubt that increasing SOM has enormous benefits for both soil quality, food production, farming sustainability and climate change mitigation. In that context the 4‰ should be supported as it is the first time that soils reach such high level into the climate change negotiations agenda.

To reach maximum benefit of carbon sequestration the 4‰ must be implemented along with other practices such as, cover cropping and conservation agriculture following a systematic approach. Lal (2015) stress out that the 4‰ is not a silver bullet to solve climate change and estimates that it could offset between 10 to 15 per cent of anthropogenic emissions through C sequestration in soils of managed agro-ecosystems. He emphasize the potential of such initiative to make an important contribution in the long battle with climate change by providing also numerous additional benefits such as advancing food and nutritional security and improving water quality.

Conclusions and the look forward

The diversity of landscapes and natural conditions has created tremendous opportunities for economic development in the Mediterranean but has increased also environmental concerns. Human-induced pressures on soils are on the rise throughout the region, competing interests for soil and water resources are having their impact on these limited natural resources compromising the long term sustainable development of the region, which is far from being achieved. Due to increased anthropic pressures throughout the region, but most importantly in the Middle East and North Africa (MENA region) the endorsement of long-term policies for soil protection is not a choice but a prerogative to enhance sustainable development, reach food security objectives, meet the goals of poverty alleviation and confront the huge challenges deriving from climate change. But, unless there is political will to confront these realities chances for success may be limited and the region may continue to accelerate his path towards instability with severe consequences for all the countries in the region.

In order to tackle climate change a number of initiatives are ongoing, some were already mentioned. At recent times, the term carbon farming is also being used. It means that farmers could soon reap up profit if they increase carbon content into the soil. Environmentally-minded farmers are well aware that building up soil carbon is the first step to achieve high yields without chemical inputs. It's through the expansion of global carbon markets, however, where polluting corporations purchase "carbon credits" to offset their carbon emissions. This means that "good" farmers are paid for adopting these practices, especially in degraded lands.

The problem is that carbon prices have been low until present times, and the other difficulty derives from handicaps in evaluating the real carbon stocks as well as monitoring their trends, despite efforts are well under way (especially by the USDA in the USA) that is developing easy-to-use web based systems that will help farmers assess the carbon stocks on their farms.

An important way for moving carbon into the soil is the root, or mycorrhizal fungi, which control the interactions of water and nutrients between the plants and the soil. Plants with mycorrhizal connections can transfer up to 15 per cent more carbon to the soil than their non-mycorrhizal counterparts. The most common mycorrhizal fungi are marked by threadlike filaments called hyphae that extend the reach of a plant, increasing the intake access. These hyphae are coated with a sticky substance called glomalin, discovered only in 1996, which is instrumental in soil structure stability and carbon storage. If land users protect glomalin by minimizing tillage and use of chemical inputs their benefits are higher especially if they combine it with practices such as cover crops that keep living roots in the soil.

Target 15.3 of the Sustainable Development Goals (SDGs) requires that "By 2030, combat desertification, restore degraded land and soil, including land affected by desertification, drought and floods, and strive to achieve a land degradation-neutral world". This target is paramount also in the efforts contributing to other SDGs, including those related to climate change mitigation and adaptation, biodiversity conservation, ecosystem restoration, food and water security, disaster risk reduction, and poverty reduction (Reed and Stringer, 2016).

It is also complementary to CIHEAM's 2015 Agenda and in particular to strategic goals 2. Natural resources and energy, 5. Agro-ecology and 13. Climate change. We propose that soil issues should find a place in the agenda of CoP 22 of the UNFCCC to be held in Marrakech before the end of 2016. Most likely this could be done in the context of the activities to be held for the "4 pour 1000" Initiative.

As clearly shown, soils have the capacity to remedy and mitigate climate change impacts, but only through sustainable soil management. Knowledge and experience to reduce erosion soil losses to sustainable rates by means of using catch and cover crops, straw mulches, vetiver, reforestation and afforestation, expanding indigenous vegetation, organic residue management, reduced or No-Tillage, conservation agriculture, well designed and implemented terraces, improved cropping systems, contour and strip farming, crop rotations, biochar for its ability to turn problem soils into productive sites while building soil carbon, and agro-forestry is vast and well documented both regionally and globally.

However, this would require the willingness of local people to implement such positive technologies and they should think twice before deciding to plough up and down the slope!

Bibliography / More information

- Amundson R., Asmeret Asefaw Berhe, A., Hopmans J.W., Olson C., Ester Sztein A., Sparks D.L. 2015. Soil and human security in the 21st century. *Science* 8 May 2015: Vol. 348 no. 6235 DOI: 0.1126/science.1261071
- Fantappiè, M., L'Abate, G., Costantini, E.A.C. 2010. Factors influencing soil organic carbon stock variations in Italy during the last three decades. In: *Land Degradation and Desertification: Assessment, Mitigation and Remediation* (eds P. Zdruli, M. Pagliai, S. Kapur & A. Faz Cano). Springer Dordrecht Heidelberg London New York. pp 435-465
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge and New York: Cambridge University Press
- Lal, R. 2015. Cover cropping and the “4 per Thousand” proposal. *Journal of Soil and Water Conservation*, 70(6):141A doi:10.2489/jswc.70.6.141A
- Le Quéré C., R. Moriarty, R.M. Andrew, G.P. Peters, P. Ciais et al. 2014. Global carbon budget 2015. *Earth Systems Science Data Discussions* 7:521-610.
- Lehmann, J. and Klebber, M. 2015. The contentious nature of soil organic matter. *Nature* 528, 60-68 doi:10.1038/nature16069
- Lugato E., Panagos P., Bampa, F., Jones A., Montanarella L. 2014. A new baseline of organic carbon stock in European agricultural soils using a modelling approach. *Global change biology*. 20 (1)313-326
- Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S., Reay, D., Philip Robertson, G., and Smith, P. 2016. Climate smart soils. *Nature* 532, 49-57 doi:10.1038/nature17174
- Reed, M. S., Stringer, L.C. 2016. *Land Degradation, Desertification and Climate Change: Anticipating, assessing and adapting to future change*. Routledge, Taylor & Francis
- Stabinsky, D. 2015. The French initiative “4 pour mille” (4‰) and soil carbon sequestration: oui, mais... Zennström Professorship in Climate Change Leadership, Working Paper 1. Uppsala University, Uppsala, Sweden; College of the Atlantic, Bar Harbor, Maine, USA.
- Zdruli P., Steduto P., Lacirignola C., Montanarella L. (ed.). *Soil resources of Southern and Eastern Mediterranean countries*. Bari : CIHEAM, 2001. 286 p. (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 34). <http://om.ciheam.org/om/pdf/b34/b34.pdf>
- Zdruli, P. 2014. Land resources of the Mediterranean: status, pressures, trends and impacts on regional future development. *Land Degradation & Development* 25: 373-384, Wiley. DOI: 10.1002/ldr.2150



Assurer le secteur agricole face aux changements climatiques

Alice Pauthier

Directrice du Programme Global Politics, CliMates

L'année 2015 a été marquée par l'adoption aux Nations unies des 17 « objectifs de développement durable » (ODD) et par l'Accord de Paris résultant des négociations climatiques lors de la COP21 en décembre. Les agendas du développement durable et du climat convergent sur plusieurs points et notamment sur la question de l'agriculture dans les pays en développement. Les ODD appellent directement à l'éradication de la pauvreté rurale, or dans les zones rurales, l'accroissement de la production agricole - premier levier de développement - est intrinsèquement lié aux conditions météorologiques.

Les populations devront s'adapter à de multiples évolutions dues au changement climatique. Concernant le secteur agricole, deux risques sont aujourd'hui manifestes : celui d'une modification des risques météorologiques extrêmes, comme les sécheresses ou les tempêtes, qui pourraient survenir plus fréquemment ou toucher de nouvelles régions mais également le risque d'une modification plus ou moins manifeste des caractéristiques climatiques de certaines zones comme la pluviométrie ou la température. Les agriculteurs vont alors devoir s'adapter rapidement à ces nouvelles conditions en modifiant les espèces cultivées, ou leurs méthodes de production.

Dans les pays où la pluviométrie serait rendue plus aléatoire du fait du changement climatique, des systèmes d'irrigation permettraient de réduire le risque de mauvaise récolte et donc la variabilité des revenus des agriculteurs. Dans les pays concernés par une modification des températures saisonnières, privilégier une modification des espèces cultivées peut permettre à l'agriculteur d'assurer la pérennité de sa production.

Ces mesures sont néanmoins difficiles à mettre en œuvre, particulièrement pour les populations les plus pauvres. En outre, elles ne permettent que de réduire le risque, et non de le supprimer. Des stratégies complémentaires de protection publique et privée semblent ainsi indispensables.

La protection sociale vise à réduire la vulnérabilité des individus face à ces aléas. Elle peut se traduire par une prestation en espèces ou en nature et comprend généralement trois grands volets: « l'aide sociale, l'assurance sociale et les programmes visant le marché du travail ». Si la protection du secteur agricole a longtemps reposé sur des subventions ou des aides sociales d'origine publique, de nouveaux systèmes portés par le secteur de l'assurance sous forme de partenariats public-privé se développent, et tendent à répondre au nécessaire besoin d'adaptation des agriculteurs face au changement climatique.

L'assurance pour réduire la vulnérabilité face aux risques extrêmes

Face aux changements climatiques les agriculteurs de la région méditerranéenne seront exposés à des risques d'ampleur et de fréquences différentes mais également à la survenance de nouveaux phénomènes. Comme par exemple l'essor de « médicanes ». Les médicanes sont des cyclones créés au milieu de la mer qui pourraient se déplacer sur les côtes du fait des modifications atmosphériques actuellement observées.

Les dommages humains et matériels seraient alors très importants du fait de la densité de population dans la région. Dans les pays où le taux de pénétration de l'assurance est élevé, gouvernements et compagnies de réassurance pourraient alors aider les compagnies d'assurance à indemniser les individus aussi bien que les entreprises. Dans les pays où le taux de pénétration de l'assurance est moins élevé, l'effort à fournir par les seuls organismes gouvernementaux et humanitaires pour faciliter le retour à la normale de l'activité locale serait extrêmement important.

La progression de l'assurance apparaît donc comme l'un des principaux leviers en faveur de l'adaptation des pays à des phénomènes climatiques dits « extrêmes » du fait de leurs dommages potentiels.

Or, la progression de l'assurance est souvent corrélée au développement économique du pays. Actuellement, il existe effectivement une différence entre les pays développés, où le taux de pénétration de l'assurance est généralement élevé, et les pays les moins avancés, où les formes de protection sociale prennent plus souvent la forme d'aides sociales ou de subventions.

Constatant ce lien entre le taux de pénétration de l'assurance d'un pays, son niveau de développement et sa capacité d'adaptation aux changements climatiques, le texte de décision de la Conférence des Parties « demande au Comité exécutif du Mécanisme international de Varsovie de créer un centre d'échange d'informations sur le transfert des risques qui puisse servir de source centrale de données sur l'assurance et le transfert des risques de façon à faciliter les efforts déployés par les Parties pour mettre au point et appliquer des stratégies globales de gestion des risques ».

Face aux risques extrêmes, des systèmes d'assurance-climat financés par les pays développés pour les pays en développement victimes de catastrophes naturelles, comme celui mis en place par la Munich Climate Insurance Initiative, pourraient se généraliser. Ces mécanismes ne peuvent cependant être envisagés que pour des « catastrophes naturelles » exceptionnelles pendant lesquelles le nombre de personnes touchées par les aléas est particulièrement élevé. Or, pour permettre aux populations rurales vivant de l'agriculture de ne pas être trop affectées par des hivers un peu plus froids ou par des étés un peu plus secs que la moyenne, d'autres mécanismes doivent être imaginés à l'échelle locale.

L'assurance paramétrique ou assurance indicielle pour atténuer l'impact des variations météorologiques

Relativement peu connu, un système d'assurance est apparu dès les années 1990. Il avait pour objectif de compenser financièrement les pertes dues à une mauvaise récolte et de protéger ainsi les agriculteurs des pays en développement et des pays les moins avancés. Ce système est l'assurance paramétrique, ou assurance indexée. Il repose sur un mécanisme simple : une indemnisation est versée sur la base d'un seuil de déclenchement paramétrique comme la pluviométrie ou la température. Ce système se distingue de l'assurance agricole traditionnelle en cela qu'il n'engendre pas de coûts ni de délais importants liés au constat des pertes.

Ce système est généralement mis en place à une échelle locale pour assurer un groupe d'agriculteurs qui présentent une exposition similaire aux risques météorologiques. En amont, les compagnies d'assurance déterminent un indice représentatif des dommages potentiels d'aléas climatiques homogènes sur la zone ainsi que le seuil qui met en péril les agriculteurs. Une fois celui-ci établi, de simples relevés suffisent, sans nécessité d'aller constater les dommages sur place. Le constat est alors établi automatiquement sur la base de relevés de données météorologiques satellitaires ou issus des stations locales.

Ce système a été conçu pour être simple dès lors que des données fiables sont aisément accessibles. S'il était au départ difficile de déployer ces solutions dans des endroits où les relevés ne sont pas systématiques, la plus grande précision des données satellitaires et la simplification du traitement des données grâce au développement du Big Data, contribuent désormais à son développement. Certains assureurs comme Axa se sont d'ailleurs déclarés plus enclins à développer de tels systèmes.

Une fois le franchissement du seuil constaté, l'indemnisation est alors quasi automatique : son montant est défini dans le contrat et le principe de déclaration est simplifié afin de permettre le versement de l'indemnisation sous 5 jours ouvrés en moyenne.

Dans la mesure où il s'agit d'une assurance basée sur un seuil souvent météorologique, les contrats sont établis de telle sorte que, lorsqu'un aléa survient, l'ensemble des agriculteurs de la zone sont indemnisés. Ce mécanisme permet ainsi la protection des agriculteurs à l'échelle régionale et non individuelle comme c'est le cas pour l'assurance traditionnelle des pays développés.

D'une assurance en faveur du développement des zones rurales à une assurance en faveur de l'adaptation au changement climatique

L'assurance paramétrique a pour conséquence de réduire l'exposition au risque des populations rurales : leurs revenus sont rendus moins aléatoires, elles deviennent « solvables » et peuvent avoir accès au crédit. À l'échelle individuelle, de nouvelles stratégies d'investissements dites « positives » se substituent aux stratégies « négatives » visant d'abord à assurer la survie de la famille.

Ainsi, des investissements visant à augmenter le rendement ou à accroître la production peuvent être envisagés afin de développer les exploitations sur le moyen terme. Un cercle vertueux peut alors se mettre en place et concourir au développement des zones rurales des pays les moins avancés et des pays en développement.

A l'origine, ces mécanismes étaient principalement soutenus par les organisations internationales sous la forme de partenariats avec les plus grands acteurs du secteur. En 2006, la filiale Axa Re avait signé un contrat avec le Programme Alimentaire Mondial (PAM) pour assurer l'Éthiopie dans le cas d'une sécheresse extrême. En janvier 2011, Swiss Re avait mis en place un programme d'assurance paramétrique basé sur la pluviométrie en Haïti pour les micro-entrepreneurs. Enfin en 2015, Axa a conclu un partenariat avec la Banque Mondiale dans le cadre du Programme global pour l'assurance indicielle (GIIF) visant à développer l'assurance des agriculteurs vulnérables pour les aider à faire, plus spécifiquement en Afrique, dans les Caraïbes et dans le Pacifique.

Ce fonds mondial a permis à 600 000 éleveurs, agriculteurs et micro-entrepreneurs de faire face à des aléas climatiques et le montant total des indemnités versées à ce jour s'élève à 119 millions de dollars. Cependant, ces types de programmes visent à faire des gouvernements locaux, l'un des grands leviers de la pérennité du système grâce à la mise en place d'un cadre propice au développement de ces mécanismes.

Il faut en effet que l'assureur soit en mesure d'accéder à des informations fiables qui lui permettront de déterminer le type d'indice le plus significatif des dommages que peuvent subir les agriculteurs localement. Cette première phase relativement coûteuse peut nécessiter plusieurs années de collectes d'informations météorologiques et économiques. Par la suite, il faut que l'assureur ait la garantie de pouvoir continuer d'accéder à ces informations indispensables à la pérennité du système et qu'il sensibilise la population locale au fonctionnement de ces assurances.

L'avantage des partenariats avec les organisations internationales ou les autorités locales est de permettre aux assureurs de diminuer les coûts de la mise en place du système grâce à la mise à disposition d'experts ou à la prise en charge de certains coûts. Sans ces partenariats, les compagnies d'assurance sont confrontées à des coûts trop importants pour une rentabilité faible dans les pays les moins avancés et dans certains pays en développement.

En revanche, dans les pays développés, où les informations sont facilement accessibles et où les assureurs sont déjà présents et ont une bonne connaissance du marché, ce système progresse et assure le secteur agricole mais également d'autres secteurs dits « météo-sensibles » comme le secteur énergétique ou le secteur touristique.

Conclusion

L'un des effets potentiellement négatifs qui découlent directement du principe d'assurance est l'aléa moral ; l'assurance est alors perçue comme un outil qui pourrait inciter les individus à s'exposer volontairement au risque en sachant qu'un mécanisme de protection est prévu par le contrat d'assurance. Dans le cas d'un système d'indemnisation reposant sur un paramètre météorologique à l'échelle d'une région, ce risque est très peu présent.

En revanche, ces systèmes d'assurance pourraient favoriser la « maladaptation », c'est-à-dire « un processus d'adaptation qui résulte directement en un accroissement de la vulnérabilité à la variabilité et au changement climatiques et/ou en une altération des capacités et des opportunités actuelles et futures d'adaptation ». L'assurance paramétrique pourrait effectivement encourager les agriculteurs à continuer de cultiver des espèces qui ne conviendront plus à terme aux nouvelles conditions météorologiques locales, et ainsi, à négliger des stratégies visant à agir en prévention de l'aléa climatique.

Pour faire face à ce type de risques, la progression de l'assurance dans les pays les moins avancés et dans les pays en développement doit être envisagée comme l'un des outils de protection sociale à disposition des populations et s'inscrire dans un cadre défini et contrôlé par les autorités locales au cœur d'une stratégie de développement et d'adaptation au changement climatique.

Bibliographie / Pour plus d'information

- FAO, 2015. *The State of Food and Agriculture, Social protection and agriculture: breaking the cycle of rural poverty.*
- Le Plat C., Loiseau A., 2015. *Métiers : l'assurance indicielle, une solution prometteuse*».
- CCNUCC, 2015. *Décision de la 21ème session de la Conférence des Parties.*
- International Finance Corporation. *Global Index Insurance Facility, An innovative program which is part of the World Bank Group's Finance & Markets Global Practice.*
- Magnan A., Policy Briefs n° 08/2016 IDDRI, 2013. *Éviter la maladaptation au changement climatique.*
- GRET, 2011. *Assurance indicielle et warrantage, quel intérêt pour les petits agriculteurs?*



Adoption of the Mediterranean Strategy for Sustainable Development 2016-2025 *Investing in environmental sustainability to achieve social and economic development*

Julien Le Tellier
Nelly Bourlion
Plan Bleu (UNEP/MAP)

Food and agriculture security is of primary importance in the Mediterranean since the region is deficient in agricultural production, with a strong imbalance between some Northern countries (exporter) and the Southern ones (importer). Food production patterns are unsustainable due to lack of land resources, water resources scarcity, and climate change impacts. Agriculture is suffering climate change effects and is the most dependent sector on climate. On the other hand, agriculture sector represents opportunities of adaptation and mitigation response to climate change, for instance regarding carbon sequestration of crops.

In addition, it is recognized that less food and agriculture security means more risk of social and politic instability. For instance, a decade of droughts in Syria has been amplified by unsustainable agriculture model. Indeed, aggravated by climatic vulnerabilities and climate change impacts, inequality, oppression and poverty remain at the core of environmental destruction. Following Arab springs and political crisis, the main challenge is that of governance to address wrong economic growth models, poverty and unemployment, food and water security threats, and environmental degradation.

Food and agriculture security and rural development are at the core of the 2030 Agenda for Sustainable Development adopted by United Nations in September 2015, New York. Investing in the agricultural sector sustainability can address not only hunger and malnutrition but also other challenges including poverty, water and energy use, climate change, and unsustainable production and consumption patterns. The Mediterranean Strategy for Sustainable Development (MSSD 2016-2025) represents a declination of the global sustainable development agenda at the Mediterranean scale.

Due to the overwhelming relevance of sustainable agriculture as well as food security and nutrition for sustainable development and poverty reduction, these issues have been given high priority in several MSSD objectives and strategic directions. The challenge remaining is now to put in place a process to efficiently and jointly monitor the implementation of the 147 actions agreed upon by the Contracting Parties of the Barcelona Convention.

MSSD 2016-2025: what is it?

At their 19th Ordinary Meeting (COP19) held in Athens, Greece, 9-12 February 2016, the Contracting Parties to the Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean (Barcelona Convention) adopted MSSD 2016-2025. The Strategy is a guiding document for all stakeholders to translate the 2030 Agenda for Sustainable Development at regional, sub-regional and national levels.

MSSD 2016-2025 is formulated taking into account the outcomes of the UN Conference on Sustainable Development (Rio+20), which put particular focus on the green economy in the context of sustainable development and poverty eradication. The Strategy aims to contribute significantly to the long-term sustainable development vision of the Mediterranean region, especially within the context of the 2030 Agenda for Sustainable Development and the adoption of the Sustainable Development Goals (SDGs) by the United Nations General Assembly in September 2015 (New York).

The review of the 2005-MSSD¹ was led by the Mediterranean Commission on Sustainable Development (MCSD) with the assistance of the Secretariat to the Barcelona Convention (Coordinating Unit of the Mediterranean Action Plan – UNEP/MAP) through its Plan Bleu Regional Activity Centre (PB/RAC) and the support of the other MAP components (RACs). All member States and regional key stakeholders had the opportunity to participate to the MSSD Review through a highly inclusive process.

MSSD 2016-2025 is a strategic policy framework to secure a sustainable future for the Mediterranean region, adapting international commitments to regional conditions, guiding national strategies and stimulating regional cooperation in the achievement of sustainable development objectives, and linking the need to protect the environment to socio-economic development. The Strategy is based on the principle that socio-economic development needs to be harmonized with the environment and protection of natural resources. It emphasizes that investing in the environment is the best way to secure long-term sustainable job creation: an essential process for the achievement of sustainable socio-economic development for the present and future generations.

MSSD 2016-2025 highlights that the Mediterranean region is particularly rich in human settlements and civilizations, both ancient and modern, as well as in natural ecosystems and environmental values. However, the Mediterranean is at the same time subject to considerable pressures, due to urban sprawl of big agglomerations and coastal cities, intense economic uses leading resources and ecosystems to stress conditions, and significant disparities between sub-regions. Therefore, the MSSD vision answers to the need for a proper development direction: A prosperous and peaceful Mediterranean region in which people enjoy a high quality of life and where sustainable development takes place within the carrying capacity of healthy ecosystems. This must be achieved through common objectives, strong involvement of all stakeholders, cooperation, solidarity, equity, and participatory governance.

MSSD 2016-2025 addresses key areas impacted by human activity, from the marine and coastal environments, using ecosystem-based approach and planning tools such as Integrated Coastal Zone Management (ICZM), to urban settlements and the rural and agricultural systems. It also focuses on climate change, which is expected to impact severely the Mediterranean. The Strategy also introduces emerging approaches that help in turning political will into reality: e.g. a Green economy approach combined with Sustainable Consumption and Production (SCP).

MSSD 2016-2025 follows a structure based on six objectives that lie in the interface between environment and development. They were chosen to provide scope for an integrated approach to address sustainability issues. The first objectives of the Strategy reflect a territorial approach, while the other objectives are crosscutting ones, as follows:

1. Ensuring sustainable development in marine and coastal areas;
2. Promoting resource management, food production and food security through sustainable forms of rural development;
3. Planning and managing sustainable Mediterranean cities;
4. Addressing climate change as a priority issue for the Mediterranean;
5. Transition towards a green and blue economy;
6. Improving governance in support of sustainable development.

A set of strategic directions is formulated for each of the six overall objectives. The strategic directions are complemented by national and regional actions, as well as flagship initiatives and targets. The actions aim at providing guidance and inspiration for the most effective implementation of the Strategy. Not all countries may have the necessity or the resources to undertake all the proposed actions; the proposed actions need to be adapted to national needs.

¹http://planbleu.org/sites/default/files/upload/files/smdd_uk.pdf

Finally, it is worth reminding that the CIHEAM Strategic Agenda 2025 is in line with MSSD 2016-2025 Objective 2 presented in this paper, notably concerning three axes, as follows: Food security and nutrition “Boosting sustainable agriculture and food”; Inclusive development “Investing in new generations and marginal territories”; Crises and resilience “Preventing risks and managing tensions”. In addition, CIHEAM and UNEP/MAP system, including Plan Bleu Regional Activity Centre, share fundamental values listed in this Strategic Agenda 2025: e.g. Holistic vision of development; Multilateral approach; Bottom-up collaboration, and; Problem solving oriented projects. This paper is also an opportunity to acknowledge CIHEAM experts who contributed to the MSSD Review process at various occasions along this process: e.g. online consultations, participatory workshops, regional conference, 16th MCSD Meeting.

Agriculture and climate change in the MSSD

The sustainable management of natural resources, rural development and food production and security are interdependent aspects that ensure the well-being of rural communities and provide significant inputs to downstream industries, from food processing to tourism. Agriculture represents a key issue in the Mediterranean, especially facing global changes such as climate change and anthropogenic pressures. Agriculture and climate change are interconnected: climate change impacts agriculture since farming activities depend on climatic conditions, and agriculture contributes to climate change through the release of greenhouse gases into the atmosphere. However, agriculture also contributes to climate change mitigation by reducing greenhouse gas emissions and by sequestering carbon while maintaining food production.

Rural areas in the Mediterranean are relatively diverse in their history, culture, natural conditions, population density, settlements, economic structure, and human resources, and thus require different policy interventions. When addressing the use of natural resources in rural areas, attention must be paid to the protection of terrestrial ecosystems, which provide essential goods and services for human development. Those range from food and water to medicinal plants, fuel, timber, and housing materials. The maintenance of the good status and health of those ecosystems is therefore fundamental for both biodiversity conservation and human well-being.

The issue of agriculture and rural development is mainly dealt within MSSD Objective 2 “Promoting resource management, food production and food security through sustainable forms of rural development”. In Box 1 below are reproduced the list of issues addressed by this Objective 2. Food cooperation among Mediterranean countries is a main issue. In the northern Mediterranean countries, agricultural and pastoral land abandonment and reforestation campaigns have been effective, while in southern and eastern Mediterranean countries the pressures on ecosystems remain strong, particularly in North African countries because of the high population pressure on land and water resources, urban sprawl, over exploitation of forests and overgrazing². In addition, desertification processes are exacerbated by climate change, causing increased aridity and extreme events (long periods of drought, devastating floods of land and livestock, large cold spells), with strong socio-economic impacts on farmers.

The Mediterranean agri-food sector consumes significant rural resources and constitutes one of the main drivers of environmental degradation through processes such as desertification of marginal lands and pollution run-off from farming. At the same time, the sector is a key player in the conservation of the Mediterranean agricultural landscape and in providing livelihoods and employment. All around the Mediterranean’s rural areas, food production and food security are of paramount importance. Given the importance of small and medium-sized farms in the rural areas of the southern and eastern Mediterranean countries and their mobilization of the family workforce, family farms contribute to food security of farm households and local communities by the supply of domestic markets. Furthermore, the intra-family and intergenerational solidarity prevailing in farm households contribute significantly to the fight against food insecurity and social vulnerability of rural populations. However, access to land is increasingly open to foreign capital and investors without much consideration of the effects on agricultural and rural societies at the local level. The southern and eastern Mediterranean countries are also vulnerable to changes in international agricultural prices due to their high dependence on cereal imports. This context makes agricultural and food security issues particularly sensitive.

² State of Mediterranean Forests 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, <http://www.fao.org/docrep/017/i3226e/i3226e.pdf>

Furthermore, since the impacts of climate change are likely to include the degradation of agricultural water resources and loss of fertile soils, ensuring food security and rural vitality by adapting agriculture to climate change is also necessary. Small farmers will be directly affected by these impacts, which represent risks in terms of the stability of rural areas. This calls for adaptation strategies and services for agricultural and

rural areas, as well as public and private support for those adaptations, such as promotion of agro-environmental practices, alternative agricultural methods, crop diversification, controlling and limiting use of genetically modified organisms, and conservation of water and soil, limiting the consumption of such natural resources.

Box 1

List of issues addressed by Objective 2 of MSSD 2016-2025

Natural resources and ecosystem services

- Loss of biodiversity and local varieties of crops and indigenous breeds from:
- Overexploitation or illegal use of water and other natural resources
- Habitat loss, degradation and fragmentation, and lack of appropriate valuation
- Alien and invasive species
- Genetically modified organisms
- Climate change
- Pollution of soil, water and air
- Degradation and fragmentation of terrestrial ecosystems, notably forests
- Protected areas at risk from insufficient spatial coverage, planning, management and funding
- Insufficient awareness of ecosystem services and their economic benefits from society, industries and policymakers, and lack of appropriate valuation
- Cross-border issues in the management of natural resources and livestock production

Rural development and food

- Vulnerability of small producers to economic and climatic changes and natural resource scarcity
- Low provision of social services and infrastructure in certain rural areas
- Loss of agricultural land, erosion and desertification
- Socio-economic inequalities affecting rural populations, particularly women and youth
- Logistical deficit at local, national and regional levels, including lack of access of local and small producers to land, water, credit, and markets
- Agricultural production and market controlled by large players, leaving limited access for small-scale producers and local products
- Loss of traditional know-how and aging farmers
- Insufficient collective organization and lack of participation of local communities in natural resource management
- Insufficient consideration of water, land and food security nexus

Strategic direction 2.1 : Promote the sustainable use, management and conservation of natural resources and ecosystems

MSSD 2016-2025 underlines the need for compliance of national legal measures with international and regional commitments to promote the sustainable use, management and conservation of natural resources and ecosystems.

It calls for effective and participatory management of protected areas and exploitation of renewable natural resources for a regulated development in rural areas, including through Environmental Impact Assessment, Strategic Environmental Assessment and permitting processes. The Strategy aims to address the limits to sustainable rural development caused by the unsustainable use of natural resources and ecosystem goods and services, particularly energy, food and water, through improving efficiency.

It recommends institutional and legal reforms fostering water cooperation programs among sectors and cross-borders. The Strategy also suggests adopting policies, regulatory measures and instruments for sustainable exploitation of non-renewable resources and related post-extraction restoration. The target under this strategic direction is to take urgent and significant action to reduce the degradation and fragmentation of natural habitats, halt the loss of biodiversity and, by 2020, protect and prevent the extinction of threatened species, and take further action as needed by 2030.

Strategic direction 2.2: Promote conservation and use of indigenous or traditional plant varieties and domestic animal breeds, value traditional knowledge and practices in rural management decisions

MSSD 2016-2025 aims to promote conservation and use of indigenous or traditional plant varieties and domestic animal breeds, as well as to value traditional knowledge and practices in rural management decisions. The Strategy calls for establishing national seed banks and knowledge repositories and encourages them to engage in regional collaboration. It promotes the valorization of traditional knowledge and land races, emphasizing the need for supporting their integration in education and training for rural and agricultural practices.

Strategic direction 2.3: Promote networks of ecologically protected areas at national and Mediterranean level and enhance stakeholder awareness on the value of ecosystem services and the implications of biodiversity loss

Strategic direction 2.3 focuses on the promotion of networks of ecologically protected areas at national and Mediterranean level, as well as the enhancement of stakeholder awareness on the value of ecosystem services and the implications of biodiversity loss. The pressures on protected areas created by insufficient spatial coverage, planning and management processes call for, at the national level, programs that strengthen the protection of biodiversity and the actual management of such areas. Legal or financing mechanisms accompany actions that raise awareness on the economic, social and environmental value of ecosystem services. The promotion of national and regional networking processes aims at reuniting directors and managers for enhancing the synergies of their actions.

At the regional level, the Strategy supports further networking, as well as the promotion of the new “Green list” initiative agreed between IUCN and IUCN national committees to assess the efficiency and effectiveness of park management bodies created at the IUCN World Parks Congress³.

Strategic direction 2.4: Promote inclusive and sustainable rural development, with a specific focus on poverty eradication, women's empowerment and youth employment, including equitable and sustainable access to basic local services for rural communities

MSSD 2016-2025 addresses the social and environmental consequences created by inequalities affecting rural populations, particularly women and youth, by developing skills and opportunities through participatory rural development programs that take into account traditional knowledge, skills and crafts in order to add value to rural territories and local cultural assets. Strategic direction 2.4 promotes inclusive and sustainable rural development, with a specific focus on poverty eradication.

At a national level, policy measures and fiscal arrangements should encourage rural multi-functionality, coupling tourism and agriculture, benefiting to women's empowerment and youth employment. Such actions should also lead to equitable and sustainable access to basic local services for rural communities. A regional action focuses on international partnerships and networks to build capacity in the promotion of traditional knowledge, skills and crafts, as well as the establishment of capacity development programs for local communities.

Strategic direction 2.5: Ensure access of local producers to distribution channels and markets, including the tourism market

In order to ensure an equitable access of local producers and small-scale farmers to distribution channels and markets, including the tourism market, national programs supporting agro-ecological and organic technologies will add value to local assets, products, and processes. This will be achieved through the use of innovative products and processes, cooperation schemes, market instruments, marketing plans, and labelling schemes.

³https://www.iucn.org/about/work/programmes/gpap_home/gpap_quality/gpap_greenlist/

The Strategy focuses on the added-value of organic, labelled, and conservation agriculture, while controlling and limiting the use of genetically modified organisms. On the demand side, awareness-raising campaigns will be developed in order to sensitize consumers regarding local economic benefits.

What's next?

A strategy depends on its implementation mechanism. How can a proper implementation of MSSD 2016-2025 be ensured, at both the regional and individual signatory levels?

Facilitated by the MAP system, the participation of all stakeholders will play a decisive role in the delivery of the Strategy, from national and local governments to civil society, academia, private sector, and the support of regional institutions. A comprehensive and participative monitoring system will be put in place over the coming months under the auspices of Plan Bleu, through the development of a dashboard of sustainability indicators for the Mediterranean. For greater efficiency, data from different sources – scientific, institutional – will be cross-referenced by international bodies. Crowdsourcing will also be encouraged by inviting participation from associations, as well as big data technology.

It is a collective effort, through which the sum will be much greater than the addition of the parts, thanks to the synergies developed and economies of scale achieved. That is why we encourage the commitment of all concerned stakeholders for the implementation of the Strategy.

Bibliography / More information

- Mediterra 2009. *Rethinking rural development in the Mediterranean*. CIHEAM and Plan Bleu. Presses de Sciences Po, Paris, 2009.
- Jean-Louis Rastoin, 2015. *Les systèmes alimentaires territorialisés : considérations théoriques et justifications empiriques*. Economies et Sociétés, Série « Systèmes agroalimentaires », AG, N° 37, Ismêa Les Presses, Paris.
- Najib Saab, Conference on the Review of the Mediterranean Strategy for Sustainable Development, key-note speech, Malta, February 2015.
- UNEP/MAP (2016). *Mediterranean Strategy for Sustainable Development 2016-2025*. Valbonne. Plan Bleu, Regional Activity Centre.
http://planbleu.org/sites/default/files/upload/files/MSSD_2016-2025%281%29.pdf



L'oléiculture face aux changements climatiques en Méditerranée

Francesco Serafini

Chef du département Environnement, Conseil oléicole international (COI)

Un arbre emblématique

La culture de l'olivier est l'un des principaux signes distinctifs de l'identité du bassin Méditerranéen. L'olivier est en effet considéré comme étant le premier arbre à avoir été introduit en agriculture. Il a commencé à être cultivé il y a environ six mille ans dans la zone du Proche-Orient d'où il s'est diffusé dans l'ensemble de la Méditerranée.

L'olivier a toujours été cultivé en régime pluvial et souvent en association avec d'autres cultures, herbacées ou ligneuses, et presque toujours sur des sols pauvres et marginaux. En raison peut-être de la faible productivité de cette espèce, les cultivateurs n'ont jamais cessé de rechercher de nouvelles variétés. Dans chaque village, chaque oasis, les agriculteurs ont sélectionné et cloné les arbres les plus adaptés, en fonction de critères comme la taille des fruits, leur rendement en huile, la résistance des oliviers à différents facteurs biotiques et abiotiques, etc. C'est cette sélection qui a donné lieu aux différentes variétés (cultivars) que nous connaissons aujourd'hui.

Ces sélections ont d'abord été effectuées à partir des forêts d'oléastres qui existaient dans chaque zone, puis à partir de la descendance obtenue, grâce à l'expansion de la civilisation d'une région à l'autre (Phéniciens, Grecs, Romains, Arabes en Méditerranée, Espagnols et Portugais de l'Europe aux Amériques). C'est la raison pour laquelle chaque zone oléicole est caractérisée aujourd'hui par une - voire deux ou trois au maximum - variété principale et un grand nombre d'autres variétés de moindre importance en termes de superficie ou de productivité.

Une incroyable capacité d'adaptation

Au fil de centaines et, dans certains cas, de milliers d'années, l'olivier s'est adapté aux différentes conditions pédoclimatiques et certaines variétés ont ainsi développé des caractéristiques spécifiques adaptées à leur environnement.

Mais que signifie s'adapter ? Le terme adaptation indique la capacité d'un organisme à survivre dans un environnement en évolution permanente et plus ou moins prévisible. Plus la capacité d'adaptation d'un organisme est élevée, et plus il a de chances de survivre. Le changement climatique est un phénomène qui, par sa spécificité, évolue si rapidement qu'il est impossible pour une plante comme l'olivier de s'adapter immédiatement à un changement si soudain.

On a beaucoup écrit sur le changement climatique et sur l'impact possible de ce phénomène sur l'oléiculture, aussi bien sur le plan physiologique (de la plante) que sur le plan économique, et les avis sur la question sont souvent contradictoires. Ce qui est certain néanmoins, c'est que le changement climatique aura un impact sur les aires actuelles de culture.

Ce phénomène pourrait également avoir un impact sur l'incidence de certaines maladies ou ravageurs affectant l'olivier. Prévoir cette éventualité est essentiel pour éviter de se retrouver dans des situations d'urgence qui pourraient avoir des répercussions dramatiques. L'attaque récente de la bactérie *Xylella fastidiosa*, observée pour la première fois en Italie, a focalisé l'attention de l'ensemble de la communauté scientifique internationale. D'autres facteurs biotiques ont eu des effets dévastateurs, comme par exemple les conditions climatiques exceptionnellement favorables qui se sont vérifiées en Italie en 2014 et qui ont provoqué une attaque sans précédent de la mouche de l'olivier, entraînant une diminution de la production oléicole du pays de 40 % (certaines zones de l'Ombrie et de la Toscane n'ont pratiquement rien récolté cette année-là). C'est la raison pour laquelle il est essentiel d'assurer une vigilance extrême de tous les signaux transmis par la plante pour savoir reconnaître les pathogènes qui l'attaquent.

Le changement climatique suscite donc de sérieuses inquiétudes quant aux variations que peut entraîner la hausse des températures et la réduction des précipitations. Compte tenu de l'importance économique et sociale de l'oléiculture, il est fondamental que toute activité entreprise dans ce domaine prévoie l'impact de ce changement sur la culture de manière à identifier au mieux des stratégies d'adaptation ou d'atténuation du phénomène. D'où l'importance de prévoir, grâce à des modèles mathématiques et statistiques, quelle pourra être la situation dans 40 ans et de préparer une stratégie adéquate.

Toutefois, prévoir les évolutions futures et définir des marges d'amélioration du système « olivier » est, comme c'est le cas de nombreux autres systèmes agronomiques, extrêmement compliqué. Il convient en effet de tenir compte de toutes les interactions entre la plante, le sol et le climat. Le seul moyen d'analyser un système aussi complexe est d'avoir recours à des modèles de simulation. Toutefois, l'application de ces modèles est compliquée car le climat ne peut se prévoir que dans le futur et il ne permet pas une observation expérimentale. Pourtant les modèles de simulation sont actuellement le seul instrument suffisamment puissant à des fins de prévision mais également, et surtout, à des fins d'analyse.

Plus qu'un simple moyen de subsistance

Si, comme cela est prévisible, l'aire de distribution de l'olivier se déplace vers le Nord en raison des effets du réchauffement climatique, ce phénomène n'affecterait pas seulement la production mais engendrerait surtout un problème social qui, en l'absence de mesures adéquates, pourrait avoir des conséquences graves.

Ce serait en effet une erreur d'aborder uniquement le problème d'un point de vue économique. Il convient également et surtout d'examiner la situation d'un point de vue culturel et social dans la mesure où l'olivier fait partie, comme nous l'avons dit plus haut, du patrimoine et de l'identité des pays du bassin Méditerranéen où il joue un rôle fondamental. L'olivier contribue à ralentir la désertification et l'érosion dans les régions concernées et permet ainsi de maintenir les populations en milieu rural.

Dans la plupart des pays producteurs du Sud et de l'Est du bassin Méditerranéen, il existe des zones importantes où les populations rurales vivent presque exclusivement de l'oléiculture. Tout phénomène qui affecterait cette activité aurait donc inévitablement une forte répercussion sociale et économique sur le modus vivendi des agriculteurs et par conséquent de l'ensemble de la population. Pour certaines de ces populations, pouvoir produire des olives signifie souvent pouvoir se nourrir ou non, pouvoir rester dans leur milieu rural ou abandonner leurs terres pour chercher à s'intégrer dans un autre milieu social, avec tous les problèmes que cela suppose.

Ainsi, le changement climatique n'est pas seulement une question économique. Son aspect social est tout aussi important et il doit être pris en compte au moment de définir une stratégie visant à résoudre le problème. Le changement climatique aura inévitablement comme effet d'entraîner la modification des pratiques de culture qui sont actuellement appliquées par les oléiculteurs. Ce phénomène pourra également entraîner l'apparition de nouveaux pathogènes et parasites.

Comment se préparer à ce scénario qui s'annonce proche et qui pourrait affecter l'intégralité de la filière oléicole ? De nombreuses réponses devront être apportées par la recherche parce que c'est seulement à travers elle que des solutions pourront être trouvées. Elle sera amenée à explorer différentes voies.

Toutefois, il est important d'analyser le système olivier sur la base de ce qu'il peut faire pour l'environnement et considérer cette culture comme une ressource capable, entre autres, d'atténuer les effets du changement climatique, sous le concept d'empreinte environnementale, qui renferme l'empreinte carbone, l'empreinte hydrique et la biodiversité.

Empreinte carbone

Lorsque nous parlons d'empreinte carbone, nous faisons référence au bilan des émissions des gaz à effet de serre (GES) tout au long du cycle de vie d'un produit, en équivalent carbone par unité déclarée. Différentes études scientifiques ont démontré que l'oléiculture avait des effets positifs sur l'environnement (biodiversité, amélioration des sols, barrière à la désertification, etc.) et que l'adoption de pratiques agronomiques adéquates permettait d'augmenter la capacité de fixation du CO₂ de l'atmosphère dans les structures végétatives permanentes (la biomasse) et dans le terrain, l'effet puits de carbone (c'est-à-dire de séquestration de CO₂) de l'olivier étant très supérieur aux émissions de GES pour produire une unité (un litre d'huile d'olive vierge).

Plus simplement, selon des études publiées jusqu'à présent, si le fait de produire un litre d'huile d'olive (vierge ou vierge extra) donne lieu à l'émission dans l'atmosphère de 1,5 kg de CO₂-eq de moyenne tout au long du cycle de vie du produit, l'adoption de pratiques agronomiques pertinentes permet à l'olivier de fixer dans le sol une quantité d'environ 11,5 t CO₂/ha/an¹ (dans une oliveraie adulte semi intensive - 200 arbres/ha - avec un rendement agronomique moyen - 30 kg d'olives par arbre : moyennement 6 kg d'olives par un litre d'huile, avec un rendement moyen de 17%), donnant donc un bilan positif.

Un exemple fort pour illustrer cette affirmation

Si l'on considère qu'une voiture de moyenne cylindrée émet dans l'atmosphère une moyenne de 0,120 kg CO₂ eq/km², on peut conclure que la production d'un litre d'huile d'olive vierge ou vierge extra (soit 0,920 kg) permet de séquestrer l'équivalent de ce qu'émet une voiture de moyenne cylindrée lorsqu'elle parcourt 95 km.

Plus concrètement, avec une consommation moyenne de 5 litres de carburant pour faire 100 km, la même voiture émet 12 kg de CO₂. Il est donc possible d'affirmer que : « la production d'un litre d'huile d'olive absorbe l'émission de CO₂ équivalente à 5 litres de carburant ».

La réponse du COI

Pour permettre aux oléiculteurs de calculer l'effet puits de carbone de leur oliveraie, le COI a mis au point une application informatique. Ce travail a commencé en 2012 et l'application informatique a vu le jour en 2015. Conscient de l'importance, aussi bien du point de vue technique que politique, d'intégrer le bilan carbone de la phase agricole dans l'empreinte carbone de l'huile d'olive, le groupe de travail constitué à cet effet a décidé d'étudier des exemples génériques sur l'influence de cette intégration sur le bilan carbone d'un litre d'huile d'olive. Les méthodologies de calcul du bilan carbone déjà disponibles ont ainsi été complétées au moyen des principes de calcul (paramètres et leur influence) et des données de référence disponibles.

Pour la mise au point de cette (sous-) méthodologie ou recommandation de calcul, le groupe de travail du COI a suivi les inventaires (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change) et les modalités de communication B2B (business-to-business) et B2C (business-to-consumer).

L'application informatique finalement mise au point pour le bilan du CO₂ en oléiculture peut être utilisée par tout agriculteur, depuis n'importe quelle partie du monde, pour évaluer son bilan carbone. Cette application est disponible sur le site web du COI : <http://carbonbalance.internationaloliveoil.org/fr>

C'est pour présenter ces résultats que le COI a fait part de son intention de participer à la COP22. La Conférence des Parties (COP) est une rencontre annuelle organisée sous les auspices des Nations-unies sur le thème du changement climatique. La prochaine conférence sur le climat des Nations Unies (COP22), qui aura lieu du 7 au 18 novembre 2016 à Marrakech (Maroc), sera consacrée à l'atténuation des effets du changement climatique et l'innovation en matière d'adaptation.

Les portes donc de la conférence mondiale sur le climat sont sur le point de s'ouvrir et être présents à cet événement pourrait signifier pour tout le secteur un saut qualitatif pour positionner l'huile d'olive non seulement comme un aliment dont les effets positifs sont reconnus en matière de santé mais également comme un produit bon pour l'environnement.

¹ Adriano Sofo et al. Scientia Horticulturae 107 (2005) 17–24: Net CO₂ storage in mediterranean olive and peach orchards

² http://www.ilssole24ore.com/special/emissioni_auto

Empreinte hydrique

Quant à l’empreinte hydrique, l’optimisation d’une ressource aussi importante et rare que l’eau doit constituer la priorité de tous les pays. A ce titre, l’olivier étant majoritairement cultivé dans un environnement aride (70 % de l’oléiculture mondiale est conduite en régime pluvial, c’est-à-dire sans l’aide de l’irrigation), c’est une plante « économe » en eau (l’irrigation permet néanmoins d’augmenter considérablement la production).

La réponse du COI

Pour optimiser cette ressource, le COI a lancé dès 2009 un projet pilote intitulé Irrigaolivo qui a été mis en œuvre au Maroc et en Syrie à titre expérimental en vue de mettre les résultats obtenus à la disposition des autres pays méditerranéens. Ce projet a été élaboré par le Secrétariat exécutif du COI dans l’objectif d’améliorer la production des petites exploitations oléicoles grâce à l’installation d’un système d’irrigation durable et l’adoption de pratiques de gestion rationnelle de l’eau pour l’optimisation des apports d’eau et le calendrier d’irrigation³

Ce projet, qui avait pour objectif non seulement de démontrer les avantages de l’irrigation au goutte à goutte par rapport à l’irrigation traditionnelle mais également d’expérimenter différents apports d’eau, a permis de conclure qu’une irrigation déficitaire, c’est-à-dire n’utilisant que 70 % des besoins hydriques de la plante, permet d’obtenir une plus grande production et une huile d’olive de meilleure qualité et de réaliser une économie importante de cette ressource précieuse.

Biodiversité

Le dernier élément, mais pas le moins important, que renferme le concept d’empreinte environnementale est la biodiversité. Conserver la diversité des écosystèmes, des espèces et des gènes est la condition sine qua non pour assurer notre survie. On sait aujourd’hui que le changement climatique a commencé à modifier notre environnement, que la contamination a un impact sur le sol, sur l’air et sur l’eau.

Ce sont des facteurs qui frappent durement la biodiversité de l’ensemble de la planète. En ce qui concerne l’olivier, à la question de savoir ce qu’il est possible de faire pour protéger la variabilité génétique d’une espèce aussi importante qu’*Olea europaea*, on peut agir dans deux directions : la conserver et l’étudier.

La réponse du COI

C’est précisément dans ce double objectif que le COI a lancé dès 1997 un projet pour le recueil, la conservation et l’utilisation des ressources génétiques de l’olivier. Ce projet, intitulé Resgen, a été mis en place dans 22 pays dans l’objectif d’assurer la conservation des variétés autochtones grâce à la création de 22 collections nationales de référence dans chacun des pays participants et de 3 collections internationales auxquelles l’ensemble du matériel végétal conservé dans les collections nationales a été fourni.

Au total, près de 1 400 variétés ont été multipliées. Ce matériel végétal est essentiel pour la réalisation d’une étude d’adaptabilité ou de résistance de l’espèce *Olea europaea* aux différents facteurs biotiques et abiotiques et donc au changement climatique. Il s’agit d’un matériel extraordinaire pour un travail d’amélioration génétique qui permettra d’obtenir des variétés qui seront capables de s’adapter aux nouvelles « exigences » climatiques.

S’unir pour prévenir

Les défis sont donc nombreux pour l’oléiculture mondiale et unir les efforts et les moyens pour identifier, prévenir et lutter contre les problèmes qui pourraient menacer cette culture est une priorité. C’est dans cet objectif que le COI et le CIHEAM se sont réunis en vue d’étudier les possibilités de renforcement de la coopération entre les deux institutions. Cette rencontre a permis de constater que certaines activités relatives au secteur oléicole des deux institutions sont complémentaires et qu’une collaboration plus étroite permettrait aux deux parties de valoriser davantage les acquis.

³ Une vidéo des résultats de ce projet est disponible sur la page web du COI :

<https://www.youtube.com/watch?v=pLNzESdg8MY&feature=youtu.be>

C'est à ce titre que le Secrétaire général du CIHEAM et le Directeur exécutif du COI ont signé le 15 juillet 2016 à l'occasion de la 27^e session extraordinaire du Conseil des Membres qui s'est tenue à Hammamet (Tunisie) du 11 au 16 juillet, un mémorandum fixant les actions prioritaires identifiées par les deux institutions. Leur première activité conjointe sera l'organisation d'un workshop consacré à la *Xylella fastidiosa* à l'automne-hiver 2016

L'oléiculture fait partie de notre être méditerranéen et l'huile d'olive est le pilier de notre alimentation depuis des millénaires. C'est notre devoir de protéger cette plante qui a tant donné à l'humanité et qui continue à lui donner le meilleur d'elle-même, malgré tout... malgré l'homme.

.



Understanding and reducing yield gap under Mediterranean climate *Searching for adapted wheat varieties*

Ana Sofia Almeida

Benvindo Maças

José Coutinho

Rita Costa

Nuno Pinheiro

Conceição Gomes

João Coco

Armindo Costa

Ana Bagulho

National Institute for Agrarian and Veterinarian Research (INIAV), Plant Breeding Station of Elvas, Portugal

Stéphane Jézequel

Arvalis – Institut du Végétal, Délégation Régionale PACA, Oraison, France

Climate change impacts are becoming apparent in Europe, where for example farmers in the different countries are already experiencing the impacts of severe weather events such as droughts, floods, and landslides. Climate change can, for example, cause decreasing wheat yields in parts of Europe, namely due to heat stress and reduced rainfall. (UNFCCC, 2015).

Climate related risks in Europe, namely in the Mediterranean region, that will affect farmers include, among others, modifications on crop phenology, crop season will be shorter. It was estimated a mean change in dates of flowering and full maturation, for winter wheat, for the period 2031-2050 compared with 1975-1994, more precisely a decrease in both from -25 to -10 days. (EEA, 2012).

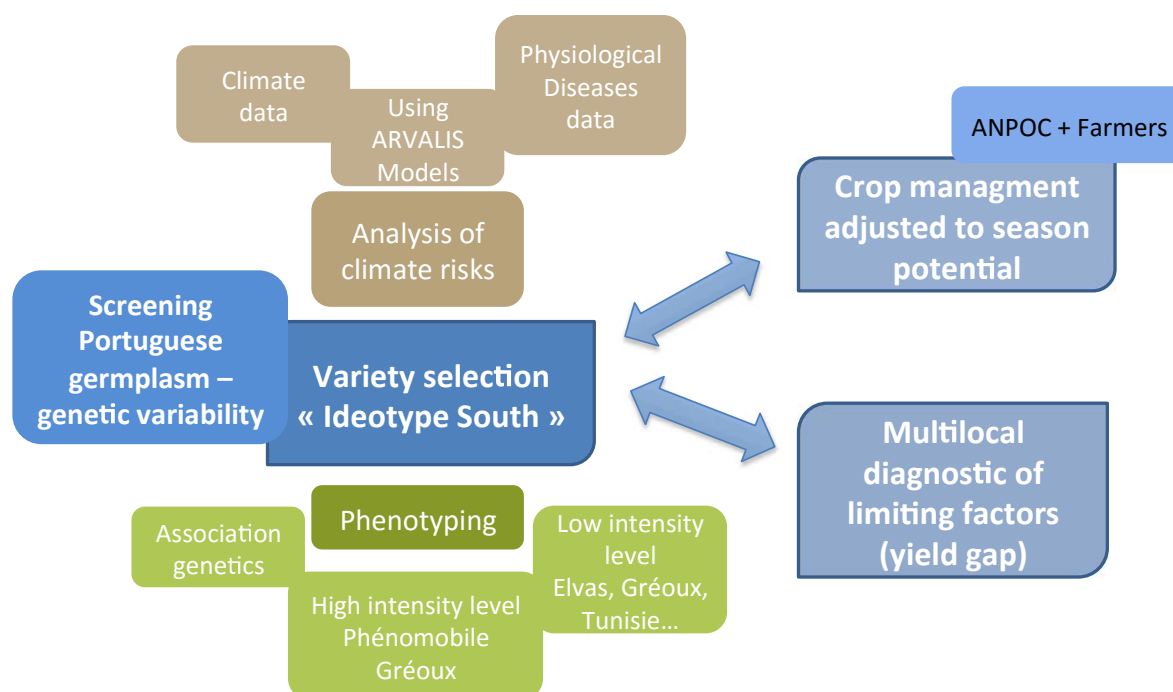
Urgent action is required in order to improve productivity and promote the adaptive capacity of agriculture, as it may not be possible to return to previous production conditions. Adaptation measures suited to local circumstances and productive systems must be identified; such measures included, inter alia, the development of improved seed varieties adapted to new agro-climatic conditions, heat and/or water stress and exposure to different pests. (UNFCCC, 2015).

A key approach must be the comprehension of adaptation and effectiveness will be added when studied in cooperation. In this context, a research Program is being developed in Portugal and France designated the Wheat Ideotype South Project, aiming the definition of wheat variety type (ideotype South) in face of current and future climate risks in the Mediterranean region of southern Europe.

Wheat Ideotype South Project

This research program is carried out since 2011, by the Portuguese Institute of Agrarian and Veterinarian Research (INIAV), a research institute under the umbrella of the Ministry of Agriculture; the Portuguese farmer's association for cereals and pulses (ANPOC) and ARVALIS – Institut du Végétal, an agricultural applied research French organization financed and managed by farmers. In 2015, also the Institut National des Grandes Cultures, situated in Tunis participated on the program. This research Program studies and evaluates the performance and response of French and Portuguese bread and durum wheat varieties and advanced lines obtained by INIAV, in both countries. The main goals are: to understand and reduce the yield gap in bread and durum wheat in the Mediterranean part of southern Europe; to increase yield efficiency, by defining best fit traits of a new plant (wheat) ideotype, which enable agricultural systems adaptation to climate change scenarios, that are expected to occur in the near future (breeding new wheat varieties) and to adjust inputs management (nitrogen, water, pesticides) fitting on-going crop season potential - climatic potential (Figure 1).

Figure 1
Wheat Ideotype South outline



Common trials of bread and durum wheat in Portugal and France

Common trials of bread and durum wheat are annually installed in Portugal and France. Trials are located at Arvalis research site, in southeast France (Gréoux-les-Bains) and at INIAV Plant breeding Station, in southeast Portugal (Elvas). From 2011/2012 crop season to present (2015/2016), 12 bread wheat and 7 durum wheat varieties were evaluated in both sites. On last season, trials were also conducted in Tunisia by Institut National des Grandes Cultures (INGC). From 2011 to 2014 trials were conducted under rainfed conditions and in 2014/2015 season irrigation was introduced. Each year, trials are installed as classic randomized block varieties trial. Varieties of bread and durum wheat were chosen in both countries for their ability expected in tolerance to stress or, contrariwise their supposed sensitivity, but their good behaviour in a favourable situation. In addition, the trial protocol was designed to gather accurate information about the stress experienced by the varieties and its impact on yield components.

The main region for bread and durum wheat production in Portugal, which is located in the Center and South of the country, is under a strong Mediterranean influence where rainfall occurs on a high unpredictable way and heat stress occurs during wheat grain filling. Cereals are sown in autumn, after the first rains, when daylength is still long and the vegetative phase develops during winter. Heading occurs in the beginning of spring when photoperiod and temperature increases and wheat reaches maturity, during the first two weeks of June.

Portugal is a country that is presently highly dependent on the importation of wheat. In this context, the internal demand for this commodity is quite important and quality tends to not be an important trait due to the multitude of possible end-uses. In the last several years this trend is changing and specialization for quality characterization is becoming an important challenge for the wheat sector.

The possibility of irrigation opens new avenues for the utilization of wheat varieties with superior milling quality. Changes are occurring in the agricultural systems of southern Portugal linked with an enlargement of irrigated areas for crop cultivation, made possible by the increasing availability of water for irrigation from a huge public dam (Alqueva).

The baby food sector represents another example of specialization for quality. Portugal has good wheat production conditions in specific regions, mainly under rainfed conditions, to produce cereals with low pesticide content that fulfil the requirements of the baby food industry.

The analysis of climate data (Table 1) showed that total rainfall in southeast France was always higher than in the south Portugal. Major difference between Elvas and Gréoux-les-Bains is the rain distribution during spring, which is markedly more irregular (and scarce, 2012 and 2013) at Elvas concerning the quantity (mm) and the distribution (number of days with precipitation).

Inter-annual variation of total precipitation and erratic distribution during growth cycle is one of the wheat production constraints in Portugal. Also high temperatures during grain filling, causing heat stress are an important factor-limiting yield. During grain filling, wheat plants generally face rising temperatures resulting in early senescence, when compared with cooler climates. The grain-filling stage is very critical for grain yield, since senescence tends to occur before physiological maturity, often resulting in a low harvest index.

The significant difference that is noted for the number of days with temperatures above 25°C and 30°C, during wheat grain filling period, supports the idea that heat stress is stronger at Elvas than at Gréoux-les-Bains, showing the importance of running trials in this environment, replicating future scenarios that are expected as a consequence of climate change that may occur in Mediterranean south region of France. Also on 2014/2015 season plants were submitted to more days with temperatures higher than 30°C during grain filling in Portugal (32 days) in comparison with France (9 days), resulting in higher heat stress (Figures 2 and 3).

Table 1

Climate data of 3 crop seasons (2012, 2013, 2014) in Portugal and France

Climate data	2011/12		2012/13		2013/14	
	PT	FR	PT	FR	PT	FR
Rainfall						
Total rainfall (mm) (1 oct - 30 jun)	239	551	589	690	475	576
Winter rainfall (mm) (jan, feb, mar)	8	37	263	193	205	281
Spring rainfall (mm) (apr, may, jun)	74	201	38	183	91	129
Number of days with rainfall (1 oct - 30 jun)	60	92	107	113	87	138
Temperatures - heading + grain filling (1 apr - 15 jun)						
Average of max. Temp. (°C)	24.4	21.9	24.4	20.7	26.3	23.4
Number of days temp >25°C	35	26	39	14	48	16
Number of days temp >30°C	20	4	13	1	21	8

Figure 2

Daily rainfall and maximum temperatures during heading and grain filling periods at Elvas (Portugal) during 2014/2015 crop season

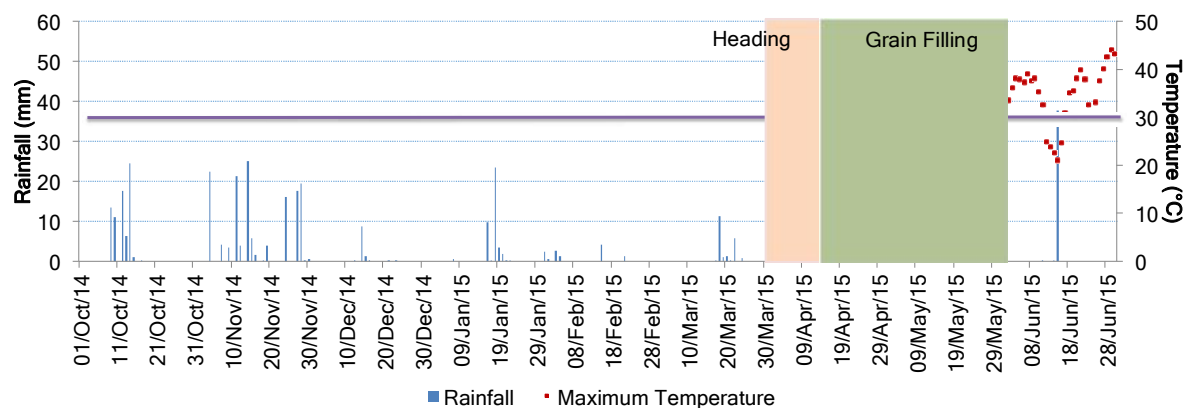
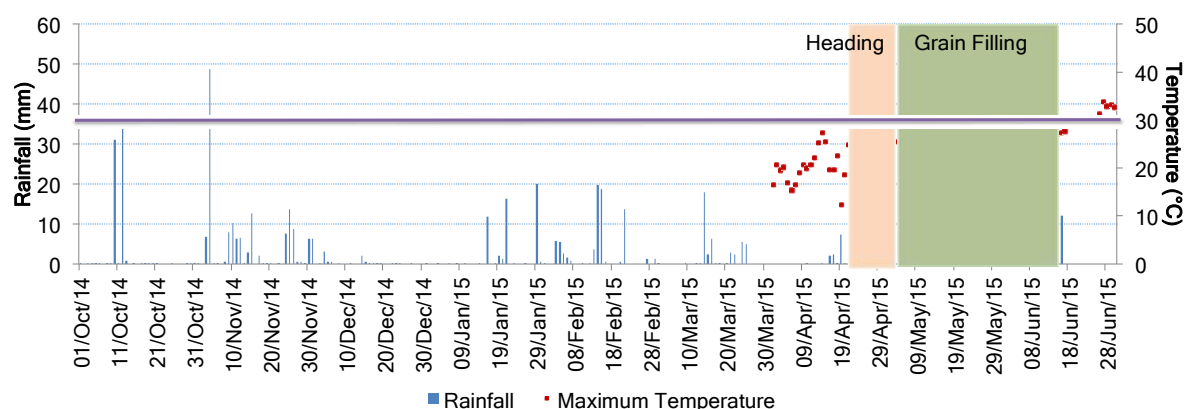


Figure 3

Daily rainfall and maximum temperatures during heading and grain filling periods at Gréoux-Les-Bains (France) during 2014/2015 crop season



Results provided an opportunity to researchers of each country to discover other varietal types. For example, durum wheat Portuguese varieties are more limited in yield during more unfavorable seasons (concerning weather) but for bread wheat Portuguese varieties, which are varieties with spring growth habit and consequently with shorter cycle, the ratio grain quality/yield are more interesting. These varieties are less fragile concerning test weight (volume weight), an important trait for evaluating adaptation to heat stress.

In the southeast France varieties developed/selected in France were always superior in yield, when compared with the genotypes bred at INIAV (Portugal), especially in 2012/2013 season (French germplasm, in average, yielded more 2.6 ton/ha than the Portuguese genotypes). Portuguese varieties showed good plasticity with similar yield in both sites (Table 2). French varieties had lower yields at Elvas trials than in Gréoux-Les-Bains. The difference was lower in durum wheat. Bread and durum wheat Portuguese varieties showed higher test weight than French germplasm, even when tested in France (Table 3). Results show the good adaptability of the genotypes selected in harsh environments, being test weight an excellent indicator of good sink capacity even if the expression of yield potential might be sacrificed.

Table 2

Yield, average of 12 bread wheat (8 FR and 4 PT) and 7 durum wheat (5 FR and 2 PT)

Yield 15% (kg/ha)	2011/12		2012/13		2013/14	
	PT	FR	PT	FR	PT	FR
Bread wheat						
Average PT wheat	3396	7689	7058	7203	5950	6172
Average FR wheat	3575	8360	7120	9833	5868	6927
Durum wheat						
Average PT wheat	4102	7653	7355	7334	6773	5528
Average FR wheat	4994	7939	7949	8566	5919	6059
Mean trial	3909	7985	7380	8416	6020	6282
Coefficient of Variation (%)	26.3	5.8	14.4	13.8	9.8	10.1

Table 3

Test weight, average of 12 bread wheat (8 FR and 4 PT) and 7 durum wheat (5 FR and 2 PT)

Test weight (kg/hl)	2011/12		2012/13		2013/14	
	PT	FR	PT	FR	PT	FR
Bread wheat						
Average PT wheat	84.3	85.5	84.7	82.2	83.2	82.5
Average FR wheat	80.3	80.8	78.8	80.0	77.5	76.9
Durum wheat						
Average PT wheat	83.4	84.3	84.8	83.5	83.5	82.0
Average FR wheat	82.1	83.2	82.5	83.6	80.2	81.9
Mean trial	81.9	82.9	82.2	82.0	80.5	80.6
Coefficient of Variation (%)	3.0	2.9	3.5	3.7	3.9	3.6

On 2014/2015 crop season, irrigation was introduced. Results (Tables 4 and 5) showed that in Portugal, yield was not significantly different comparing rainfed and irrigated conditions. Despite a dry winter (only 72 mm), rainfall that occurred in April 2015 (110 mm), made possible the germplasm recovery, contributing for a minor difference between trials.

At Elvas, yield response to supplementary irrigation was higher on Portuguese varieties compared with French varieties. At Gréoux-les-Bains it was found a significant difference between water conditions (rainfed vs. irrigated). In France, bread wheat Portuguese varieties showed similar yield (7432 kg/ha) when compared with that obtained in Portugal (7234 kg/ha). French varieties suffered a lot under higher heat stress, as it is common in the south Portuguese Mediterranean environment.

Table 4
Yield, average of 8 bread wheat (2 FR and 6 PT) and 12 durum wheat (2 FR and 10 PT)

Yield 15% (kg/ha)	2014/15			
	PT		FR	
Bread wheat	Rainfed	Irrigated	Rainfed	Irrigated
Average PT wheat	6351	7234	4407	7432
Average FR wheat	7316	7519	4835	9950
Durum wheat				
Average PT wheat	7594	8628	3995	7508
Average FR wheat	7885	8255	4960	10450
Mean trial	7208	8080	4251	7877
Coefficient of Variation (%)	13.5	12.7	12.2	14.4

Table 5
Test weight, average of 8 bread wheat (2 FR and 6 PT) and 12 durum wheat (2 FR and 10 PT)

Test weight (kg/hl)	2014/15			
	PT		FR	
Bread wheat	Rainfed	Irrigated	Rainfed	Irrigated
Average PT wheat	79.9	77.7	79.9	82.4
Average FR wheat	75.2	71.8	73.2	79.6
Durum wheat				
Average PT wheat	81.5	79.5	79.1	83.1
Average FR wheat	80.2	78.3	78.9	83.0
Mean trial	80.2	78.1	78.7	82.5
Coefficient of Variation (%)	2.8	3.6	3.2	2.19

Outlook

Direct comparison between varieties performance in Portugal and France results in immediate information, which helps to make decisions for the choice of varieties to be used by farmers. The working methodology that is being used has proved quite suitable for anticipation of actions to be performed with regard to adaptation of farming systems to climate change scenarios. The comparison of varieties selected in different origins and therefore subject to selection pressure imposed by local environments, reveals the importance of identifying varieties with tolerance to multiple stresses, including heat stress, which turns out to be also an important limiting factor in Portugal and in southern France, although lower.

Another important singular outcome of this research program is to promote the recombination of Portuguese and French germplasm in order to obtain genetic variability that will allow in the near future the selection of genotypes with adaptation traits, enclosing present and forecast climate risks. An intensive artificial crossing program, in each season, is being developed combining both Portuguese and French advanced lines, carrying the desired traits that are being identified by researchers, since the beginning of this joint research program. This network is, also, an important way for the identification of the most suitable germplasm that can overpass future environmental constraints.

Bibliography / More information

- United Nations Framework Convention on Climate Change, 2015
- European Environment Agency, Climate change, impacts and vulnerability in Europe, 2012

Contribution des micro-algues au développement durable dans la région Méditerranéenne

Jean-Louis RASTOIN

Professeur émérite à Montpellier SupAgro, Conseiller scientifique de la Chaire Unesco en Alimentations du Monde, expert associé à l'IPEMED

Kelly ROBIN

Chargée d'études économiques au sein de l'IPEMED

En septembre 2015, les États membres des Nations Unies ont adopté 17 Objectifs de développement durable (ODD), déclinés en 169 cibles prenant en considération toutes les dimensions du développement durable. L'alimentation, l'agriculture et le développement rural sont au cœur de ces ODD, notamment de l'ODD 1 (Pas de pauvreté), de l'ODD 2 (Faim « zéro »), mais aussi de l'ODD 12 (Établir des modes de consommation et de production durables). Ces objectifs, dans un contexte de lutte contre le changement climatique (ODD 13), témoignent de la nécessité d'améliorer de manière intégrée la résilience des populations rurales, des systèmes agricoles et alimentaires face à des crises d'ordre environnemental, mais aussi économique, social, et politique. En effet, avec l'insécurité alimentaire en Méditerranée, on est en présence d'un « méta-problème », d'envergure macro-régionale, de caractère polysémique et systémique.

La forte dépendance externe des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée (PSEM) pour leur approvisionnement en produits alimentaires (75 milliards USD en 2014) fragilisant les équilibres budgétaires nationaux¹, la hausse de la demande alimentaire (125 millions de bouches supplémentaires d'ici à 2050), l'abandon progressif de la diète méditerranéenne et son impact sur la santé des consommateurs, la vulnérabilité des systèmes agricoles face à la raréfaction des ressources et au changement climatique, les tensions à venir sur le marché du travail (il faudra créer 66 millions d'emplois entre 2015 et 2030 et 71 millions entre 2030 et 2050, soit plus de 5 millions par an pour absorber l'augmentation de la population en âge de travailler) etc. sont autant de facteurs qui complexifient la situation agricole et alimentaire de la région.

Un exercice de prospective conduit par l'Inra et Pluriagri pour la région ANMO (Afrique du Nord & Moyen-Orient) révèle une forte progression de l'insécurité alimentaire dans cette zone à l'horizon 2050 dans un scénario tendanciel prenant en compte les effets du changement climatique. Dans ces conditions critiques, les auteurs du rapport préconisent d'agir sur 3 leviers en les combinant :

- l'innovation technique en agronomie et zootechnie (marge de progrès des rendements de l'ordre de 20 %);
- la réduction des pertes et gaspillages (gisement de mobilisation supplémentaire de 10 à 20 % de la production);
- la réhabilitation de la diète méditerranéenne (limitation de la consommation de produits animaux, de sucres et d'huiles végétales)².

La mobilisation de la biomasse, dans une perspective de durabilité constitue dès lors une piste très prometteuse de solution, et – au sein des bioressources –, les microalgues – même si ces dernières ne peuvent prétendre à elles seules résoudre le problème de la sécurité alimentaire.

¹ Abis S., *Géopolitique du blé, un produit vital pour la sécurité alimentaire mondiale*, Armand Colin, IRIS, Paris : 192 p.

² Mouël C., A. Forslund, P. Marty, S. Manceron, E. Marajo-Petizon, M.-A. Caillaud et B. Schmitt, 2015. *Le système agricole et alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient à l'horizon 2050 : projections de tendance et analyse de sensibilité*. Rapport final de l'étude réalisée pour le compte de Pluriagri, Paris et Rennes : INRA-DEPE & INRA-SAE2, 133 p.

Microalgues et développement durable: aperçu mondial des perspectives

Les microalgues figurent parmi les premières créatures vivantes, apparues voici environ 3,5 milliards d'années. Leur collecte et leur utilisation est très ancienne et probablement antérieure à l'agriculture du néolithique. Leur production est plus récente et leur spectre d'utilisation très large du fait de leur adaptation à tous les milieux.

Les microalgues se répartissent en plusieurs groupes, différenciés par leurs couleurs et leur structure. Les chercheurs estiment à plus de 200 000 le nombre d'espèces de microalgues à travers le monde, et certains auteurs avancent des chiffres de l'ordre du million, dont seules quelques dizaines sont aujourd'hui exploitées³. Parmi les espèces eucaryotes étudiées scientifiquement et utilisées, on peut mentionner :

- les Diatomées (contenant de la silice et formant environ 90 % du plancton marin : *Skeletonema*, *Thalassiosira*, *Phaeodactylum*, *Chaetoceros*);
- les Flagellées (*Isochrysis*, *Monochrysis*, *Dunaliella*);
- les Chlorophycées (*Chlorella*, *Scenedesmus*);
- Les Cyanophycées (microalgues bleues, le groupe le plus ancien sur Terre, probablement 3,5 milliards d'années, dont la *Spirulina*) sont à considérer à part, puisque ce sont des organismes procaryotes (bactéries)⁴.

Le secteur des microalgues reste toutefois conditionné par des modèles économiques à ce jour non compétitifs dans leur univers concurrentiel, principalement du fait que nous ne sommes pas encore sortis de la « civilisation » du carbone fossile et de l'industrie lourde. A contrario, notre entrée progressive dans l'âge du développement durable devrait permettre aux microalgues de connaître une forte croissance, car elles sont souvent en phase avec les exigences de la bioéconomie⁵: économie circulaire, décarbonée, décentralisée et donc territorialisée, en réseaux participatifs.

En effet, les algues, et en particulier le plancton microalgal situé dans les mers, les lagunes et les eaux douces, riche de sa diversité et de son fonctionnement physiologique représentent la moitié du gisement mondial en biomasse, avec un effet « puits de carbone » correspondant. Les microalgues présentent de nombreux autres avantages :

- Croissance en mode photosynthétique utilisant l'énergie solaire et le CO₂ atmosphérique, ou provenant de fumées industrielles en mode hétérotrophique et émettant de l'oxygène ;
- Besoins en nutriments (azote et phosphore non organiques) issus de déchets de toutes sortes, dont les eaux usées.

Autre avantage, les métabolites produits ont des applications multiples en santé (prévention de certaines maladies comme la DMLA ou Alzheimer et correction de carences en micronutriments et protéines) ; en cosmétique (composants naturels) ; en nutrition animale et humaine (colorants, texturants, arômes, acides gras insaturés et acides aminés essentiels) ; en agriculture (fertilisants et pesticides), en chimie du végétal (concept de bioraffinerie : biomatériaux, dépollution) et industries de fermentation (énergie et biocarburants).

Un autre atout des microalgues se situe au niveau de leurs conditions de production par rapport aux autres sources biomassiques : elles ont une productivité par unité de surface très supérieure grâce à leur multiplication très rapide (production en continu sur 7 mois en région septentrionale et 10 mois en zone méditerranéenne, soit 5 à 10 fois plus qu'en production agricole conventionnelle). De plus, les installations de production peuvent se faire sur des sols de qualité non agricole, en bassin ou en lagunes saumâtres ou alcalines, évitant ainsi des conflits d'usage de la terre et de l'eau et donc des tensions sur les marchés de produits alimentaires qui sont très volatiles. Troisièmement, le niveau de pollution des sites productifs est faible et maîtrisable, grâce à la facilité de recyclage des intrants fertilisants.

³ Sialve B., Steyer J-P., 2013, *Les microalgues, promesses et défis*, *Innovations Agronomiques* 26 (2013), Paris : 25-39

⁴ Gudin C., 2013, *Histoire naturelle des microalgues*, Odile Jacob, Paris : 189 p.

⁵ Le concept de bioéconomie développé dans les années 1970 à partir des travaux de Nicholas Georgescu-Roegen désigne les activités productives qui mobilisent des ressources issues du monde vivant plutôt que de la chimie de synthèse.

Enfin, le potentiel de capture (du fait de l'énorme volume de biomasse représenté par les microalgues) et de réutilisation du CO₂ atmosphérique (en valorisant le carbone par des procédés de bioraffinerie) est très supérieur à celui des cultures et de la forêt. L'essentiel du gisement microalgal se situant dans les océans et les mers, il est donc fondamental de préserver cette ressource menacée par les dérèglements climatiques et la perte de biodiversité marine⁶.

Les contraintes qui ralentissent ou fragilisent le développement du secteur des microalgues partout dans le monde tiennent d'une part à la multiplicité des sources de biomasse valorisables (forêts, agriculture et élevage, industries agroalimentaires, déchets urbains) créant une concurrence parfois asymétrique, et d'autre part aux modèles technologiques (extensifs/intensifs) et d'affaires (capitaux et coûts) majoritairement en phase de test et donc encore non maîtrisés.

Pourtant, les applications des microalgues sont multiples et ouvrent de nouveaux marchés⁷ :

- En agriculture (fertilisants et produits de traitement phyto et zoo-sanitaires « SDN » /simulateurs de défenses naturelles biosourcés et phytohormones en substitution aux molécules de synthèse), le marché est en croissance rapide en accompagnement du développement des productions « bio » dans le monde entier et dans un contexte global de demande de réduction des intrants chimiques (Zéro Phyto, etc). D'autre part le secteur artisanal agri-algal combinant production agricole et de microalgues est un modèle correspondant bien aux critères du développement durable.

- Pour les molécules à haute valeur ajoutée (santé, cosmétique, alimentation)⁸, le marché semble proche de son décollage du fait de la pression des consommateurs en faveur des compléments alimentaires à allégations santé et des produits naturels à connotation « bio » ; ainsi que pour le recyclage des déchets industriels et organiques, en raison d'un bilan économique proche de l'équilibre sous réserve d'incitations réglementaires, en dépit de lourds investissements.
- Pour les autres applications (protéines pour l'alimentation animale de complément, notamment en aquaculture), le marché est réceptif sous réserve des aspects sanitaires, réglementaires et des volumes demandés. Quant aux biocarburants, l'horizon de développement apparaît plus lointain (10 à 30 ans). Les produits visés (alimentation et énergie) font l'objet d'une production de masse et/ou de marchés spéculatifs actuellement déprimés (céréales, oléoprotéagineux, pétrole) qui peuvent limiter leur expansion.

Microalgues en Méditerranée: un potentiel insuffisamment exploité

Les informations sur la production, la transformation et la commercialisation des microalgues et de leurs dérivés sont insuffisantes et fragmentaires en ce qui concerne les pays méditerranéens, notamment les PSEM.

Compte tenu de la rareté des ressources en biomasse, d'un ensoleillement exceptionnel et de l'importance des surfaces maritimes et lagunaires, les microalgues pourraient constituer une opportunité dans la région méditerranéenne, mais ne répondraient qu'indirectement et marginalement au défi de la sécurité alimentaire. En effet, la sécurité alimentaire durable suppose une production locale de qualité, en quantité suffisante (principe de souveraineté alimentaire). Or les microalgues ne peuvent prétendre à une production alimentaire abondante, car elles ne sont pas compétitives par rapport aux sources de protéines végétales telles que les légumineuses indigènes et la domination du soja.

6 Muller-Feuga A., 2013, *Microalgae for Aquaculture: The Current Global Situation and Future Trends*, in *Handbook of Microalgae Culture*, Second Edition, Amos Richmond and Qiang Hu, John Wiley & Sons Ltd, Blackwell Publishing Ltd, London: 613-625

7 Verdelho Vieira V., 2015, *Microalgues Production Business in Europe 2015*, Algae Europe, EABA, Lisbon, 1-3 december

8 Mimouni V., Ulmann L., Pasquet V., Mathieu M., Picot L., Bougaran G., Cadoret J.-P., Morant-Manceau A., Schoefs B., 2012, *The Potential of Microalgae for the Production of Bioactive Molecules of Pharmaceutical Interest*, *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 13, 2733-2750

Le même raisonnement concerne les biocarburants algaux. Par contre, les microalgues conviennent pour des situations de graves carences alimentaires ponctuelles en produits nutritionnels d'urgence. En effet, la haute teneur en protéines et en micronutriments (vitamines, métaux) des microalgues (par exemple, comprimés de spiruline) permet de spectaculaires thérapies de dénutrition prononcée, notamment chez les enfants. Dans toutes leurs autres applications, les microalgues sont pertinentes dans le bassin méditerranéen : dépollution, agriculture, ingrédients pour l'alimentation humaine, animale, la cosmétique, alicaments.

C'est pourquoi il convient d'appréhender de manière pragmatique le marché croissant et prédominant de la spiruline dans les PSEM, qui comptent plusieurs producteurs et qui visent, pour certains, à articuler défis alimentaires, environnementaux, sociaux et agricoles. C'est le cas, par exemple, d'Atlas Spiruline, née d'un partenariat avec l'association française TAMOUNTE, basée à Avignon et Spiruline Vitalgue. Lancé en 2010, ce projet collectif souhaitait redynamiser le pôle agricole en place au Maroc dans le village de Zaouit Sidi Ahmed, à 20 km de Ouarzazate, en créant de nouveaux emplois locaux.

Dès lors, encourager le développement du secteur des microalgues en Méditerranée va de pair avec la définition de modèles économiques novateurs et adaptés aux contraintes géographiques de la région qui présentent une configuration dichotomique en fonction du milieu :

- d'un côté, des mégaloportes côtières insérées dans un espace industriel et des infrastructures denses, avec un marché prometteur pour la dépollution et la commercialisation de co-produits à haute valeur ajoutée ;
- de l'autre, un espace rural souvent enclavé et sous-équipé, qu'il s'agit de revitaliser en tenant compte du potentiel multifonctionnel de l'agriculture méditerranéenne.

Or, dans le dernier cas, ce nouveau modèle économique pourrait être fondé sur le concept de « bioéconomie circulaire territorialisée » et son socle serait alors l'agriculture familiale mise en réseau avec son amont et son aval en s'appuyant sur des capteurs et des plateformes de mutualisation de connaissances, d'intrants et de canaux logistiques. Les microalgues élevées sur les bases de procédés robustes pourraient jouer un rôle important de gestion de déchets et de source de co-produits énergétiques et alimentaires à haute valeur ajoutée. A l'image du schéma préconisé pour la région Provence Alpes Côte d'Azur (PACA) en France, le développement de la filière microalgues en Méditerranée pourrait également prioriser le modèle artisanal des spiruliniers dans un schéma agri-algal, avec une labellisation bio, en raison de son impact sur le développement territorial en zone rurale⁹.

Cependant, le développement de filières microalgales dans les pays méditerranéens suppose la définition de stratégies nationales coordonnées au-delà des frontières au niveau régional euro-méditerranéen et des dispositifs adaptés aux besoins locaux dans la chaîne des savoirs (R&D, formation), les entreprises et le secteur public. Des initiatives tels que la création d'un consortium de laboratoires dans les pays méditerranéens, le lancement d'un observatoire et d'une plateforme collaborative sur les entreprises microalgales en Méditerranée, le montage d'un cluster de « bioéconomie microalgale circulaire territorialisée » dans un pays méditerranéen, l'incitation au montage de filières de co-production euro-méditerranéenne pourraient ainsi permettre aux acteurs des deux rives de tirer pleinement profit de cette nouvelle source de « croissance verte ».

Bibliographie / Pour plus d'information

Cet article reprend des éléments de l'étude de l'IPEMED intitulée « Le secteur des micro-algues en Méditerranée : Perspectives et contribution au développement durable », conduite par Jean-Louis RASTOIN en 2016 et coordonnée par Kelly ROBIN. Ce rapport est disponible dans la collection Études & Analyses et librement consultable sur le site de l'IPEMED : www.ipemed.coop.

9 Lerat Y., Sassi J.-F., Attia G., 2014, Action microalgues en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, Pôle Mer Méditerranée, Trimatec, Marseille

Agriculture and Water Management Strategies in Different Climate conditions

Paulo Brito da Luz

Researcher, National Institute for Agrarian and Veterinarian Research (INIAV), Portugal

Awareness on the global crisis of "water supply" and "food shortage" is being raised among societies, through large conferences, activist groups or media reporting. In addition, scientific studies, data, statistics and other documentation are increasingly provided by international organisations such as the OECD, the FAO or the United Nations, addressing these issues. For example, the AQUASTAT database enables analyses of water availability and renewable fresh water resources, confirming the problems existing in all continents. At the same time, issues of food and malnutrition are closely related to natural resources and environmental problems. While some progress has been made throughout this century, around 1,000 million people suffer food or fresh water scarcity. The expected global population growth will also lead to increased water-related problems, particularly in water-scarce countries.

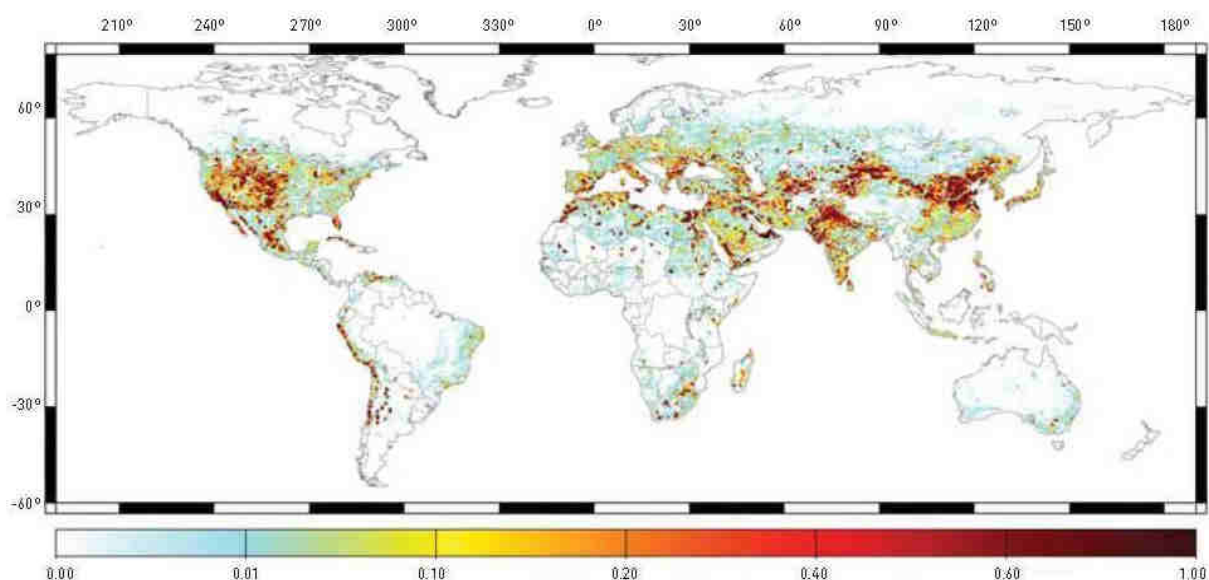
The effects of climate variability and change are relevant factors that contribute to an increase in water-related hazards. Several climate change models predict global water cycle scenarios framing more severe and persistent droughts and drier climates for areas already suffering water scarcity, such as Southern Europe and Northern Africa (OECD, 2008). Moreover, most regions with typical dry seasons are often affected by strong water cycle variations and anomalies, at seasonal or inter-annual level, resulting in uncertain precipitation patterns and evapotranspiration rates. Consequently, this leads to enhanced vulnerable conditions and risks of water supply to population. Such climate conditions are also contributing to the deterioration of ecosystems, due to the impacts of water stress resulting in lower water quality, soil degradation, decrease in biodiversity and habitats, thus affecting agricultural activities (dependent on precipitation or irrigation practices).

Water Scarcity, Aridity and Droughts

Water scarcity (WS) is a phenomenon induced by human or natural conditions reflecting the imbalance between the demand (concerning different needs) and the availability to supply water. Through a global approach, recent data suggest an increase of "physical" WS, due to reduction of precipitation and flows (e.g. related to climate change) and increasing water requirements (e.g. population growth and irrigation development, sometimes associated with lakes and groundwater overexploitation). It is worth mentioning the problem of "economic" WS, i.e. when countries have sufficient water resources to meet needs, but have to increase water supplies through additional storage, conveyance and regulation systems.

Problems of water scarcity at a global/macro-level are illustrated in Figure 1, presenting the "water scarcity index". In long-term analysis, this index reflects the balance between the annual water withdrawal and the maximum available renewable freshwater resource. One can note that the Mediterranean is particularly vulnerable to water scarcity. The situations of water deficit associated to natural factors can be identified as "aridity" or "drought". On the one hand, aridity is a permanent condition and is very often associated with long-term pressure on water use and land degradation in a region, resulting in insufficient water to supply agriculture. On the other hand, drought is defined as a temporary and recurring climatic event. Both are usually caused by low rainfall or high evapotranspiration periods, thus contributing to growing water scarcity.

Figure 1
Water scarcity index (GEO, 2010)



Detailed results of water use are being assessed (IEEP, 2001) showing that, in most Mediterranean countries, the main reason associated with water higher demand is the duplication of irrigation areas in 40 years (1961-2000). The strategies of Mediterranean countries to increase water availability and reduce water demand (particularly in agriculture) must also take into account the lack of sufficient water resources, due to the impact of dry seasons and recurrent droughts. In this context, challenges regarding physical or economic water scarcity call for improvements in water saving, efficiency and agro-environmental policy.

Annual Runoff – Renewable Freshwater Resources

Figure 2
Annual runoff (mm/year) (GEO, 2010)

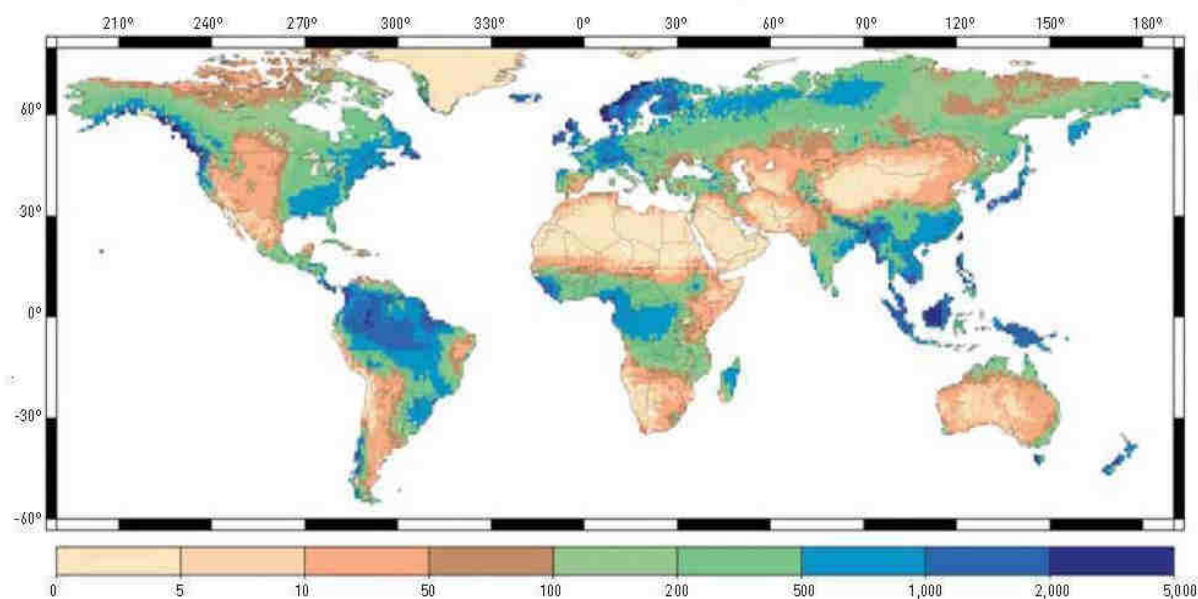


Figure 2 gives a global overview of annual runoff (RF) regimes (macro-scale), which indicate the maximum availability of renewable freshwater resources (RFR). One can observe that RFR values are associated to the RF, considering both the internal flow (difference between precipitation and evapotranspiration in national territory) and the external inflow (from neighbouring countries). There is a remarkable difference between European (except Spain) and Mediterranean African countries, as RF ranges from around 200-500 mm/year (or more) to 100 mm/year (or less) respectively. In the latter case the value is indicative of water stress conditions.

Referred to as the "water stress index", an RFR indicator (Rijsberman, 2005) is defined in terms of annual water availability volume per year and per capita. A value of 1,700 m³/capita/year is proposed as the threshold to satisfy the needs of countries (household, industry, agriculture and environment). At national level and long-term annual averages, across the Mediterranean, RFR also reflects a wide range of values, from lower than 500 m³/capita/year in islands (e.g. Cyprus, Malta) and Algeria, around 1,000 m³/capita/year in Egypt, Lebanon or Morocco, to higher than 2,000 m³/capita/year in most European countries (e.g. Spain: 2,500; Turkey, France, Italy: 3,000; Portugal and Greece: 6,500) (OECD, 2008).

Mediterranean Climate Conditions in Portugal

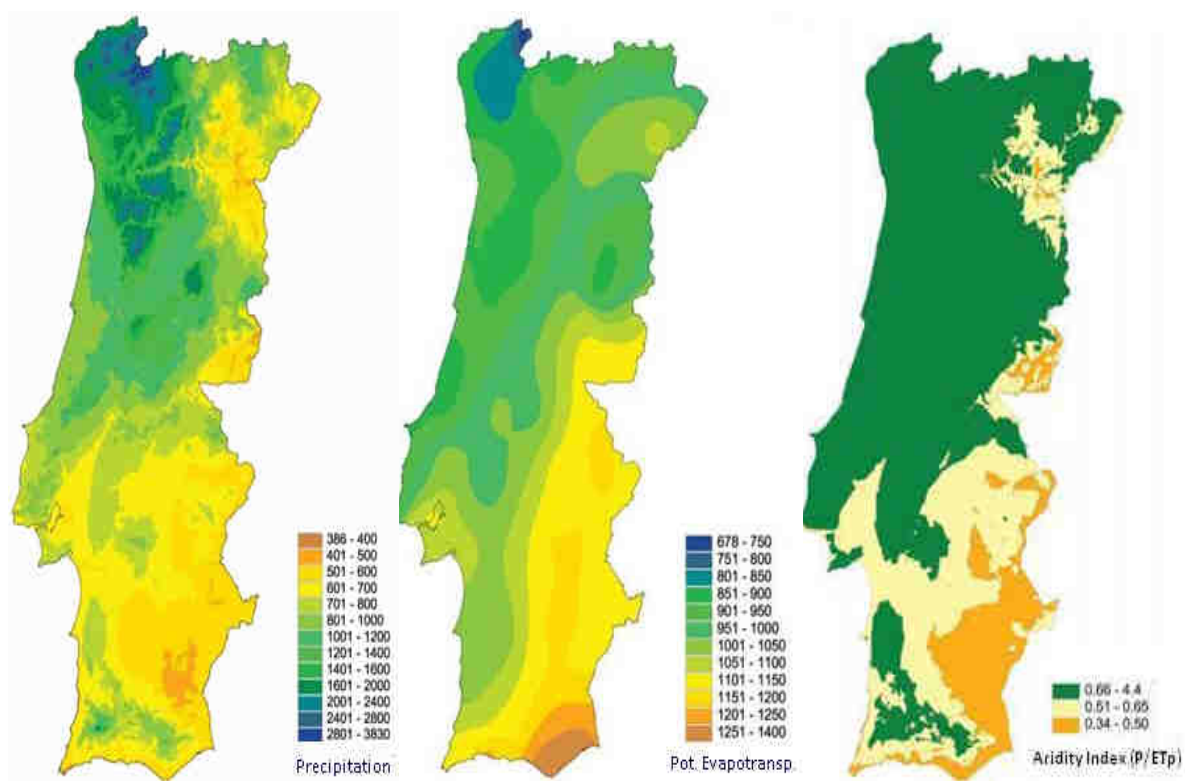
Table 1
Renewable freshwater resources in Portugal

COUNTRY	Precipitation	Internal Flow	Inflow of surface and ground waters	Renewable freshwater resources	Renewable freshwater per capita
	(m ³ x 10 ⁶ - mm)	(m ³ x 10 ⁶)	(m ³ x 10 ⁶)	(m ³ x 10 ⁶ - mm)	(m ³)
PORTUGAL	82 164 900	38 593	35 000	73 593 800	6 893

(Source: OECD, 2008)

As indicated in Table 1 displaying a summary of water cycle-related data (macro-scale), RFR of Portugal are primarily derived from the impact of the annual precipitation across the territory. It is important to bear in mind the fact that in Portugal and in other Euro-Mediterranean areas, the internal flow usually reaches 40-50% of precipitation, but in most African Mediterranean countries, the internal flow is only about 10-20% of precipitation, as a consequence of the higher magnitude of the evapotranspiration. As one can see in Table 1, the external resources (inflow of surface and ground waters from Spain) account for an important amount of water. In accordance with the presented results, RFR in Portugal exceed the widely accepted thresholds to sustain domestic/economic sectors needs (OECD, 2008). Even though in most regions, with reference to weather average conditions along typical seasonal dry periods, the precipitation and RFR values will not ensure the water availability to meet demand.

Figure 3
Components of the water cycle (P and ETp) and the Aridity Index (P/ETp) (Rosario, 2004)



Portugal (mainland) registers a mean annual precipitation of around 900 mm, but 75% is concentrated in the humid semester (i.e. October to March) and there are considerable differences between most northern and southern regions as illustrated in Figure 3 (Rosario, 2004), considering historical series (1960-90) of potential evapotranspiration (ETp) and precipitation (P).

These variables are crucial components of the water cycle and the basis for indicators applied in weather forecast, hydrology and climate change models. For example, the annual "aridity index" ($AI = P/ET$) may be used to establish an aridity classification, thus allowing the definition of climatic regions (UNESCO, 1979). An aridity mapping of Portugal developed by Rosario (2004) observed in Figure 3, shows three main climate classes: 1) semi-arid ("AI" below 0.5), 2) dry sub-humid ("AI" between 0.51 and 0.65), and 3) humid (a wide "AI" range above 0.65).

Regarding the approach proposed, four different typical conditions of Mediterranean climate, which may be found in Southern Portugal (Table 2) were identified by means of the "AI", ranging from less than 0.5 (semi-arid) to 1 (sub-humid).

Table 2
Climatic regions in Portugal (southern mainland) using the Aridity Index

COUNTRY	Climatic regions	P - (Annual) mm	ETp - (Annual) mm	Aridity Index (P/ETp) mm.mm ⁻¹
	(Mediterranean)	(75% Oct-Mar)		
	<u>A - Semi-arid</u>	500	1200	< 0.5
PORTUGAL	<u>B - Dry sub-humid</u>	600	1100	0.55
(Southern)	<u>C - Sub-humid</u>	700	1000	0.7
	<u>D - Sub-humid</u>	1000	1000	1.0

Water Management and Irrigation in Mediterranean Regions

Mediterranean regions are characterised by a wide diversity of soils reflecting differences in climate, landscape and the long-term influence of human activities. In this regard, one major concern is the potential impact of climate change to increase the intensity and frequency of extreme meteorological events, contributing to vulnerabilities in water cycle processes and negatively affecting soil-water-plant systems (e.g. intense runoff, erosion and loss of organic matter and crops).

Despite the fact that Southern Portugal may be considered as a small area, biophysical indicators (related to soil, climate, vegetation and land use) present a large variability and crosschecking of data suggests that more than 50% of this area is susceptible, or highly susceptible, to desertification (Rosário, 2004). It is significant to note that many watersheds (often with shallow soils and low organic matter) include high-risk zones of soil erosion due to the occurrence of heavy rainfall following a dry period. Beyond the "AI" differences (Table 2), all the climatic regions selected are subject to dry periods, thus requiring irrigation. The implementation of irrigation practices must account of the site-specific biophysical conditions, associated to the water cycle. Consistently, irrigation is somehow an artificial component of the local water cycle, when its conditions are not ensuring enough water to crop requirements. The prediction and evaluation of the normal seasonal dry periods or drought events are basic steps to establish an irrigation plan and scheduling guidelines (when and how much irrigate), considering adequate time scales, namely, on a daily or a weekly basis.

Pursuing the objective of establishing appropriate water management solutions, this study provides a set of data in Table 3 (reported to climate conditions described in Table 2) concerning seasonal conditions, that can be used to support decisions regarding irrigation.

Table 3
Irrigation requirements with respect to climatic regions (typical in Mediterranean countries)

COUNTRY	Climatic regions	Dry Period (Summer) days	A - Ps (seasonal) mm	B - ETps (seasonal) mm	B - A (≈ Irrig. Req.) mm
	(Mediterranean)				
	<u>A - Semi-arid</u>	90	< 50	600	600
PORTUGAL	<u>B - Dry sub-humid</u>	90	< 50	550	500 - 550
(Southern)	<u>C - Sub-humid</u>	90	< 50	500	450 - 500
	<u>D - Sub-humid</u>	90	< 50	500	450

The selected climatic regions are initially characterised by their summer season (dry period). During this period, water budgets can be developed by simulating the precipitation and irrigation events that replace the soil water deficit. It must also be noted that ETp (or ETo - Reference crop evapotranspiration) for a given period can be associated to the consumptive use of water by plants. However, considering its illustrative purpose, some procedural simplifications were adopted to determine potential irrigation requirements, as a first approximation, thus they were not taken into consideration: 1) the irrigation system application efficiency (to determine water gross requirements), 2) the crop coefficients affecting ETp/ETo (to determine the ET variation during the crop development) 3) the initial soil water level, 4) the effective precipitation.

In all regions, one can observe that the seasonal precipitation - $P(s)$ is always very low and the seasonal potential evapotranspiration - $ETp(s)$ is 50% of the annual value. The difference between $P(s)$ and $ETp(s)$ was used to predict general irrigation requirements. Considering the proposed approach, the final results ranged from 450 mm, within sub-humid regions, to 600 mm, in semi-arid regions.

Agriculture Strategies and Best Practices

Various strategies and actions addressing water management and agro-environmental issues must be adopted in the framework of overall Mediterranean objectives and policies in order to face increasing vulnerabilities and risks related to dry seasons, droughts and climate change. For instance, weather forecasting reporting also return periods, based on historical trends and probability distributions of climate variables and warning services regarding irrigation management plans. In addition, to support a water supply planning, regarding the water balance associated to rain-fed and irrigation practices, the quantification of water cycle variables must be considered.

At farm level, solutions to water management must be based on a detailed knowledge of site-specific data. A preliminary inventory of soil, plant and climatic local conditions will contribute to reliable decisions. All design and management options shall solve potential conflicts concerning technical, environmental and socio-economical issues, in order to reconcile sustainability and competitiveness standards. In this scope, this study addresses the following recommendations to farmers and technicians concerning the effectiveness of practices related to irrigation:

- Ensure the suitability of plants to soil-water quality regulations and thresholds;
- Grow varieties properly adapted to water availability, promoting a beneficial water use efficiency;
- Schedule and control irrigation amounts and intervals, all along crop stages (with specific requirements), and according to the management allowed deficit (MAD) and local forecasting of evapotranspiration and precipitation to avoid deep infiltration or water logging. Avoid irrigation during the warmest hours of the day;
- Select irrigation systems (if pressurised) considering the relationship "application rate-soil infiltration capacity".
- Evaluate options of rainwater harvesting and storage systems. Thus, it will be necessary to design artificial structures or basin areas where rainwater falls, and develop alternatives of specific facilities (e.g. reservoirs, ponds, pipes and pumps) to divert, collect, storage and distribute water, based upon detailed calculation of parameters (e.g. area, volume, height, length, pressure).
- Heavy irrigation or rainfall events may lead to soil saturation. The occurrence of water logging and surface runoff will cause damages in plants (drowning crops, diseases, root asphyxia) and soil (erosion, lack of aeration). Drainage layers, drain holes, perforated drain pipes and systems of channels are currently available technologies to help reduce soil-water problems and some of them may also provide the possibility for diverting water to storage infrastructures. Other practices to prevent soil-water status deterioration involve crop management (mulching, crop cover);
- Implement practices of water reuse or deficit irrigation to save fresh water;
- Check potentialities of alternative energy sources to improve water-energy nexus;
- Install soil sensors to monitor allowable water deficits;
- Consider the periodic evaluation of irrigation systems and other equipment systems to ensure high operational performances.

Conclusions

Agriculture resilience in countries around the Mediterranean Basin is increasingly associated to practices, which are able to cope with climate uncertainties and vulnerabilities, thus ensuring sustainability and competitiveness standards. Authorities, technicians, farmers and other stakeholders are facing new challenges. Options and strategies related to water management are revealing the extreme importance of climate issues, particularly because droughts and water shortage periods are expected to increase in terms of frequency, intensity and extent. Advanced and integrated water management solutions must involve engineering, agro-environmental and socio-economic issues.

In addition, it is relevant to adopt services, with accurate data and information from a macro/global scale to the micro/local scale, to improve the effectiveness of water related projects (e.g. catchment, storage, treatment, distribution and application), in particular when water use is restricted. Regarding main research fields related to resources conservation (soil, water, land cover, energy) and environmental protection, INIAV is developing research to bring answers with respect to degradation and risk questions, approaching the water cycle/balance at farm and watershed scales.

Institutional regulations and policies developed by CIHEAM countries must integrate water management, climate change and agro-environmental issues. Besides, several steps are identified to increase the participation of civil society and the responsibility for water management, such as training and learning programs or the promotion and dissemination of methodological tools and procedures (e.g. Decision Support systems, Benchmarking) to evaluate both economic and non-economic value of water.

Bibliography / More information

- GEO. 2010. Crafting geoinformation. Group on Earth Observation. GEO Secretariat, Genève, Switzerland
- IEEP, 2001. The Environmental Impacts of Irrigation in European Union. Report to the Environment Directorate of the European Commission. Institute of European Environment Policy. London
- OECD, 2008. Towards sustainable agriculture. Contribution to the United Nations Commission on Sustainable Development n°16
- OECD. 2008. Total renewable freshwater resources. Environmental Data Compendium, Inland Waters section. OECD. Paris.
- Rijsberman, F.R., 2005. Water scarcity: Fact or fiction? *Agricultural Water Management*, 80 (2006) 5-22.
- Rosário, L. 2004. Indicadores de desertificação para Portugal Continental. DGRF. Min- Agricultura. Núcleo de desertificação. Lisboa, Portugal
- UNESCO, 1979. Map of the World Distribution of Arid regions. MAB Technical Notes, 7, UNESCO, Paris.

Impacts du changement climatique sur l'agriculture au Sud et à l'Est de la Méditerranée. Besoins d'adaptation exprimés par les pays, enjeux de discussion lors de la COP22 ?

Hervé Lévy

Conseiller pour l'environnement, Centre pour l'Intégration en Méditerranée (CMI).

Avec respectivement de 5 à 15 % du PIB, et de 30 à 40 % des emplois, l'agriculture reste un secteur essentiel des économies des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée. Mais les territoires ruraux sont souvent fragilisés : sols dégradés par une agriculture de plus en plus intensive en réponse à une demande alimentaire croissante, empiètement urbain sur les terres agricoles, tensions sur l'eau, les forêts et les espaces pastoraux, aménagement et pollution du littoral et des zones côtières, surexploitation des ressources halieutiques, et plus récemment pressions induites par des afflux de réfugiés dans les pays voisins de la Syrie et également en Afrique du Nord.

Nul ne conteste aujourd'hui que les changements climatiques vont considérablement renforcer l'ensemble de ces contraintes sur les systèmes de production agricoles, forestiers et halieutiques. Dans le cadre des discussions sur le climat qui auront lieu à la COP22 de Marrakech en novembre prochain, il nous semble opportun de nous interroger sur l'état de l'engagement politique en matière d'action dans le domaine de l'agriculture et du développement rural. Ces engagements, qui concernent principalement l'adaptation (C'est-à-dire les mesures permettant de faire face aux conséquences du changement climatique, par opposition à l'atténuation, qui concerne la diminution des émissions de gaz à effet de serre) se sont exprimés en particulier dans les CPND (contributions prévues déterminées au niveau national, plus connues sous le sigle anglais INDC) déposées avant la COP21.

La Conférence des Parties de Lima en 2014 avait en effet invité les pays à formuler, s'ils le souhaitaient, des mesures d'adaptation dans leurs INDC avec une double intention : d'une part profiter de la publication de ces documents pour mobiliser des financements encore insuffisants et d'autre part faciliter une appropriation nationale par l'ensemble du gouvernement notamment par le ministère des finances.

Quelles ont été les intentions exprimées par les pays pour adapter leur secteur agricole si vulnérable aux changements climatiques ? Sont-elles en phase avec les messages des bailleurs de fonds et notamment de la Banque mondiale ? Et comment maintenant faciliter la transformation de ces intentions en programmes bancables ?

Les messages de la Banque mondiale pour la région MENA

Dans le rapport *Turn Down the Heat III* (2014), la Banque mondiale alerte les décideurs de la région sur les risques considérables liés au changement climatique. Le premier de ces risques porte sur la sécurité alimentaire qui sera menacée par les déficits en eau et les températures extrêmes attendues. Le rapport souligne entre autres impacts : un déplacement des zones de cultures vers le Nord (environ 75 km dans le scénario extrême), un raccourcissement des saisons agricoles d'environ 2 semaines d'ici 2050, des baisses de rendements de 30 à 60 % selon les scénarios et des impacts sur l'élevage (moins de fourrages, moins d'eau dans les puits pastoraux, une santé animale fragilisée). Des inondations et des tempêtes fréquentes sont également prévues, et surtout une salinisation des sols et des aquifères dans les zones côtières en raison de la montée de la mer.

Ces perturbations pourraient accélérer les déplacements humains des campagnes vers les villes, comme l'a confirmé une enquête menée par la Banque mondiale auprès de 4 000 ménages en Algérie, au Maroc, en Egypte et en Syrie (Wodon et Liverani, 2014). Selon cette enquête, la perception du changement climatique est grandissante chez les ruraux et de nombreuses familles décident, souvent en dernier ressort, d'envoyer un des leurs à la ville. La même enquête déplore les mauvaises conditions d'accueil de ces migrants internes, souvent marginalisés.

Tout comme certains chercheurs (Kelley et al., 2015) établissent maintenant des relations fortes entre le conflit en Syrie et les sécheresses à répétition survenues dans le pays de 2007 à 2010, la Banque mondiale ne manque pas de poser la question des liens possibles entre le changement climatique et les printemps arabes. Les migrations dépassent aujourd'hui les frontières et le rapport de la Banque mondiale décrit un « arc de tension » du Sahel vers l'Afrique du Nord, source potentielle d'insécurité et de conflits régionaux.

Finalement, dans son dernier rapport *Shock Waves: Managing the Impacts of Climate Change on Poverty* publié en 2015 la Banque mondiale prévient d'un risque d'explosion de la pauvreté, pouvant anéantir des années d'efforts d'aide au développement. Cet appauvrissement sera en grande partie dû aux vulnérabilités de l'agriculture (risques de mauvaises récoltes, augmentations brutales des prix). Les pauvres étant les plus fragiles face aux catastrophes naturelles et les plus exposés aux maladies (paludisme, maladies diarrhéiques), il est conseillé de renforcer les systèmes d'alerte précoce ainsi les couvertures de santé et d'adapter au plus vite les systèmes agricoles.

Intentions des pays dans le cadre de la Convention climat

L'examen des INDC de six pays (Algérie, Egypte, Liban, Jordanie, Tunisie, Maroc) permet de confirmer la très forte prise de conscience des vulnérabilités du secteur agricole et de la nécessité d'adaptation des espaces ruraux. Les mesures proposées, quant à elles, prennent des formes diverses dont il nous a paru intéressant de mettre en perspective les principaux éléments.

Ainsi l'Algérie met en avant la désertification dès le préambule de sa contribution et souligne la vulnérabilité de ses populations aux événements extrêmes. Elle envisage un plan national climat ambitieux basé sur trois piliers : résilience des écosystèmes (vis-à-vis des inondations et des sécheresses), lutte contre l'érosion et réhabilitation des terres dégradées et intégration des questions climatiques dans les stratégies sectorielles, en particulier l'agriculture et l'hydraulique. Par ailleurs deux mesures d'atténuation importantes sont envisagées : valorisation de la forêt et compostage de déchets verts. Le pays ne détaille pas les actions ni leur coût mais attend un fort soutien international.

L'Egypte présente les efforts d'adaptation avant ceux portant sur l'atténuation, insistant sur la fragilité de ses ressources en eau. Dépendant du Nil, mais aussi de cultures pluviales et d'eaux souterraines, le pays prévoit une baisse significative de la productivité des céréales. De 12 à 15 % des terres du delta du Nil devraient être touchées par la salinisation des terres et l'augmentation des températures affectera fortement le secteur de l'élevage. L'Egypte considère que des données scientifiques complémentaires sont nécessaires. Néanmoins le gouvernement envisage d'agir. En ce qui concerne le secteur de l'eau il prône la modernisation des systèmes irrigués, la coopération avec les pays du bassin du Nil et la sensibilisation des usagers. En ce qui concerne l'agriculture il prévoit la création d'un système de gestion des crises, la diversification génétique et une meilleure gestion du foncier en zone littorale. Les mesures d'atténuation comprennent l'utilisation de la biomasse pour l'énergie, la plantation d'arbres le long des routes et des canaux, l'arrosage d'arbres avec des eaux usées et la réduction des émissions de GES liées à l'agriculture.

La Jordanie est très concernée. Elle souhaite participer à l'atténuation mais est très mobilisée sur l'adaptation où elle envisage des actions précises. Elle accorde une importance particulière au secteur de l'eau, avec des investissements de 4 milliards USD sur 10 ans pour : la protection des aquifères surexploités, une meilleure gestion des eaux de surface (collecte d'eau, gestion de bassin, recharge d'aquifères) mais aussi réutilisation et désalinisation. C'est le seul pays à parler d'agriculture climato-intelligente. L'agriculture sera modernisée grâce à des mesures techniques : permaculture, irrigation d'appoint, récolte de l'eau, goutte à goutte, cultures tolérantes à la salinité, systèmes d'alerte précoce, agriculture de conservation. Cette modernisation passe aussi par des infrastructures notamment de stockage de l'eau en zones pluviales et une réhabilitation des puits. Enfin on prévoit une restauration de l'écosystème forestier dégradé comptabilisée comme une action d'atténuation.

L'adaptation est une priorité pour le Liban qui s'attend à une forte augmentation des températures (2 degrés en 2040 et 5 degrés en 2090) et une diminution importante des précipitations (de 10-20 % en 2040 à 25-45 % à la fin du siècle). Le Liban est le seul à présenter un coût annuel des impacts de 4 000 USD par foyer soit un tiers des revenus moyens. En terme d'actions le secteur forestier est privilégié (plantations, lutte contre les feux) car il contribue à la fois aux objectifs d'adaptation et d'atténuation. De meilleures pratiques agricoles, des systèmes d'alerte, la réhabilitation des canaux d'irrigation sont aussi prévus ainsi qu'une recharge des nappes, de nouveaux barrages, une lutte contre les fuites et contre le non-paiement de l'eau et la réutilisation des eaux usées traitées. Le pays se distingue aussi par son adhésion à l'initiative de neutralité en termes de dégradation des terres de la Convention désertification.

Le Maroc enfin est probablement le pays le plus ambitieux et envisage de très nombreuses mesures. On retiendra entre autres la substitution des prélèvements dans les aquifères surexploités par des eaux de surface grâce à la construction de 38 barrages, le triplement des surfaces en irrigation localisée, la reconstitution de 200 000 ha de forêts, un effort considérable de dessalement, la réutilisation des eaux usées épurées, la recharge des nappes, et la reconversion de 1 million d'ha de céréales en plantations fruitières de nature à limiter l'érosion et mieux valoriser les ressources en eau.

Des besoins financiers considérables mais encore à affiner

Les pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée ont donc clairement exprimé leur inquiétude en ce qui concerne la vulnérabilité de leur secteur agricole, en parfaite cohérence avec les messages de la Banque mondiale. Ils ont choisi de proposer des mesures d'adaptation qui reflètent leurs situations particulières. Ces solutions sont somme toute assez classiques centrées sur mobilisation de la ressource et économie d'eau et systèmes d'alerte. Seule la Jordanie propose le développement d'une agriculture climato intelligente et le Liban s'inscrit dans un programme novateur de neutralité en termes de dégradation des terres. Peu de pays, sauf l'Egypte, mettent en avant la responsabilité de l'agriculture en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Toutefois plusieurs pays envisagent de mettre à contribution la capacité de stockage de carbone des secteurs agricole et forestier.

Tous expriment des besoins importants d'assistance technique, de transfert de technologie et de formation, parfois de recherche qui se traduisent par des demandes financières. Des financements seront certes nécessaires mais les mesures ne sont pas toujours détaillées. Des ordres de grandeur ont été proposés : le Maroc a avancé le chiffre de 2,5 milliards USD, la Tunisie 2 milliards, la Jordanie 4 milliards pour le seul secteur de l'eau. Les INDC sont bien un instrument de plaidoyer pour une aide internationale y compris pour l'Algérie dont la dépendance aux financements extérieurs est moindre a priori mais qui souhaite une compensation pour des impacts dont elle ne se sent pas responsable.

Dès lors il s'agit maintenant de faire évoluer les INDC. Ceux-ci ont été préparés parfois dans une certaine précipitation, avec beaucoup de liberté dans leur forme. Ils ont été rédigés et validés à un haut niveau politique dans la perspective de la négociation de l'accord de Paris et pour obtenir un fort appui extérieur en matière d'adaptation. Mais il n'y a pas eu encore d'engagement financier ferme sur le financement de l'adaptation qui devrait plutôt être discuté à Marrakech. Aujourd'hui certains pays souhaitent même réexaminer leurs propositions. Ainsi la Tunisie a récemment indiqué vouloir mieux impliquer sa société civile dans le débat et pense que le coût des mesures pourrait être réévalué. Le Liban a aussi indiqué que l'impact des réfugiés syriens pèserait fortement sur ses capacités de mise en œuvre.

On peut espérer que cet exercice de révision des INDC puisse être un moteur pour de nouveaux projets climat sur le terrain. Jusqu'à maintenant les pays de la région ont peu bénéficié des grands fonds internationaux dédiés à l'adaptation, selon un rapport ODI (2014). Ils ont eu plus de succès sur les grands projets d'atténuation, notamment en énergies renouvelables (Egypte, Maroc). Parmi les facteurs explicatifs de ce déséquilibre, discutés dans diverses instances, on peut retenir les récents troubles post printemps arabes mais aussi la complexité des montages, les faibles interactions entre acteurs de l'environnement et de l'agriculture – les fonds adaptation étant souvent des fonds « environnementaux », la question de la formation et du manque de données. Une meilleure interaction avec le monde de la recherche serait très utile.

Les bailleurs de fonds évoquent souvent aussi des lenteurs dans les procédures de montage et de décaissement. Un travail considérable sera à mener pour faire naître des propositions mixtes adaptation/atténuation. On soulignera alors enfin l'intérêt d'une mutualisation régionale des efforts, par exemple dans le domaine de la formation, de l'échange de données ou de la recherche. Il s'agit de pouvoir aborder aussi bien les effets transfrontaliers du climat (parasites, ressources transfrontalières, données météorologiques, biodiversité) mais aussi de partager entre pays les expériences réussies.

C'est la raison d'être du Centre pour l'Intégration en Méditerranée (CMI) que de promouvoir cette concertation, ainsi qu'il le fait déjà sur le secteur de l'énergie et sur des aspects essentiels de la gestion de l'eau comme l'eau non facturée et non payée dans les réseaux ou l'approche économique de la gestion de la demande.

Conclusion

Depuis fin mai 2016, un nouveau registre de contributions (NDC) - qui seront les engagements fermes pour les prochaines années - a été ouvert sur le site de la Convention des Nations-Unies sur le Changement Climatique. La finalisation des NDC doit être l'occasion de débats renouvelés avec l'ensemble des acteurs, bailleurs, entrepreneurs, mais aussi collectivités et ONGs et surtout des paysans eux-mêmes pour faire naître solutions robustes et pertinentes.

La Banque mondiale entend bien jouer un rôle dans ce sens à travers sa nouvelle stratégie climat présentée en 2016. Enfin cette mobilisation des acteurs du secteur agricole apparaît plus que jamais nécessaire si l'on considère le coût social de la non-action lorsque se déclenchent, comme en 2008, des « émeutes de la faim ». Elle se justifie plus encore au vu des risques de création de foyers de terroristes dans les territoires ruraux marginalisés ou encore de l'accélération des migrations humaines vers l'Europe – tous deux enjeux politiques majeurs pour le continent.

*

L'auteur tient à remercier Dominique Rojat (AFD/CMI) et Marwan Ladki (FAO) pour leurs contributions et relecture attentive de ce texte.

Bibliographie / Pour plus d'information

- Kelley et al, 2015. *Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought*. PNAS.
- ODI – Heinrich Böll Stiftung - Note régionale sur le financement climatique: Moyen-Orient et Afrique du Nord, décembre 2014.
- Wodon Q., Liverani A., Joseph G. and Bounoux N., editors, 2014. *Climate Change and Migration: Evidence from the Middle East and North Africa*, Washington, DC: the World Bank.
- World Bank Group, 2014. *Turn Down the Heat III: Confronting the New Climate Normal*, Washington, DC: The World Bank.
- World Bank, 2015. *Shock Waves: Managing the Impacts of Climate Change on Poverty*, Washington, DC: The World Bank.



Climate Change: Impacts and Responses for Sustainable Agriculture in Egypt

Dr. Mahmoud A. Medany

Chairman of the Climate Change Information Center and Renewable Energy (CCICRE), Egypt
Egyptian Delegate to the CIHEAM Governing Board

Climate change poses a major challenge to Egyptian agriculture because of the complex role agriculture plays in rural and national social and economic systems. Climate change has the potential to both positively and negatively affect the location, timing, and productivity of crop, livestock, and fishery systems at local, national, and global scales. It will also alter the stability of food supplies and create new food security challenges by 2050. Agriculture exists as part of the national economy and agricultural exports have outpaced imports as part of the overall balance of trade. However, climate change will affect the quantity of produce available for export and import as well as prices (El-Ramady et al. 2013). Egypt has a population of 91.76 million (2016-04-15), increased from 58 million in 1990 (CAPMAS 2016).

The population, land-use and agriculture and economic activity of Egypt are all constrained along a narrow T-shaped strip of land along the Nile and the coast around its delta. There is a possibility of significant decline in Nile streamflow under climate change. Nile water availability is likely to be increasingly stressed due to higher water demands and evaporative losses resulting from higher temperatures in the semi-arid region, which are projected consistently across various climate models. Coastal zone and water resource impacts also have serious implications for agriculture: sea level rise will adversely impact agriculture: sea water intrusion and increased demand by crops in warmer climate. Extreme weather events are increasingly threatening the farmers as heavy rains hit the delta last October 20015 causing serious damages to more than a million acres, mainly was devoted for wheat cultivation.

Concerted efforts for adaptation to climate change must be undertaken at all levels to increase the resilience of Egyptian societies and economies to the many extra challenges. Major efforts are made in the field short duration crop varieties in order to save 30% of irrigation water. The anticipated crops are: rice, wheat corn and barley. Egypt represented Africa in the UN Climate Change "COP21" in Paris where Africa needs the international support whether technically or financially to combat climatic change impacts.

As the representative of the African Nations at the UN Climate change summit, Egypt presented the two African initiatives the world countries. The first initiative aims at promoting renewable energy in Africa and the other initiative endeavors to support our continent on adaptation.

Egypt's assist that the agreement should also be legally binding as long as it encompasses clearly defined commitments for the developed countries to provide the developing world with the adequate support in terms of financing, capacity building, and advanced technology, in order to enable the African and other developing countries to adapt and transform our economies to achieve sustainable development, in addition to a clear commitment in the agreement that the increase in temperature does not exceed 1.5 degrees, and to avoid shifting the burden of mitigation from the developed to the developing countries.

According to Egypt's vision to COP22, developing countries need the transfer of technology, capacity building, and funding. "Developing countries should not be responsible for advocating this kind of support as they are not responsible for the current climate change phenomena. Several sections in the COP21 agreement state there should be shared responsibility in achieving the 2 degree target. This is represented in the creation of the Green Climate Fund and the Intended Nationally Determined Contributions (INDC).

Despite global momentum to improve climate change settings worldwide, the submitted INDCs indicate worldwide average temperatures could increase to 2.7 or even 3 degrees by 2100, instead of staying well below the 2 degree limit agreed upon in Paris, according to the UNFCCC synthesis report. Egypt's efforts seem ineffectual for the moment, as several obstacles still lie ahead. These obstacles are not only related to foreign funding, but increasingly, to local endeavors. The Egypt INDC was also widely criticized for its lack of definitive data and figures.

Egypt attended the 4 Per 1000 Initiative, which took place at the International Agriculture Show in Meknes, Egypt, is intended to set the framework for the international governance structure of the initiative and determine what the next actions should be before the COP22 international climate conference which will take place this November in Morocco.

Overview of agriculture sector

Egyptian agriculture is almost entirely dependent on irrigation. More than 90 percent of Egypt is desert. The agricultural land base totals about 3.5 million ha (8.4 million feddan) which represented about 3.5% of the total area in 2007 of this agricultural land, 3 276 000 ha (7.8 million feddan) lie within the Nile Basin and Delta, and the remaining 210 000 ha (500 000 feddan) are rainfed or in the oases. Agriculture is a major component of the Egyptian economy, contributing up to 14.5 percent of GDP and 28 percent of all jobs (CAPMAS 2015). The agriculture sector in Egypt is dominated by small farms, which use traditional practices that do not comply with internationally recognized standards. As a result, farmers experience increased production costs, reduced yields, decreased soil fertility, and limited marketing opportunities. They are further constrained by lack of cold storage infrastructure, transportation systems, and market information (USAID 2016). The Egyptian economy has relied heavily on the agricultural sector for food, feed, fibre and other products. It provides livelihood for about 55% and employs 30% of the labour force.

Current challenges

Problems determined predominantly by natural resources

Egypt has little effective rainfall, at most 200 mm and unequally distributed and on limited areas. Mostly it has vast areas of poor rangeland, estimated at more than 10 million ha. Agriculture characterized by the predominance of smallholders, Egypt's agriculture sector is currently witnessing greater investor interest. Constraints on Egypt's agriculture sector over 2015 include evolving subsidy reforms (beginning in July 2014), which has meant a rise in fertilizer prices of between 33% and 50%.

However, high-quality exports are expected to lead the way. The agriculture export sector has come out healthy following the political unrest beginning in January 2011 and is still standing on its feet (Agriculture Export Council 2015). Egypt has only one main source of water supply, the Nile. The availability of a reliable water supply from the High Dam in Aswan is governed by the water-sharing treaty with the countries of the Nile Basin under which 55.5 billion m³ per annum is allocated to Egypt. Additional water could become available with the completion of the Jonglei Canal.

Difficulties related to socio-economic concerns

Agriculture plays important role in social structure of rural areas in Egypt, and it is responsible of social stability in these regions. The impact of climate change is most likely to hit the rural communities in the country severely, due to the fragile socioeconomics of the rural people. Any further pressures due to climate change may cause unrecoverable damage. The vulnerability of the Agriculture in Egypt to climate change is mainly attributed to both biophysical and socio economical parameters. Egypt is very dependent on natural resources that are vulnerable to climate change. A large portion of the arable land is in the Nile Delta and is particularly vulnerable to sea level rise. Crop yields and crop water use could be affected by climate change. Impacts of climate change on population, the occurrence of this emphasizes of climate changes will associate with doubling the Egyptian population to be 160 million by the middle of the century (2050). Such association between climate change and population increase will lead to many unfavorable demographic, geographic and economic factors.

Impact and vulnerability of current water resources in agriculture

A number of papers have looked at the implications of fluctuations in Nile flows for water resources in Egypt, particularly since a prolonged period of low flows during the 1970s and 1980s. Abu-Zied and Biswas (1991) and Conway and Hulme (1993) considered the implications of climate fluctuations for water management with emphasis on the Nile. They stressed the uncertainties involved in predicting future climate change and that existing planning processes and hydrologic methodologies need to be improved to deal with such challenges. They also emphasized the importance of fluctuations in river flow over the historical period for managing water resources.

The impact of climate change on some major crops in Egypt as a summary of several local studies. These changes in crop productivity are mainly attributed to the projected temperature increase, which affect the grain filling periods and have detrimental effects on sensitive development stages such as flowering, thereby reducing grain yield and quality. Crop-water stress is the other factor causing productivity reduction under climate change. Pests and disease remain important factors affecting negatively the crops productivity. The impact of climate change on the pests and disease in relation to crops productivity, is studied in limited scientific trials, but not yet well studied at the national level under Egyptian conditions.

Identification of adaptation measures and options

Assumptions for water share in agriculture

Total available water resources are estimated at 73.8 billion m³ annually. Total of water use is about 62.6 billion m³. Agriculture's share of the water budget is about 81% and increased to 85% in 2006. According to SADS (2009) per capita fresh water is expected to decline from 711.0 m³ in 2008 to 550 m³ in 2030. Recorded share from cultivable land was about 504 m² per inhabitant in 2006. The on-farm irrigation performance in Egypt is the overall result of climatic and environmental conditions, irrigation technology, on-farm irrigation practices, and investment availability. Attaher and Medany (2008) concluded that the crop water requirements of the important strategic crops in Egypt are going to increase under all IPCC SRES scenarios, ranging from 5 to 13 % at 2100s.

Measurement used for adaptation

National plan are being drafted and a national committee for climate change has been set up following steps:

- Providing information and training for farmers on the topics of effective and resource-efficient farming and irrigation methods, selection of the right crops, fertilizer use and crop rotation;
- Facilitating knowledge transfer and disseminating information to improve planning and management of adaptation processes;
- Raising general awareness about adapted sustainable waste management and the responsibility to use water more efficiently and maintain water quality.

- Increase water productivity by means of adapted, improved farming and irrigation measures while simultaneously protecting the soil and water resources;
- Promote the monitored reuse of treated drainage water.

Adaptive capacity in agriculture sector

Studies concluded that changing sowing dates and management practices were among the important adaptation measures oriented to ameliorate the harmful impact of the climate change on the crop yield. Simulation studies in Egypt (Abou-Hadid, 2006) showed that 10-day delay in wheat sowing date at the North Nile Delta might mitigate the negative impacts on crop productivity by 10%. Changing sowing dates could increase the flexibility of the farming system to face temperature and water requirements increase due to climate change, as a single factor effect.

This adaptation option is facing some implementation difficulties related to the overall crop calendar arrangements, and it may be limited by the marketing opportunities, which may not match the new harvesting dates, especially for cash crops. The acceptability of changing planting date option needs further studies regarding the conflict with other existing crops as the Egyptian cropping system is based on 12-month cycle (El-Marsafawy S. M. 2006). Medany et al. (2009) concluded that changing cultivars and changing crop pattern are the most promising adaptation measures that should be applied at the national level, to overcome the harmful impacts of climate change in crop production.

Suggestions for follow-up

National policy level

In designing agricultural and climate change policy in Egypt, more robust collaboration among stakeholders for evolving innovative approaches and adaptive measures for the climate change phenomenon in the region is advocated. Lastly, adequate investment in research and capacity building is imperative in building resilient adaptation to climate change impacts in the rural communities of Egypt.

Designing and applying of national adaptation strategy for the agriculture sector is facing a group of barriers and limitations of existing scientific, information and policy perceptions, poor adaptive capacity of the rural community, lack to financial support, and absence of the appropriate institutional framework.

Scientific research & generated knowledge of climate change

Support a collaborative effort with broad social participation. Special attention be given to vulnerable sectors and populations. The Scientific research aims to:

- Establishment of a strong information dissemination system regarding climate change and its impacts on agriculture targeting all growers in order to assist them in developing their appropriate adaptation measures.
- Reduce the science-policy gap.
- Paving the road for future cooperation initiatives to be taken in terms of joint and collaborative scientific efforts.

Institutional aspect concerned with climate change

The provision and flow of information are of the biggest and most important obstacles facing the implementation of impact assessment on the agricultural sector. In addition, it might be an important hindrance that Egypt has to deal with to fulfill its international obligations. Therefore, Climate Change Information Center and Renewable Energy (CCICRE) has been established for studying climate change and the agricultural sector, in order to provide the accurate data necessary to the research sector and eliminate the exchanging barriers, and to support regional countries in their adaptation and mitigation efforts. It is responsible for studying the effects of climate changes on the productivity of the main crops, water requirements, and the agricultural communities in the different agricultural systems in Egypt.

Egypt in COP 21 and the way forward to COP 22

Egypt's President represented the country as well Africa in the UN Climate Change "COP21" in Paris where he spoke about the need of international support whether technically or financially to combat climatic change impacts.

As the representative of the African Nations at the UN Climate change summit, the Egyptian president presented the two African initiatives of the world countries. The first initiative aims at promoting renewable energy in Africa and the other initiative endeavors to support our continent on adaptation. Egypt, on behalf of African Group, said the historic Paris Agreement had "far reaching consequences" for sustainable development and asked the COP 21 Presidency to convene consultations on Africa's special circumstances at SB 44.

Egypt's assist that the agreement should also be legally binding as long as it encompasses clearly defined commitments for the developed countries to provide the developing world with the adequate support in terms of financing, capacity building, and advanced technology, in order to enable the African and other developing countries to adapt and transform our economies to achieve sustainable development, in addition to a clear commitment in the agreement that the increase in temperature does not exceed 1.5 degrees, and to avoid shifting the burden of mitigation from the developed to the developing countries.

The issues of financing, capacity building and technology should not be viewed as merely negotiating positions but a strong necessity and a main indicator on the seriousness of the international community to face climate change challenges. A recent report of the United Nations Environment Programme indicated that Africa needs between 7 and 15 billion dollars annually until 2020 for adaptation, and needs between 50 to 100 billion dollars annually until 2050, and that the financing which our continent can only provide would not exceed 3 billion dollars annually, which means that there will be a financing gap not less than 12 billion dollars annually until 2020 and will keep increasing after 2020 by much higher rates. So it was imperative that the agreement reflects a commitment to provide 100 billion dollars annually to the developing countries by 2020, to be doubled beyond 2020. This is the framework in which the African states took the lead by developing two initiatives.

According to Egypt's vision to COP22, developing countries need the transfer of technology, capacity building, and funding: *"Developing countries should not be responsible for advocating this kind of support as they are not responsible for the current climate change phenomena; Rather it's the developed countries' responsibility."* Several sections in the COP21 agreement state there should be shared responsibility in achieving the 2 degree target. This is represented in the creation of the Green Climate Fund and the Intended Nationally Determined Contributions (INDC). *"Working on voluntary initiatives should not replace developed countries' main responsibility towards developing countries", "Nevertheless, Africa, which contributes the least amount of greenhouse gas emissions, has undertaken several voluntary initiatives including the Renewable Energy Initiative (AERI)."*

Despite global momentum to improve climate change settings worldwide, the submitted INDCs indicate worldwide average temperatures could increase to 2.7 or even 3 degrees by 2100, instead of staying well below the 2 degree limit agreed upon in Paris, according to the UNFCCC synthesis report.

Since the beginning of the COP21 negotiations, Egypt has been advocating for adaptation measures, as well as placing responsibility on developed countries. This is attributed to the fact that, according to government officials, Egypt is vulnerable to climate change effects. Throughout 2015, hundreds of people died and others were displaced due to unprecedented weather conditions.

Egypt's efforts seem ineffectual for the moment, as several obstacles still lie ahead. These obstacles are not only related to foreign funding, but increasingly, to local endeavors. The Egypt INDC was also widely criticized for its lack of definitive data and figures. Egypt attended the 4 Per 1000 Initiative, which took place at the International Agriculture Show in Meknes, Egypt, is intended to set the framework for the international governance structure of the initiative and determine what the next actions should be before the COP22 international climate conference which will take place in November 2016 in Morocco.

The high-level meeting was brought the initiative to an operational phase with the goal of giving it a transparent, inclusive and efficient governance process and a road map for the months ahead. In this context, the meeting was particularly targeted the following objectives:

- Adopting a convention that institutes the consortium of the 4 per 1000 Initiative, establishing the governance process for the entire initiative and its objectives;
- Adopt a general road map for the Initiative from May 2016 until the COP 22;
- Create an exchange on possible contributions and the expectations of different types of members in the framework of the Initiative.

Organic matter in soil, composed primarily of carbon, provides four large services to the ecosystem: providing resistance to soil erosion, water retention, fertility, and biodiversity. Even a small increase in carbon stored in soils has major effects, for both agricultural productivity and for helping in the global greenhouse gas cycle. It is necessary to engage all actors toward a new form of agricultural production based on an adapted management of soil that helps to create jobs and revenue and that carries us forward toward more sustainable development.

In 2050, global agriculture will have to produce a sufficient amount of food for a planet composed of 9.5 billion people in the context of climate change. Faced with this challenge, we must keep our soils alive because agricultural production is strongly correlated with soil health. Increasing carbon stored in soils is one of the major levers to respond to the triple challenge of food security, the adaptation of food systems and populations to disruptions linked to climate change and reducing greenhouse gas emissions. The 4 per 1000 Initiative aims to tackle these challenges by proposing an annual increase of carbon stored in soil of 0.4%, which scientists have determined would make up for annual human carbon emissions.

Bibliography / More information

- Abou-Hadid, A. F., 2006. *Assessment of impacts, adaptation and vulnerability to climate change in North Africa: Food production and water resources*. A final report submitted to assessments of impacts and adaptations to climate change (AIACC), Project No. AF 90.
- Abu-Zeid, M. and Biswas, A.K. (1991). *Some major implications of climatic fluctuations on water management*. Water Resources Development 7, 74-81.
- Attaher, S. M. and Medany, M. A., 2008. *Analysis of crop water use efficiencies in Egypt under climate change*, Proc. of the first international conference on Environmental Studies and Research " Natural Resources and Sustainable Development", 7-9 April, Sadat Academy of environmental science, Minofya, Egypt (in press).
- Aune JB (2012) *Conventional, organic and conservation agriculture: production and environmental impact*. In: Lichtfouse E (ed) *Agroecology and strategies for climate change*, vol 8, Sustainable agriculture reviews. Springer Science + Business Media B.V, Dordrecht/New York. doi: 10.1007/978-94-007-1905-7-7
- Conway, D. and Hulme, M. (1996), *The impacts of climate variability and future climate change in the Nile Basin on water resources in Egypt*. Int. J. Water Resources Development 12, 261-280.
- El Raey M, El Raey M (2011) *Mapping areas affected by sea-level rise due to climate change in the Nile delta until 2100*. In: Brauch HG et al (eds) *Coping with global environmental change, disasters and security*, vol 5, Hexagon series on human and environmental security and peace.
- El Sharkawy H, Rashed H, Rached I (2009) *Climate change: the impacts of sea level rise on Egypt*. The impacts of SLR on Egypt, 45th ISOCARP Congress. Porto, Portugal
- Elsaedi G (2012) *Effects of climate change on Egypt's water supply*. In: Fernando HJS et al. (eds) *National security and human health implications of climate change*. NATO science for peace and security series C: environmental security. Springer Science + Business Media B.V. doi: 10.1007/978-94-007-2430-3-30
- El Sharkawy H., Rashed H., & Rached I., *The impacts of SLR on Egypt*, 45th ISOCARP Congress 2009"
- Fahim, M. A.; M.A. Medany; H. A. Aly and M. M. Fahim 2007. *Effect of the Climate Change on the Widespread and Epidemics of Potato and Tomato Late Blight Disease under the Egyptian Conditions*. Ph.D. Thesis, Cairo Univ., 177 pp.
- Hamdy, A., 2007. *Water Use Efficiency in Irrigated Agriculture: an Analytical Review*. In: N. Lamaddalena, M. Shatanawi, M. Todorovic, C. Bogliotti, R. Albrizio (eds.). *Water Use Efficiency and Water Productivity* (Proc. Of 4th WASAMED workshop, 30 Sept. – 4 Oct. 2005, Amman, Jordan). Option Mediterranean Series, CIHAM, B n. 57, 82-90.
- Hassan R. El-Ramady, Samia M. El-Marsafawy, and Lowell N. Lewis, (2013). *Sustainable Agriculture and Climate Changes in Egypt*. E. Lichtfouse (ed.), *Sustainable Agriculture Reviews*, Sustainable Agriculture Reviews 12, 41 DOI 10.1007/978-94-007-5961-9_2, © Springer Science+Business Media Dordrecht 2013.
- IPCC (2001) *Climate change 2001: the scientific basis*. Contribution of Working Group I to The Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Medany, M. A., Attaher, S. M. And Abou-Hadid, 2009, *Adaptation of Agriculture Sector in the Nile Delta Region to Climate Change at farm level*, International Symposium of Impact of Climate Change and Adaptation in Agriculture, 22-23 June 2009, Vienna, Austria.
- Strzepek, K., Yates, D.N., Yohe, G., Tol, R.J.S. and Mader, N. (2001) *Constructing not implausible' climate and economic scenarios for Egypt*. Integrated Assessment 2, 139-157.
- Sustainable agricultural Development, (SADS 2030), Ministry of agriculture and land reclamation, 2009.
- World Bank 2007. *World Bank Development Indicators*. The World Bank, Washington, DC.



Comment gérer les épisodes de sécheresse au Maroc ? *Quelques enseignements tirés à partir de l'expérience 2016*

Mohammed Sadiki

Secrétaire général du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche maritime du Maroc

Le Plan Maroc Vert (PMV), stratégie de déclinaison de la politique agricole du Maroc, a été lancé en 2008 pour impulser une mise à niveau du secteur et devenir l'un des moteurs de croissance de l'économie nationale, ainsi qu'un pourvoyeur d'emplois, tant en milieu rural que dans les villes. En faisant le choix d'une agriculture territorialement diversifiée, sociologiquement plurielle et durable, cette stratégie inscrit l'agriculture marocaine dans la trilogie du développement durable conjuguant l'efficacité économique, l'équité sociale et la préservation des ressources naturelles, à travers une meilleure compréhension des dynamiques géographiques, spatiales et économiques propres à chaque espace agricole national.

Plaçant l'investissement au cœur de son dispositif opérationnel, le PMV promeut une agriculture pour tous et sans exclusion, à travers des instruments d'intervention différenciés selon les filières et en fonction des exploitations. De l'agriculture solidaire, centrée sur l'amélioration du revenu agricole des exploitants et la lutte contre la précarité – notamment dans les zones fragiles –, à l'agriculture moderne à forte valeur ajoutée capable d'être compétitive dans la mondialisation, le dispositif se veut socialement et territorialement inclusif, économiquement et politiquement intégré. De la diversité du Maroc, tant en termes d'atouts que de vulnérabilités, découle l'idée de préserver la pluralité des systèmes agricoles et la mosaïque des territoires.

Huit ans après son lancement, ce plan a déjà repositionné l'agriculture en tant que moteur de la croissance économique et du développement social du pays. Avec un net décollage de la productivité, les indicateurs de performance à l'actif du Plan Maroc Vert sont positifs et dépassent même les prévisions pour plusieurs volets.

Il est intéressant d'examiner ces dynamiques à l'heure où le Royaume vient de connaître une sécheresse historique, qui nous rappelle l'intimité du lien entre agriculture et climat. Cet article présente l'action des pouvoirs publics, conduite pour gérer à court comme à moyen-terme ce défi majeur des aléas météorologiques dans un pays au climat capricieux.

L'agriculture, secteur climato-dépendant

L'agriculture est l'activité essentielle à la vie et au développement la plus climato-dépendante. Situé à l'extrême Nord-Ouest du continent africain, lui-même véritable mosaïque climatique, le Maroc présente des situations météorologiques contrastées avec des variabilités spatiales et temporelles. L'enjeu du climat n'est certes pas nouveau, mais les changements prennent une ampleur inquiétante et s'accroissent sur des périodes plus courtes que par le passé.

Le secteur agricole se trouve ainsi exposé à de multiples adversités et risques. Il doit toujours faire preuve d'adaptation face aux facteurs météorologiques dont la sécheresse constitue le plus important, le plus récurrent, mais également le plus terrible, le plus incertain et le moins prévisible d'entre eux. Bien qu'elle puisse survenir sous tous les types de climat, les régions semi-arides, majoritaires au Maroc, sont parmi les plus vulnérables, car elles connaissent déjà et régulièrement un déficit hydrique tout au long du cycle des cultures, dû à des précipitations extrêmement variables.

La gouvernance du secteur agricole intègre ces données essentielles et structure le pilotage des interventions annuelles afin d'anticiper des situations de risques. Au début de chaque année agricole, les services du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime (MAPM) déclenchent sur l'ensemble du territoire national un suivi régulier basé sur une batterie d'indicateurs pour apprécier et effectuer une veille en temps réel des évolutions des conditions de la saison agricole, suivre le cycle des cultures depuis la mise en place à la récolte, les conditions hydriques, l'état du cheptel, les marchés etc.

Le déploiement des programmes de gestion de la campagne, comprenant des séries de mesures définies à la veille de chaque saison, est régulièrement ajusté selon la nécessité dictée par les conditions climato-environnementales en intégrant les préoccupations d'ordre économique, social et environnemental.

La campagne agricole 2015-2016, victime de la sécheresse

La campagne agricole (2015-2016) a enregistré un manque et un retard de précipitations dès le mois de novembre. Depuis le début du mois de décembre, un déficit pluviométrique a commencé à se creuser par rapport à une année normale pour dépasser 63% à fin janvier avec des indicateurs montrant un début d'impact. Les effets se sont aggravés au cours des mois suivants avec un déficit pluviométrique continuant à s'alourdir jusqu'à la fin de la saison avec environ 50%. Les emblavements en céréales, n'ayant été réalisés qu'à 62% du programme prévisionnel de la campagne agricole (3,2 millions d'hectares semés sur 5 millions) par manque de pluies en période de semis, ont vu leur potentiel de production sérieusement affecté dans la quasi-totalité des régions agricoles pluviales.

De même, l'apport des parcours, des jachères et des cultures fourragères nécessaires à la couverture des besoins alimentaires du cheptel a été fortement réduit et compromis. L'impact sur l'élevage, qui traduit l'effort d'investissement fourni par les éleveurs sur plusieurs années et qui demeure le premier secteur créateur d'emplois agricoles (avec une part de 65%), est des plus immédiats. La campagne 2015-2016 prend le relais d'une très bonne année, marquée par une récolte céréalière record de 11,7 millions de tonnes. Son démarrage a ainsi été marqué par une stabilité des prix des aliments de bétail et des animaux sur pieds jusqu'à début décembre, grâce aux stocks constitués par les exploitations agricoles à l'échelle nationale. Les prix des aliments de bétail ont commencé à grimper à partir de la mi-décembre et franchi le seuil d'alerte en janvier.

La persistance de ce déficit pluviométrique s'est fait par ailleurs sentir sur les disponibilités en eau potable dans plusieurs localités et sur la nécessité des apports en eau pour les jeunes plantations d'arboriculture fruitière en zones pluviales.

Les périmètres irrigués, première source de création de la valeur ajoutée végétale (60%) et deuxième créateur d'emplois agricoles (avec une part de 25%), assurent l'approvisionnement régulier du marché en fruits et légumes, semences certifiées, cultures annuelles sous contrat, etc.

Le taux de remplissage des barrages à usage agricole, bien que satisfaisant pour la campagne 2015-2016, a requis une surveillance et une gestion optimisée de façon à assurer la couverture des besoins de cette année et ceux nécessaires au démarrage de la campagne suivante.

Enfin, l'assurance céréalière multirisque climatique des cultures, particulièrement des céréales, a vu augmenter soudainement le nombre d'agriculteurs souscripteurs pour atteindre un record couvrant 32% de la superficie emblavée en céréales et légumineuses. En effet, bien que l'offre d'assurance ait connu un engouement depuis son démarrage en 2011, c'est en 2015-2016 que le chiffre de 1,1 million d'hectares couverts a été atteint pour la première fois.

Le programme d'intervention pour gérer les effets induits de sécheresse

Dès que les indicateurs ont atteint le seuil d'alerte en janvier, un programme d'intervention spécifique a été formulé pour faire face au déficit pluviométrique et atténuer ses effets en prenant les mesures nécessaires et en apportant les solutions les plus adéquates au bénéfice du secteur et des populations rurales.

Impulsé sur des orientations qui veillent à maintenir les équilibres dans le monde rural, ce programme est structuré en trois composantes complémentaires déclinées en une batterie d'actions déployées selon des approches novatrices, dans la perspective de mieux cibler les bénéficiaires en particulier les plus vulnérables d'entre eux. Partant des acquis du Plan Maroc Vert, le programme tire les enseignements nécessaires des précédentes interventions de l'Etat pour faire face aux effets du déficit pluviométrique et de la sécheresse. L'approche adoptée en matière de gouvernance du programme se veut novatrice en rompant avec les systèmes excessivement administrés notamment en matière d'assistance aux agriculteurs en années difficiles.

Défini sur une période prévisionnelle de huit mois, pour couvrir le reste de campagne de février jusqu'au début de la saison agricole suivante, le programme (voir en annexe) a été décliné en dix axes organisés selon trois composantes: la protection des ressources animales, la protection des ressources végétales et le maintien des équilibres dans le monde rural.

Le programme d'intervention pour gérer les effets induits de sécheresse

Composante 1

Protection des ressources animales

1. Appui aux aliments de bétail
2. Abreuvement du bétail
3. Prévention des maladies des animaux

Composante 2 :

Protection des ressources végétales

4. L'irrigation des jeunes plantations d'arboriculture fruitière sous régime pluvial, notamment issues du programme de l'agriculture solidaire réalisé dans le cadre du Pilier II du Plan Maroc Vert;
5. La sécurisation de la multiplication des semences certifiées pour assurer leur disponibilité pour la campagne prochaine (2016-2017);
6. La sécurisation de la production des cultures en périmètres irrigués;
7. L'indemnisation dans les meilleurs délais des agriculteurs sinistrés, souscripteurs à l'assurance céréalière multirisque;
8. L'encouragement de la reconversion aux cultures de printemps.

Composante 3 :

Maintien des équilibres dans le Monde Rural

9. Amélioration de l'accès à l'eau potable des populations des zones rurales défavorisées,
10. La mise en œuvre de projets d'agriculture solidaire au bénéfice des populations locales.

Un dispositif organisationnel national et régional dédié au pilotage de ce programme a été mis en place pour la coordination, le suivi et l'évaluation du programme afin d'en assurer une exécution rigoureuse, rapide et transparente. Il mobilise les structures centrales, régionales et locales du département de l'agriculture et repose sur la veille, sur l'efficacité et l'efficacité de déploiement des mécanismes administratifs pour un fonctionnement optimum.

Dès l'annonce des orientations cadrant l'intervention, les préparatifs du programme ont d'abord mobilisé toutes les structures du département de l'agriculture, puis une série d'échanges nécessaires avec les autres départements ministériels et les établissements concernés, ensuite des concertations avec les professionnels et les représentants des agriculteurs et éleveurs, puis la définition du détail des actions du programme à toutes les échelles, avant sa quantification et sa budgétisation.

Eu égard à l'urgence que requiert la mise en œuvre du programme, les services responsables de la gestion des marchés ont fait appel aux procédés des marchés publics que requièrent la situation d'urgence avec la nécessaire mise en concurrence et la publicité préalable, pour la sélection des titulaires des marchés afin de garantir la transparence du processus et l'optimisation des coûts. Ces dispositions procédurales ont été portées à la connaissance des concernés à tous les niveaux (services centraux et déconcentrés, opérateurs) à travers des mécanismes adéquats.

Veillant à ce que les agriculteurs aient accès à toutes les informations relatives aux mesures prises dans le cadre du programme de lutte contre les effets du déficit pluviométrique, une large campagne de communication a été déployée à travers différents supports de communication:

- Des émissions et des spots de télévision et de radio seront diffusés sur les trois chaînes de télévision nationale (Al Oula, 2M et MédiaTV) ainsi que sur les chaînes de la radio nationale et régionales, afin d'expliquer aux agriculteurs le contenu et le déroulement du programme dans sa globalité et pour chacune de ses composantes ;

Gouvernance du programme

Le budget nécessaire au programme a été mobilisé à travers des mécanismes permettant d'en disposer à temps. Cette importante mobilisation en un temps court, ayant fait fonctionner toutes les synergies nécessaires entre les services et les départements concernés, constitue le premier facteur de succès du programme.

- L'affichage de supports de communication et la distribution de flyers au niveau de l'ensemble des services extérieurs du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime et des établissements sous tutelle, des Chambres d'Agriculture et des lieux de concentration des agriculteurs (notamment les communes rurales, les manifestations régionales, les coopératives laitières et les souks hebdomadaires);
- Des écoles aux champs pour les filières de production animales (rationnement alimentaire du bétail et hygiène);
- Des journées de sensibilisation et d'information relatives à l'installation des cultures de printemps, à travers le réseau des conseillers agricoles au niveau des structures locales de proximité;
- Une campagne de sensibilisation relative à l'économie d'eau, au rationnement de l'utilisation des eaux d'irrigation et la sauvegarde des plantations, particulièrement celles réalisées dans le cadre des projets d'agriculture solidaire ;
- Un programme de développement des compétences au profit de 10 000 agriculteurs et femmes rurales, axé sur les bonnes pratiques à adopter pour atténuer les effets de la sécheresse et du déficit pluviométrique ;
- Un programme de développement socio-économique des projets générateurs de revenus, au profit de la femme rurale.

Pilotage et suivi et évaluation de la mise en œuvre

Pour garantir la transparence des processus et l'efficacité dans l'exécution des différentes composantes de ce programme, une organisation dédiée a été mise en place avec une approche reposant sur l'anticipation, la réactivité, la transparence, le contrôle et la rapidité de mise en œuvre des procédures en adoptant les outils efficaces nécessaires.

Placé sous les orientations du Ministre de l'Agriculture et de la pêche maritime et le pilotage global du Secrétaire général du département de l'Agriculture, le dispositif organisationnel comprend les niveaux central, régional, provincial et local. La mise en œuvre des composantes du programme défini, adopte une démarche de travail de proximité à travers les services déconcentrés du MAPM afin de couvrir toutes les

régions et d'atteindre les agriculteurs et éleveurs des communes les plus éloignées selon les composantes et les opérations du programme. Les composantes du programme ont été déployées en fonction des conditions climatiques et sur la base des indicateurs de terrain.

A travers un point de commandement (PC) central à l'échelle nationale et un PC régional à l'échelle de chacune des 12 régions du Royaume, le système fonctionne continuellement et examine au quotidien l'évolution de la campagne avec la vigilance requise et l'écoute du terrain sur la base d'un suivi de proximité. Des comités centraux et régionaux, des commissions et des task-forces sont mis en place pour le suivi des opérations selon les composantes et les besoins avec un système de coordination permettant la fluidité de remontée de l'information et la transmission des instructions au moment voulu.

Un système d'information dédié a été implanté, assurant un suivi en temps réel de toutes les opérations déployées avec les détails nécessaires, afin de permettre des ajustements immédiats en cas de besoin. Les services locaux, provinciaux et régionaux des différents intervenants alimentent quotidiennement le système par les données des opérations et les indicateurs de l'état d'avancement. Des *reportings* quotidiens et hebdomadaires sont établis à l'échelle régionale sur les réalisations relatives aux différentes composantes conformément à des canevas dédiés mis en place.

La mise en œuvre a mobilisé autour du MAPM, les Ministères de l'Economie et des Finances, de l'Intérieur et le Département de l'eau, chacun dans le cadre de ses missions avec une coordination renforcée de ce programme.

Une Commission nationale, présidée par le Ministre de l'Agriculture et de la Pêche Maritime (au sein du département de l'Agriculture) composée des représentants des départements concernés, procède à une évaluation régulière des opérations réalisées sur la base du *reporting* mis en place à cet effet. Ce *reporting* comprend un volet physique un volet financier et des rapports d'audit de chaque opération.

L'évaluation de la mise en œuvre des opérations montre une grande efficacité et l'intervention à temps, conformément au planning de travail, avec une mobilisation totale des services concernés tant au niveau central que régional et local. Les informations remontant du terrain ainsi que l'audit accompagnant chaque opération montrent clairement une satisfaction des bénéficiaires.

La réussite de ce programme tient essentiellement à la conjugaison des facteurs clés suivants:

- La mobilisation des ressources financières à temps et selon le séquençement arrêté afin de réaliser les opérations identifiées dans les délais impartis ;
- La réalisation des actions et projets au niveau local avec célérité, rigueur et transparence, afin de répondre efficacement aux attentes des populations ciblées, notamment les plus démunies ;
- L'adhésion et l'engagement de l'ensemble des acteurs au programme et l'orchestration réussie par les Directions régionales de l'agriculture (DRA) des actions des différentes parties impliquées dans la mise en œuvre du programme au niveau régional (services extérieurs des départements et établissements publics impliqués, chambres d'agriculture, organisations professionnelles et société civile).
- Une communication continue relayée par des supports appropriés ciblant les concernés.
- Une gouvernance rigoureuse depuis la planification à l'exécution sur le terrain, le suivi et l'évaluation assurant anticipation, réactivité, célérité et transparence.

Acquis et enseignements

Gouvernance efficiente

Au-delà des seules exploitations agricoles, l'adaptation suppose des stratégies politiques et des ajustements au niveau de la gouvernance globale. Posséder la capacité d'intervenir à temps et avec célérité fait partie des outils d'atténuation des aléas climatiques, à côté d'autres stratégies de déploiement de techniques et de pratiques d'adaptation.

Cela requiert une gouvernance appropriée, intégrant une programmation d'anticipation, de réactivité, des moyens dédiés sécurisés – ainsi que leur gestion efficiente – mais aussi et surtout une approche de suivi sur la base d'une batterie d'indicateurs précis déclencheurs des interventions en temps et en lieux voulus. Le cas du programme spécifique déclenché au Maroc au milieu de la saison agricole 2015-2016, sur la base des indicateurs de suivi de la campagne indiquant la nécessité d'intervenir pour amortir les effets négatifs potentiels du déficit pluviométrique et protéger les ressources animales et végétales, est à ce titre illustratif des interventions d'envergure indispensables en pareilles circonstances.

Programme structurel pour l'anticipation et la gestion des impacts du changement climatique

Le Plan Maroc Vert s'est fixé comme objectif d'améliorer de façon pérenne les revenus des agriculteurs dans le monde rural. Tenant compte du changement climatique, en tant que phénomène structurel touchant le Maroc comme nombre d'autres pays à climat semi-aride ou aride, la question de la résilience de l'agriculture au changement climatique est au cœur du PMV. L'approche du Plan Maroc Vert pour atténuer, s'adapter et prévenir ses effets et son impact repose d'une part sur le déploiement des techniques et des pratiques innovantes et d'autre part sur des stratégies d'intervention proactives. Les programmes et projets du Plan Maroc Vert sont fondés sur une rationalisation de l'usage des ressources naturelles afin d'accroître la productivité agricole sur le long terme.

Ainsi, un large éventail de projets et de pratiques améliorées, initiés par le Plan Maroc Vert, a permis de créer des opportunités de revenus et d'emplois, tout en améliorant la résilience de l'agriculture nationale face aux impacts du changement climatique.

L'adaptation des activités agricoles aux évolutions climatiques et aux vocations des régions

Le programme de plantations du PMV est l'une des mesures importantes visant l'atténuation du changement climatique à travers la séquestration du carbone dans le sol. Parmi les projets phares de l'agriculture solidaire dédiés aux petits agriculteurs, figurent la reconversion et l'intensification à l'arboriculture fruitière sous régime pluvial, dans les zones céréalières vulnérables.

Depuis 2008, ces cultures (oliviers, amandiers, figuiers, etc.) moins exigeantes en eau permettent de lutter en profondeur et durablement contre les effets du changement climatique, tout en améliorant de façon pérenne les revenus des populations locales.

L'objectif fixé par le Plan Maroc Vert de reconverter près de 12% de la Surface Agricole Utile en arboriculture fruitière est désormais atteint. La surface plantée en oliviers dépasse à elle seule le million d'hectares. De même, la plantation du cactus s'est étendue sur de larges surfaces et sa valorisation a été modernisée à travers la promotion de ses différents produits, tant au niveau national et international.

Tous les projets de l'agriculture solidaire sont intégrés et englobent obligatoirement des mesures, telles que les techniques de collecte des eaux pluviales, de conservation des sols et les bonnes pratiques agricoles. Le programme de plantation de près de 3 millions de plants de palmiers-dattiers à horizon 2020, dont le taux de réalisation a atteint aujourd'hui près de 40%, permet de lutter contre l'érosion des sols et d'inciter les agriculteurs à moderniser leurs plantations et leur conduite culturale avec des variétés productives et résistantes selon la nature du climat et du sol.

La stratégie de niche déployée pour les produits du terroir (huile d'argan, safran, huile d'olive, dattes, grenades, nèfles, etc.), grâce aux efforts en matière de labellisation, de valorisation et de commercialisation, assure la durabilité des revenus pour les associations locales porteuses et une meilleure reconnaissance du patrimoine national. Le chiffre d'affaire des groupements des producteurs des produits du terroir ciblés a été multiplié par 35 par rapport à la situation de 2008.

La technique de semis direct est encouragée dans les zones semi arides, notamment chez les petits agriculteurs dans plusieurs régions du Maroc. Une subvention est accordée par l'Etat pour l'acquisition par les agriculteurs de semoirs spéciaux pour ce semis direct. Les résultats de l'année 2015-2016, des plus sèches, montrent l'efficacité de cette pratique.

Une meilleure valorisation du mètre-cube d'eau utilisé dans l'agriculture

L'économie d'eau d'irrigation, placée par le PMV en tant que priorité stratégique, est une mesure opérationnelle liée au volet de sécurisation des ressources hydriques. Les programmes de maîtrise de l'eau à usage agricole ont permis un *re-engineering* des systèmes d'irrigation vers plus d'économie et de rationalisation des conduites culturales.

Depuis 2008, le Programme National d'Economie en Eau d'Irrigation a permis de doubler les surfaces équipées en micro-irrigation, pour atteindre une surface de près de 500 000 ha. L'économie en eau générée par ce programme équivaut à cinq barrages de taille moyenne. A ce rythme, l'objectif de 550 000 ha équipés en micro-irrigation à horizon 2020 devrait être atteint plus tôt que prévu.

En outre, le programme d'extension des périmètres irrigués a permis de créer de nouvelles zones sur d'importantes superficies à travers l'adduction de l'eau à partir des barrages en amont, l'aménagement des surfaces irrigables et l'accompagnement des agriculteurs pour l'équipement en système économe en eau d'irrigation à la parcelle.

Enfin, des efforts ont été fournis pour améliorer la productivité hydrique en périmètre irrigué, en encourageant les agriculteurs à privilégier les cultures à haute valeur ajoutée. Ainsi, la productivité hydrique s'est améliorée de 28% depuis 2008.

Un programme spécifique aux zones oasiennes

L'Agence Nationale pour le Développement des Zones Oasiennes et de l'Arganier (ANDZOA) a été créée en vue de conduire un développement intégré global des zones oasiennes et de l'arganier. L'agence assure la coordination et la convergence requises entre les interventions sectorielles des départements ministériels et avec les organisations professionnelles et la société civile. Dans son périmètre d'intervention, l'Agence entreprend des actions concernant trois volets :

- L'amélioration de l'attractivité : généralisation de l'accès aux services de base et à l'éducation, développement d'une offre de soins de qualité, etc.
- Le renforcement de la compétitivité : valorisation des ressources agricoles, touristiques, culturelles, minières, etc.

- Préservation de l'environnement : optimisation de la gestion des ressources hydriques, lutte contre la dégradation des sols et préservation de la biodiversité.

L'ascension de l'assurance agricole

L'assurance agricole a connu un fort taux de croissance depuis 2011. En effet, dans sa nouvelle mouture initiée par le Plan Maroc Vert, l'assurance multirisques climatiques céréales, légumineuses et oléagineux a permis de :

- Généraliser la couverture à l'ensemble des communes rurales du Royaume ;
- Décliner l'offre d'assurance en cinq options permettant pour l'agriculteur de choisir le coût de son assurance en fonction du capital qu'il veut garantir ;
- Elargir la palette des risques couverts aux six principaux aléas climatiques (versus le risque sécheresse uniquement avant 2011) ;
- Elargir l'éventail des cultures couvertes, pour y intégrer les légumineuses et oléagineuses également.

Le renforcement et l'orientation des programmes de recherche agricole vers la création de variétés et de technologies adaptées

Plusieurs programmes de recherche visant à anticiper les effets liés au changement climatique ont été renforcés depuis le lancement du PMV :

- L'appui à la création variétale des céréales (blé tendre, blé dur et orge) a permis le développement de variétés demandées par les agriculteurs, à haut rendement et résistantes aussi bien à la sécheresse qu'aux principales maladies.
- L'utilisation rationnelle des engrais pour améliorer durablement la production agricole et réduire les émissions de gaz à effet de serre. Dans ce sens, le programme « Carte de fertilité des sols cultivés au Maroc », couvrant aujourd'hui une surface de 6 millions d'hectares, contribue pleinement à cet objectif. Une plateforme web de recommandations en fertilisation des principales cultures pratiquées au Maroc est mise à la disposition des agriculteurs et des conseillers agricoles (www.fertimap.ma).

Par ailleurs, un programme de formation des conseillers agricoles est déployé dans les différentes régions du pays.

- Le développement des cartes de vocation agricole des terres pour utiliser de façon rationnelle les ressources naturelles : ce programme a permis de délimiter de façon précise les aires de culture des principales filières agricoles, en fonction des capacités des terres, afin d'utiliser de façon optimale les ressources en eau et en sols du pays. La superficie réalisée dans le cadre de ce programme est de 7 millions d'hectares.
- L'anticipation des risques climatiques à travers le système national de suivi de la campagne agricole et de prédiction agro-météorologique des récoltes céréalières : appelé « CGMS-MAROC » (www.cgms-maroc.ma), ce système permet de suivre l'état des céréales en fonction de l'évolution de la saison agricole et de prévoir les récoltes de façon précoce, à partir d'images satellitaires et des données météorologiques collectées.
- Le semis direct fait l'objet de recherches pour développer l'itinéraire technologique intégrant cette technique qui permet une agriculture dite « intelligente », contribuant à atténuer les émissions de gaz à effet de serre tout en augmentant la production agricole en conditions climatiques sèches.

Des programmes spécifiques et innovants en matière de conseil agricole, pour généraliser l'usage des bonnes pratiques agricoles parmi les agriculteurs

Un nouveau dispositif de conseil agricole a été mis en place pour accompagner efficacement la mise en œuvre du Plan Maroc Vert. Ce dispositif pluriel repose sur trois idées fortes :

- La redynamisation du rôle de l'Etat, en tant que garant d'un service public de proximité pour les agriculteurs, notamment les petits ;
- Le développement du conseil agricole privé organisé ;
- L'implication et la responsabilisation des professionnels des filières agricoles.

Ainsi et en vue d'encadrer et d'accompagner les agriculteurs en matière de techniques de production, de valorisation, de commercialisation et de diffusion des résultats de recherche appliquée et des connaissances agricoles, plusieurs outils sont aujourd'hui déployés :

- Le village itinérant du Conseil Agricole : Un nouveau concept fondé sur les idées fortes de la proximité et de la mobilisation des différents partenaires institutionnels et professionnels. De nombreuses étapes sont réalisées annuellement au profit de milliers d'agriculteurs hommes et femmes.
- Les écoles aux champs permettant le transfert de techniques et de connaissances par l'expérience et la démonstration. Visant un travail de proximité et de détail, des centaines d'écoles aux champs sont réalisées chaque année dans toutes les régions agricoles et pastorales au profit des agriculteurs.
- Un centre d'appels permanent permettant de répondre aux questions des agriculteurs sur des thématiques spécifiques (subventions, assurance, mesures sanitaires, etc.) et de faire remonter les informations émanant des agriculteurs pour une meilleure orientation des actions de conseil.
- L'organisation de nombreux voyages d'études au profit de milliers d'agriculteurs et la participation aux manifestations agricoles nationales et internationales.

Une loi instituant et organisant le conseil agricole privé a été adoptée pour fixer les règles de reconnaissance du conseiller privé. Toutes les procédures de mise en œuvre des dispositions de cette loi ont été implémentées et la délivrance de certificat d'accréditation a commencé en 2016.

Organisation professionnelle et contractualisation avec la profession

Le PMV, dont la mise en œuvre se poursuit à travers de nombreux programmes et projets, est une stratégie qui implique l'ensemble des acteurs du secteur agricole, faisant de l'approche chaîne de valeur un choix stratégique pour la mise à niveau et la modernisation des filières de production.

Ce choix a été matérialisé par la mise en place d'un cadre contractuel et de partenariat entre l'Etat et les organisations professionnelles à travers la signature de contrats-programmes entre le Gouvernement et les fédérations interprofessionnelles qui concernent quatorze filières de production végétale et cinq filières de production animale.

Un texte de loi, adopté en 2012, régleme les fédérations interprofessionnelles agricoles et halieutique a été mis en œuvre. Comme le prévoit ce texte, toutes les fédérations interprofessionnelles sont réunies dans une association : la Confédération Marocaine de l'Agriculture et de Développement Durable (COMADER). La COMADER et ses dix-neuf fédérations interprofessions actuelles sont des interlocuteurs essentiels représentant la profession.

Les retombées de ces contrat-programmes sont très positives et constituent des mécanismes qui facilitent l'engagement des professionnels, leur implication et dynamisme. Ils ont également permis de finaliser des bases pour des approches public-privé notamment en matière de mobilisation des financements et de responsabilisation des acteurs.

ANNEXE

Le programme d'intervention pour gérer les effets induits de sécheresse

Protection des ressources animales

Le cheptel d'un pays est un capital qui se construit au fil des années, notamment à travers l'amélioration génétique des races, leur adaptation aux conditions locales, l'encadrement sanitaire, l'organisation des circuits de valorisation des produits, ainsi qu'un système fourrager. L'effet de sécheresses prolongées est immédiat et peut avoir des conséquences dramatiques sur l'alimentation, l'état sanitaire et, par conséquent, l'effondrement des prix des animaux. La protection du cheptel en conditions de sécheresse nécessite donc des interventions immédiates en particulier sur la disponibilité des aliments, de l'eau pour l'abreuvement et sur le renforcement des programmes de vaccination dans les régions affectées.

Les objectifs de cette composante qui ciblent la sauvegarde du cheptel et la préservation de la valeur ajoutée du secteur de l'élevage sont résumés comme suit :

- Protéger le potentiel reproducteur des 28 millions de têtes du cheptel national;
- Stabiliser les cours des animaux;
- Garantir un approvisionnement normal du marché en produits d'animaux et animaux sur pieds;
- Réduire la pression du cheptel sur les ressources naturelles.

Ces objectifs ont été déclinés en un ensemble de mesures déployées dans le temps et dans l'espace selon l'évolution des conditions climatiques et l'ampleur des besoins.

Approvisionnement à guichet ouvert du marché sur tout le territoire national en orge à prix ciblé

L'Etat s'est chargé d'augmenter considérablement les quantités d'orge mises sur le marché national afin de contenir les augmentations des prix de l'orge et des produits de substitution, préserver le pouvoir d'achat des petits éleveurs et les inciter à conserver et sauvegarder leur cheptel. Cette opération est destinée à tous les éleveurs (ovins, caprins, bovins, camélins). L'orge, d'origine locale ou importée, a été soutenue par l'Etat pour être vendue dans toutes les régions du Maroc aux éleveurs, à un prix ciblé soutenu par l'Etat de 2,00 dirhams marocains par kilogramme (Dh/Kg) au lieu de 3 Dh/Kg sur le marché.

Adoptant une démarche de vente à guichet ouvert et la nécessité d'approvisionner tout le territoire en assurant au mieux la proximité des éleveurs pour en faciliter l'accès notamment aux petits éleveurs et dans les zones excentriques, un réseau de centres de vente d'orge couvrant la totalité des provinces du Royaume a été fixé.

Pour garantir l'accès des petits éleveurs à l'orge au prix ciblé, dans chaque province, le transport depuis les centres de vente jusqu'aux zones excentrées (communes) a été pris en charge par l'Etat. Ces zones excentrées sont enclavées ou isolées des centres d'approvisionnement et des principales voies de distribution d'aliments de bétail, où les coûts et les risques inhérents à l'acheminement restreignent l'offre et renchérissent les prix de vente aux éleveurs.

L'opération est pilotée à travers les marchés lancés par l'Office national interprofessionnel (ONICL) pour choisir les opérateurs par concurrence sur la base d'un cahier de charges garantissant l'approvisionnement de toutes les régions selon l'organisation établie. Une procédure de suivi de chaque centre de vente par les services régionaux, provinciaux et locaux du département de l'agriculture ou sous sa tutelle a été mise en place afin de garantir le prix ciblé, la transparence, la veille à la disponibilité de l'orge et assurer la vente aux éleveurs.

Par ailleurs, le Crédit Agricole du Maroc a spécialement mis à la disposition des agriculteurs une ligne de crédit avec des facilités de financement pour les aider, en cas de besoin, à acquérir l'orge au prix ciblé.

Approvisionnement du marché sur tout le territoire national en aliments composés destinés aux bovins

Des aliments composés ont été également mis sur le marché à un prix fixe soutenu pour le maintien des performances de production de l'élevage bovin. Afin de cibler les éleveurs du cheptel bovin, la procédure de vente repose sur la base de données du Système National d'Identification et de Traçabilité du cheptel (SNIT). Le SNIT du bétail national bovin, réalisé en 2015 par l'Office national de sécurité sanitaire des produits alimentaires (ONSSA), permet aujourd'hui d'identifier, grâce à un système de boucles électroniques, tout le cheptel bovin composé d'environ 3 millions de têtes. Ce système a contribué à la réussite de cette opération à travers un meilleur ciblage des éleveurs bovins, une transparence totale de l'opération et un raccourcissement des délais.

Le renforcement des moyens d'abreuvement du cheptel

Cette opération porte sur la densification du réseau existant de points d'eau dans toutes les zones à élevage, à travers la construction de nouveaux points, l'aménagement et l'assainissement de points d'eau existants, l'acquisition de citernes d'eau et la prise en charge des frais de fonctionnement des camion-citernes existants. Sur la base des besoins soigneusement évalués par les services régionaux, les budgets nécessaires ont été délégués aux directions régionales qui se chargent de l'opération dans leurs zones d'actions.

La protection sanitaire du cheptel

La vulnérabilité du cheptel face à certaines maladies s'accroît en période de déficit pluviométrique. Par conséquent, il a été procédé au traitement et à l'administration gratuite de vaccins protégeant les animaux d'élevage contre les maladies parasitaires internes et externes et contre les entérotoxémies. L'effectif concerné par ces opérations est réparti sur l'ensemble du territoire national et comprend 24 millions d'ovins-caprins et 180 000 têtes de camélins.

Protection des ressources végétales

L'irrigation des jeunes plantations d'arboriculture fruitière sous régime pluvial

Depuis le démarrage du Plan Maroc Vert, de larges superficies ont été plantées en arboriculture fruitière, dans le cadre des programmes de reconversion et de densification prônés par l'agriculture solidaire, ciblant les petites exploitations. Les jeunes plantations de moins de cinq ans ont bénéficié, dans le cadre de ce programme, des irrigations d'appoint à compter du printemps selon les besoins.

La sécurisation de la disponibilité des semences certifiées pour la campagne suivante

La sécurisation de la multiplication des semences certifiées de céréales pour la campagne prochaine est une priorité assurée en grande partie par les multiplicateurs dans les périmètres irrigués. Dans le cadre du suivi de la gestion de l'irrigation dans ces périmètres, une priorité a été accordée aux champs de multiplication.

La sécurisation de la production en périmètres irrigués

Dans les périmètres irrigués qui permettent de protéger la valeur ajoutée agricole et les postes d'emplois en année difficile, il a été procédé à un encadrement intensif pour optimiser l'irrigation afin d'assurer le bon déroulement de saison de production tout en veillant à garantir le démarrage de la prochaine campagne agricole. En effet, bien que le taux de remplissage des barrages soit satisfaisant, le manque de nouveaux apports appelle à une optimisation des usages, à travers:

- L'encadrement intensif des cultures en irrigué, en accordant la priorité à certaines cultures dont les fruits et légumes et les semences certifiées;
- La réservation d'un volume d'eau suffisant pour le démarrage de la campagne agricole suivante;
- Le renforcement de la coordination au sein des Comités mixtes de l'eau pour une gestion intégrée des ressources hydriques;
- La conduite de campagnes de sensibilisation élargies en appel à la réduction des pertes d'usage.

L'indemnisation dans les meilleurs délais des agriculteurs sinistrés, souscripteurs à l'assurance céréalière multirisques

L'assurance agricole a joué cette année un rôle important avec l'indemnisation des agriculteurs sinistrés, souscripteurs aux polices d'assurance céréalière multirisques dans les délais optimisés. La compagnie d'assurance MAMDA s'est engagée à procéder à l'indemnisation des agriculteurs sinistrés, souscripteurs à l'assurance céréalière multirisques, dès début mai et au plus tard fin juin, bien avant la fin de la saison et plus tôt qu'en année normale. Pour y parvenir, le processus d'évaluation technique de terrain a été déclenché plus tôt que d'habitude.

L'encouragement de la reconversion aux cultures de printemps

Dans certaines régions où les conditions climatiques de printemps ont été relativement favorables, un programme des principales cultures de printemps (maïs, pois chiche, tournesol et haricot) a été engagé. Afin d'en encourager l'exécution, trois mesures interdépendantes ont été menées:

- Un programme de sensibilisation et d'encadrement, invitant les agriculteurs à se reconvertir aux cultures de printemps pour compenser les pertes subies sur les cultures céréalières;
- La fourniture des besoins semenciers pour accompagner le programme de culture de printemps;
- L'offre de financement du Crédit Agricole du Maroc, à travers le produit dédié « Filaha Rabiya » pour permettre aux agriculteurs de faire face aux frais de mise en place et d'entretien des cultures de printemps.

Maintien des équilibres dans le Monde Rural

La mise en œuvre de projets d'agriculture solidaire au bénéfice des populations locales

De nouveaux projets créateurs d'emplois et générateurs de revenus pérennes ont été engagés dans le cadre de l'agriculture solidaire, l'un des piliers du Plan Maroc Vert. Ces projets, dont l'architecture a été arrêtée en étroite concertation avec les populations locales bénéficiaires portent au titre de la campagne 2015-16 sur une superficie de près de 100 000 ha.

Amélioration de l'accès des populations rurales à l'eau potable

Cette opération vise le renforcement de l'approvisionnement en eau potable des zones rurales déficitaires et vise la desserte de villages ruraux en eau potable à travers la fourniture de citernes, camions-citernes, outillages et équipements nécessaires au transport et stockage de l'eau.

Agriculture and Climate Change in Turkey

Incy Tekeli, Bulent Sonmez

General Directorate of Agricultural Research and Policies, Turkey

Climate change is an irreversible phenomenon with profound consequences for the Earth's climate system. Manmade greenhouse emissions are responsible for the alteration of the Earth's climate. As the most direct effect of climate change temperature increases (between +1°C to +5.8°C) will have serious and profound impacts on all aspects related to the state of the natural systems and of the production economy, especially in agriculture, forestry and natural habitats. Climate models that are used to carry out climate change scenario simulations suggest that the increases in greenhouse gasses affect not only surface temperatures but also all climate parameters from precipitation to sea levels. The same climate models also indicate that the changes are not uniformly distributed around the world, and there are places where the impacts are larger than those in other areas.

The Mediterranean Basin is shown among the regions which will be affected maximally from global warming and climate change and therefore it is identified by the Fourth Evaluation Report of IPCC (IPCC, 2007) as one of the most vulnerable region to future climate change. Likewise, Giorgi (2006) defined the Mediterranean region as one of the climate change "hotspots" in future projections. Evans (2009) examined future predictions of 18 GCMs over the Middle East, and showed that the largest precipitation decrease (annually more than 25%), caused by less storm track activity over the eastern Mediterranean, would occur over southwestern Turkey in 2095. The General Circulation Model (GCM) simulations largely agree on a basin-wide precipitation reduction in the Mediterranean Basin (IPCC, 2007; IPCC, 2013).

Climate change in Turkey

Turkey which is located in the eastern part of the basin has been identified as one of the countries that could be profoundly affected by this change. Different regions of Turkey have been affected by climate change at different ways and levels. According to "1st Turkish Climatic Change National Announcement"; winter precipitation in the western provinces of Turkey has decreased significantly in the last five decades and on the other hand summer temperatures have increased dramatically. Accordingly, the mean flows of the rivers in the western and southwestern regions of Turkey have decreased significantly (Türkeş, 2003).

Studies has been showed that), generally in Turkey, increase tendency is observed in the daily maximum and minimum temperature values of the period of 1961-2008, reducing tendency is observed in the daily maximum and minimum temperature differences (Toros, 2012). Actually, Turkey has been experiencing several meteorological droughts recently and in the last decades. The longest and most severe droughts in the past 40 years occurred in 1971-1974, 1983-1984, 1989-1990, 1996-2001, 2001-2003, 2007-2008 and 2013-2014. The longest of these droughts began as meteorological drought and later developed into agricultural and hydrological drought. This caused agriculture yield losses, shrinking and insufficient underground and above-ground water sources. It can be said that; the increased frequency and severity of meteorological droughts in Turkey are caused by changes in global climate patterns.

There is no doubt that climate change will exacerbate the aforementioned and other possible risks and vulnerabilities because Turkey lies in an area that is projected to be one of most vulnerable areas to climate change in the World. Several projects have been carried out to understand and project climate change and its effects for Turkey.

The pioneering project has been made by SMS (State Meteorological Service) to generate regional climate projection for Turkey up to 2100 using dynamic downscaling method in a way to be compatible with scenarios used in IPCC 5. Assessment Report (IPCC, 2013). In the projections which are produced by using HadGEM2-ES based on RCP4.5 and RCP8.5 scenarios, are compared; it is seen that the temperature is continuously in an increasing trend for the 2013-2099 period in both scenarios.

But the average temperature increase is 2.5°C according to RCP4.5, whereas the temperature increase is 3.6°C according to RCP8.5. In both scenarios, decreases in raining are expected for the 2013-2099 period and these decreases do not follow a regular regime. Decrease is approximately 50 mm/year according to RCP4.5 and 47 mm/year according to RCP8.5. In this term, in which the drought is gradually increasing and getting intense, it is seen that the values increase up to 150 days. The possibility that there will not be any rain during the summer season for 4 months is considerably increasing.

Impact on agriculture and adaptation measures

It is already known that the agriculture sector is not only a victim of climate change but also one of the reasons of this phenomenon. The destructive impacts of climate change on agriculture should be dealt through the development, food security, environmental, biodiversity and sustainability of the ecosystem services. Agriculture is one of the top sectors in Turkey with 24.6 % of employment, and 3.7% of exportation (TurStat_g, 2014). Turkey continues its effort in agricultural productivity and technology intensive production models to achieve its agricultural production goals. However in addition to that, natural disasters of which frequency and severity have increased should be taken into consideration. There happen losses in agricultural production (crop, animal and aquaculture production) thus this cause sustainability of agriculture to be at risk.

Since agriculture is one of the most affected sectors by climate, the impact will increase in years, it can be concluded that serious measures need to be taken in this regard. Adaptation to the impacts of climate change should be one of the primary strategies of production oriented policies in the agriculture sector in Turkey. For this reason, it is necessary that the action plans and national and regional development strategies regarding the sector are revised and/or adaptation strategies specific to the sector are prepared.

Indeed, many current policies which are carried out for the activation of the agricultural structure in Turkey contain the necessary activities which will support the direct or indirect adaptation to the impacts of the climate change.

In Turkey, the fields that are sown for agricultural production are 23.8 million hectare in 2013 and about 1/4 of this sown field can be watered and dry agriculture is carried out in an important part of it. For this reason, agricultural production depends directly on raining. Despite the prominence of the agricultural sector some of the projections show that many regions for some of the top crops and fruits of Turkey overlap with the areas where the projections show decreases in rainfall as mentioned above. The decreases that will occur in the amount of precipitation will have negative impact on agriculture and water resources. The climates of Turkey are suitable to grow a wide variety of crops, vegetables and fruits. Thus, it could be stated that climate change will increasingly threaten the food security of Turkey in the 21st century.

Studies that investigate the effects of climate change on agriculture in our country by taking a lot of factors and future scenarios have been performed. In one of the studies (Dellal, McCarl, and Butt, 2011), the changes that will show up in the production values of wheat, barley, corn, sunflower, and cotton, which are generally produced in Turkey and the economic reflections of these changes are investigated. In the study, it is predicted that there will be a 7.6% decrease in wheat and barley yield, a 10.1% decrease in corn yield, a 3.8% decrease in cotton yield, and a 6.5% decrease in sunflower yield according to 2050 climate change projections. It is predicted that there will be an increase in the product prices between 0.1% and 12.6% parallel to the decrease in production and that this increase will increase the welfare of producers whereas it will decrease the welfare of consumers and the total welfare. In this context, it is necessary to identify and adopt species that are better suited to the new climate conditions using biotechnologies to encourage or induce the development of drought-tolerant characteristics. Relevant research institutes of Ministry of Food Agriculture and Livestock (MFAL) have started to develop products resistant to drought and farmer's implementations and 17 drought resistant wheats, used to make breads, and 8 drought resistant wheats, used to make macaroni, and 12 drought resistant barley has been developed so far.

Since serious drought problems have been faced in certain regions as mentioned above so as to lessen the impact of climate change on agriculture, it is required to develop the measures that are taken for adapting to the impacts of the drought.

Within this scope, the integration of the impacts of climate changes into “Turkey Agricultural Drought Strategy and Action Plan” has been prepared in 2008 and updated every 5 years regularly in terms of water resources, food safety, natural disaster risks, and ecosystem services. This plan is not only put into practice in case of drought and which is forgotten in rain years; but also it is a plan which envisages the implementation of the mid and long term precautions in order to be prepared against future droughts and their impacts even in rain years. Besides to, a “Drought Test Center” International Research Institute has been set up and started to operate. Because the Center is willing to cooperate with ICARDA and other international organizations to work together, it is expected that the center will support to the food security of the region.

When climate change impacts (flood, drought, heats, etc) are taken into consideration, it would be necessary to develop disaster management policies throughout the country. Methods and essentials about the agricultural insurances application are determined in order to ensure the reimbursement of the losses that the producers will be subject to because of the risks that are pointed to in Agricultural Insurances Law, which came into effect in 2005. Agricultural Insurances Pool (TARSIM) is formed in accordance with the law and 50% of the insurance premium that the farmer will pay is met. TARSIM is an important instrument in that it protects agriculture sector, which has a strategical role and function in economy, and increase is recorded in all of its basic data in years.

The Food-Water-Climate Nexus

The increase in water requirements due to population increase, global warming and climate change negatively affects especially the water resources used in agriculture in Turkey. As of today, 75% of the water amount which is consumed as 46 billion m³ annually is used for agricultural irrigation purposes. The total of the cultivated areas is 28 million hectares; the irrigable areas are approximately 25.8 million hectares.

In Turkey, it has been envisaged that the areas of 8.5 million hectares in total which can be irrigated technically and economically with current water potential will be equipped with irrigation facilities until 2023. The main purpose of this activity has been determined as decreasing the 75% consumption rate of irrigation water to 65% with the help of modern irrigation techniques. Under the limited water conditions has given priority to pressurized irrigation systems for the purpose of more effective water use; approximately 91% of the total area is irrigated by using surface irrigation methods such as furrow, border, and wild flooding. The remaining part is irrigated with pressurized irrigation methods, i.e. sprinklers and drips. An area of about 500,000 ha is equipped with sprinkler irrigation systems consisting of portable pipes, which are widely used among farmers in Turkey (mainly for sugar beet, cereals, clover, sunflower, melon, and vegetables).

In that reason it is of vital importance to take necessary measures and to give the required necessity to water management in agriculture. Turkey takes initiatives for improving of the irrigation water productivity as follows programme started to implement subsidies for water saving irrigation technologies. Government supports to farmers improve pressurized irrigation systems, “0 (zero)” interest of the credit, 60% discount in the interest of the credits given by the MFAL through Agricultural Bank is provided to the farmers to use drip irrigation systems. Farmers became increasingly interested in this type of project and use of pressure irrigation systems has been much more widespread. In order to provide for sustainable water management in agriculture, land consolidation and in-field development works has been simultaneously constructed with irrigation systems.

Besides to supports for the proper water management, “National Water Research-Development and Innovation Strategy (2012–2016)”, “National Water Quality Management Strategy (2012–2023)” and (National Climate Change Action Plan (2011-2023) have been prepared and put into force. In these documents, strategic targets and actions have been determined. For example, National Climate Action Plan has focused on important fields which one of those is Agricultural sector and Food Security. Within the MFAL, all relevant governmental organizations are in cooperation in this Plan.

For the purpose of decreasing the water utilization in agricultural sector activities another new initiative was launched by the MFAL in order to do cross domain production planning. For this reason, in Turkey, the production areas have been determined as “agricultural basins” by taking the climate, soil, topography and field grades into account within the framework of “Agricultural Basins Production and Support Model in Turkey”. The main purpose in cross domain production planning is to do an effective production planning in agricultural sector, to protect the agricultural biological diversity and land and water resources and to reduce the utilization of water in agriculture. In this context, it has been aimed that the most appropriate habitats for agricultural products are determined by taking the water resources into consideration within the framework of adaptation works for the climate change and by this way, the use of water in agriculture is decreased.

In Rural Development Plan (2010-2013) conducted by MFAL agricultural use of renewable energy resources are indicated and subjects on providing environment friendly aquaculture is included in the plan to remove problems as environment pollution and climate change. For extending integrated basin rehabilitation practices, decision on conducting the natural resource rehabilitation studies being conducted on basin base according to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Biological Diversity Agreement and The United Nations Convention to Combat Desertification which our country is a part of is included in the plan (MFAL, 2010).

Moreover, studies and projects regarding the effects of climate change on risks for sustainable agriculture are being performed. National Biological Diversity Strategy and Action Plan” is prepared as Turkey’s responsibility. This strategical plan has been updated by also considering the requirement that the activities of Turkey in this area must be in accordance with the regulations of European Union in the scope of nature protection sector and in this framework, six thematic working areas have been generated in order to adapt to the effects of climate change. These areas are agricultural biological diversity, climate change is added to the Action Plan as an article and it is decided that it will be considered in the scope of determining and monitoring the effects of climate change on biological diversity.

Agricultural Extension Services Project; in the scope of the project and adaptation to climate change, it is aimed to educate irrigation publisher to work in farmer education and publication activities for conscious and economical water usage. The target audience of the project, which is under the operation of Ministry of Food, Agriculture and Livestock, Department of Training, Extension, and Publications, consists of Ministry personnel and irrigation Publisher’s. Woman Farmer Training Program; It is aimed to educate women who live in rural areas and do farming and to develop the cooperation between institutions, with the Woman Farmer Training Cooperation Protocol, which was signed between Ministry of Food, Agriculture, and Livestock, Ministry of Family and Social Policies and Turkey Union of Chambers of Agriculture in 2012.

The education program, which includes “climate change, cooperativity, entrepreneurship- leadership, social security, social gender equality, violence against women, personal rights and freedoms” subjects that are determined in the scope of the protocol for woman farmers and subjects determined in the direction of the needs of woman farmers, is applied mutually with protocol parties. Agriculture TV With Agriculture; TV application, which is carried out by Ministry of Food, Agriculture, and Livestock, Department of Training, Extension and Publications, education and publication activities are done for raising awareness targeting farmers on the effects of climate change on agriculture and livelihoods since 2010.

Conclusion

Impact of climate change on agriculture sector is pivotal for food safety because in Turkey agriculture is the priority sector for socio-economic reasons and it is where the population’s food supply mostly comes from. As a result of impacts of climate change, amount of water for agriculture will diminish, quality of water will decrease, biodiversity and ecosystem services will be lost, sustainable agricultural production patterns will change, pastures will degrade and farmers will find themselves incapacitated in terms of adaptation to climate change; and all these will eventually risk food security.

Adaptation to the impacts of climate change should be one of the primary strategies of production oriented policies in the agriculture sector in Turkey. For this reason, it is necessary that the action plans and national and regional development strategies regarding the aforesaid sector are revised and/or adaptation strategies specific to the sector are prepared. Indeed, many current policies which are carried out for the activation of the agricultural structure in Turkey contain the necessary activities which will support the direct or indirect adaptation to the impacts of the climate change. In order to adapt to the impacts of the climate change on agriculture sector, certain issues such as notably food security, production, consumption, price, insurance systems, farmer support and market policies, productivity and competition, drought and desertification, conservation of biodiversity, production of plant should be dealt with together. In addition to this, by the integration of the issues that have been mentioned above with current legal and institutional arrangements, the strategic plans, various policies and programmes, it is aimed to provide sustainable use of natural resources in agriculture and to create an organized and competitive structure for adapting to the impacts of climate change.

In Turkey, the legislation on the issues related to adapting the impacts of the climate change in the agricultural sector is mainly in the area of responsibility and authority of the Ministry of Food Agriculture and Livestock. In the recent period, in the agricultural sector many new legal and institutional arrangements were made in order to strengthen the administrative and institutional infrastructure related to food, feed, veterinary services and plant health. It has been aimed that necessary revisions are realized in the Agriculture Strategy, National Rural Development Strategy and Turkey Agricultural Drought Strategy and Action Plan (2008-2020) by establishing direct and integrated connection between the policy of adaptation to climate change and agricultural production policies.

Turkey has already developed and developing strategies, plans and policies and applying them to deal with difficulties; such as for the food security and proper water management, “National Water Research-Development and Innovation Strategy (2012–2016)”, “National Water Quality Management Strategy (2012–2023)” and “National Climate Change Action Plan (2011–2023)” have been prepared and put into force.

The Ministry of Food Agriculture and Livestock (MFAL), The Ministry of Forestry and Water Affairs and Scientific and Technological Research Council of Turkey being in the first place, all the governmental organizations are operating in cooperation.

UNCCD Ankara COP12 which was held in Turkey in 2015 draw attention to land degradation in the areas having the most sensitive ecosystems and the problems of people living in those regions. Turkey took initiatives as means to actively promote stakeholders to share the knowledge and experience in adopting climate friendly agriculture to enhance agriculture resilience to climate change and to cooperate on the contribution of soil and water conservation.

Bibliography / More information

- Dellal, I., McCarl, B. A., and Butt, T., 2011. The Economic Assessment of Climate Change on Turkish Agriculture. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 12(1), 376-385.
- Evans, Jason P. 2009. “21st century climate change in the Middle East.” *Climate Change* 92: 417–432.
- Giorgi, F., 2006. “Climate change hot-spots.” *Geophysical Research Letters* 33:8. Accessed November 3, 2013. L08707. doi:10.1029/2006GL025734.
- IPCC 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change Staff. Fourth Assessment Report – Climate Change 2007: Mitigation, Vulnerability and Adaptation. Contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC 2013. Summary for Policymakers Climate Change 2013: The Physical
- Science Basis Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 2013, Cambridge, UK
- MFAL, 2010. Kırsal Kalkınma Planı 2010-2013. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı: taken from http://tarim.gov.tr/Belgeler/KutuMenu/Kırsal_Kalkınma_Planı.pdf address
- Türkeş, M., 2003. Spatial and temporal variations in precipitation and aridity index series of Turkey, In: Bolle H-J (Ed.), *Mediterranean Climate – Variability and Trends, Regional Climate Studies*. Springer Verlag, Heidelberg, 181-213.
- TürkStat, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu: taken from “http://www.tuik.gov.tr/sjp/duyuru/upload/yayınrapor/GSKD_Bolgesel_2004-2011.pdf” address.
- Toros, H. (2012). Spatio-temporal variation of daily extreme temperatures over Turkey. *International Journal of Climatology*, s. 32(7), 1047-1055.

Les produits de la finance agricole pour le développement durable L'expérience du Groupe Crédit Agricole du Maroc

Leïla AKHMISSE

Directeur Exécutif

Fondation Crédit Agricole du Maroc pour le Développement Durable

Mariem DKHIL

Directrice – Financement du Développement Durable

Crédit Agricole du Maroc

En accueillant du 7 au 18 novembre 2016 à Marrakech la 22ème Conférence des Parties à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (COP22), le Maroc voit son action pour le développement durable et la lutte contre les changements climatiques, engagée depuis plusieurs années, reconnue et saluée à l'échelle internationale.

En effet, après avoir adopté à l'issue d'un dialogue avec toutes les composantes de la société marocaine une Charte Nationale de l'Environnement et du Développement Durable, le Maroc a élaboré une Stratégie Nationale pour le Développement Durable couvrant tous les secteurs et favorisant l'équilibre entre les dimensions environnementales, économiques et sociales avec pour objectifs l'amélioration du cadre de vie des citoyens, la gestion durable des ressources naturelles et la promotion des activités économiques respectueuses de l'environnement.

Une approche intégrée et pro-active de la finance agricole

En concordance avec les aspirations nationales, le Groupe Crédit Agricole du Maroc (GCAM), qui s'est distingué par son engagement depuis plus de cinquante ans en faveur du développement de l'agriculture et du monde rural, a également élaboré dès 2010 une stratégie de développement durable.

Emanant d'un acteur bancaire, cette stratégie vise en premier lieu la consolidation et l'amplification des initiatives du Groupe en faveur de l'inclusion financière, composante majeure de l'inclusion économique et sociale, de tous les Marocains et plus particulièrement des populations rurales défavorisées.

Par conséquent et dans le but de se rapprocher des besoins réels de l'intégralité de la population agricole et rurale, le système de financement du GCAM a été affiné et catégorisé en trois sous-systèmes issus d'une segmentation des fermes marocaines. Ainsi, sur les 1,5 millions d'exploitations agricoles que compte le royaume, l'intervention du GCAM s'ajuste selon trois catégories.

D'abord, pour les exploitations agricoles qui répondent aux normes bancaires et représentent 10% des fermes marocaines, le Groupe intervient, en concurrence avec le système bancaire, à travers le Crédit Agricole du Maroc (CAM), banque universelle. Pour financer le secteur agricole, le CAM adopte une approche par filières (céréales et légumineuses, fruits et légumes, lait et viande, sucre et huiles, produits de terroirs, etc.). La connaissance précise des caractéristiques technico-économiques de chaque filière agricole permet au CAM de proposer un ensemble de produits et services financiers pour répondre aux besoins tant de l'amont agricole que de l'aval commercial et industriel. Cette offre agricole est commercialisée par un réseau de distribution spécialisé, en fonction des sous-segments de sa clientèle et de la nature de leurs besoins (Caisse locale, Caisse régionale, Agence bancaire, Agence entreprise, Centre d'affaires). La force de ces offres de financement réside à la fois dans leur adaptation précise aux besoins de la clientèle et dans la qualité des chargés de clientèle qui disposent d'une expertise agricole et agroalimentaire confirmée.

Ensuite, pour les micros exploitations agricoles et les Très Petites Entreprises qui tirent l'essentiel de leurs revenus d'activités para ou extra agricoles et qui représentant 40% du tissu agricole marocain, le Groupe CAM intervient à travers sa fondation de micro crédit *Ardi* à but non lucratif. Située en majorité en milieu rural et péri-urbain fortement ruralisé, c'est une réponse citoyenne du Groupe et une contribution aux efforts entrepris par les pouvoirs publics dans leur lutte contre la pauvreté et l'exclusion.

Enfin, pour les autres d'exploitations agricoles situées entre ces deux compartiments et qui ne répondent ni à une approche bancaire classique (par défaut de garanties réelles), ni à une approche micro finance (besoins de financement plus importants en montants et durée de prêt inadaptée), soit environ 50% des exploitations au Maroc, le Groupe CAM a créé une filiale dédiée, *Tamwil El Fellah*. Adossée à un fonds de stabilisation prudentiel soutenu par l'Etat, cette institution novatrice permet d'ouvrir le financement à cette large frange de petits et moyens producteurs agricoles aussi bien à titre individuel que lorsqu'ils sont organisés en coopératives ou en Groupements d'Intérêt Economique.

CAM, *Ardi* et *Tamwil El Fellah* travaillent en synergie afin de mettre à disposition des agriculteurs et des ruraux marocains des services financiers de qualité et de créer un portefeuille d'activités variées, les unes rentables et les autres moins rentables mais tout aussi nécessaires. Ce modèle innovant, où lutte contre la précarité d'un côté et optimisation de la performance de l'agriculture marocaine de l'autre sont deux facettes d'une même pièce, a été salué par de nombreuses institutions internationales telles que l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, la Banque Mondiale ou l'Agence Française de Développement.

Des financements durables pour l'agriculture et le monde rural

Le deuxième axe de la stratégie de développement durable du GCAM est la mise en place de financements « verts », notamment à travers la création d'une Direction du Financement du Développement Durable. En tant que principale banque de financement de l'agriculture au Maroc, c'est tout naturellement pour le secteur agricole que le Groupe a conçu ses premiers produits finançant des projets conformes aux principes du développement durable. De plus, avec les effets du changement climatique qui impactent fortement le secteur agricole, le GCAM a entrepris de financer à la fois des projets d'adaptation et des mesures d'atténuation.

Alors que les sécheresses, devenues structurelles au Maroc, imposent une rationalisation de l'utilisation de l'eau d'irrigation, le Groupe CAM a développé le produit *Saqui* pour accompagner le Plan National d'Economie d'Eau en Irrigation. Ce produit finance des projets de reconversion des systèmes d'irrigation gravitaire et par aspersion en systèmes d'irrigation localisée et assure jusqu'à 100% du programme d'investissement en incluant un préfinancement de la subvention de l'Etat.

De plus, pour permettre aux agriculteurs d'intégrer la composante climatique dans leur cycle d'exploitation, la banque a mis en place le produit *Achamil*. La particularité de cette offre réside dans le fait qu'il s'agit d'un crédit d'exploitation revolving pluriannuel dont les remboursements tiennent compte des aléas climatiques en compensant les flux déficitaires des années difficiles par les excédents de commercialisation des années de bonne récolte.

Enfin, autre mesure d'adaptation aux changements climatiques financée par le CAM : la reconversion de la céréaliculture en arboriculture, culture plus adaptée aux conditions pédoclimatiques des zones bour, plus résiliente aux aléas climatiques et génératrice de valeur ajoutée additionnelle pour les agriculteurs.

D'autres produits ont été conçus pour encourager une nouvelle façon de produire des aliments, plus respectueuse de l'environnement. C'est le cas de *BioFilaha* qui finance les projets d'agriculture biologique en prenant en compte les besoins spécifiques de ce mode de production notamment les frais de certification et la période de transition de l'agriculture conventionnelle à l'agriculture biologique. C'est le cas également d'*EcoTaqa* qui vise une production plus sobre en énergie grâce au recours à un audit énergétique et à la mise en place de mesures d'efficacité énergétique, permettant in fine d'atténuer les émissions de Gaz à Effet de Serre de l'exploitation agricole.

La banque a récemment lancé une dernière innovation financière : une offre monétique qui permet à la fois de sensibiliser le client aux enjeux environnementaux tout en créant un mécanisme pérenne permettant d'alimenter un fonds de paiement pour services environnementaux. En effet, en partenariat avec le Haut-Commissariat pour les Eaux et Forêts, la Direction du Financement du Développement Durable du CAM a développé le concept des cartes vertes qui consiste à prélever une partie des commissions de la banque issues des paiements par cartes pour les reverser sur un compte dédié à des projets forestiers. De cette façon, le client du CAM peut contribuer, sans frais, à la lutte contre le changement climatique en soutenant la préservation de puits de carbone naturels.

Une Fondation au service d'un développement rural durable

La création en 2011 d'une Fondation pour le Développement Durable est venue renforcer l'engagement du Groupe dans la lutte contre le changement climatique. En effet, en conduisant des études et des projets pilotes sur des questions relativement peu explorées, comme la consommation énergétique des exploitations agricoles, l'irrigation climato-intelligente, la gestion des déchets agricoles ou encore l'agriculture durable, la Fondation permet à la banque de caractériser les besoins de financement et d'accompagnement de filières émergentes. Ainsi, plutôt que de financer ponctuellement un projet de développement rural durable, la Fondation permet de généraliser l'expérience en collaborant avec la Direction du Financement du Développement Durable à la mise en place d'un produit bancaire adapté.

Par exemple, la détermination des besoins financiers des agriculteurs souhaitant optimiser leur consommation énergétique qui a abouti à la conception d'*Ecotaqa* a été réalisée par la Fondation. Cette dernière, en collaboration avec l'Agence Nationale pour le Développement des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique, a mis en place un Programme pilote qui a démontré, sur un échantillon de dix exploitations agricoles, toutes filières confondues, qu'il était possible de réduire la facture énergétique annuelle de ces exploitations de 20% grâce à l'application de mesures d'efficacité énergétique nécessitant de faibles investissements. En termes d'énergies renouvelables, la Fondation a prouvé la faisabilité technique et financière du pompage solaire. S'en est suivi le financement par le Groupe CAM, notamment par sa filiale *Tamwil El Fellah*, de plusieurs milliers de systèmes de pompage solaire.

Autre projet de la Fondation, la conduite d'études sur la gestion durable des déchets agricoles qui ont prouvé la faisabilité technique et financière de la transformation des résidus agricoles en ressources à travers le compostage des déchets organiques et la valorisation-matière des déchets inorganiques. Un projet démonstratif est en cours dans le Souss Massa, région qui émet 52% des déchets agricoles plastiques du Maroc. En soutenant ce projet, la Fondation veut prouver concrètement aux agriculteurs l'intérêt économique d'entrer dans l'économie circulaire. En effet, ce projet vise l'organisation de la collecte des déchets agricoles plastiques (serres, plastiques de paillage, d'ensilage) pour permettre leur recyclage en nouveaux produits plastiques, tels que les équipements d'irrigation, qui seront utilisés par les agriculteurs ayant mis à disposition leurs déchets. Si cette expérience réussit, elle pourrait aboutir à une offre de financement adaptée aux projets de recyclage des déchets agricoles.

Une fois encore, l'objectif de la Fondation est d'aider les agriculteurs à générer des revenus supplémentaires par l'adoption de comportements respectueux de l'environnement car elle sait qu'elle n'obtiendra leur engagement à respecter les ressources naturelles que s'il y a un gain économique pour eux, c'est d'ailleurs dans cette perspective que les projets de la Fondation sont tous construits.

Actuellement, la Fondation va encore plus loin en tentant d'appliquer la notion de développement durable à l'exploitation agricole dans sa globalité en accompagnant des exploitations agricoles pilotes situées dans des écosystèmes agro-écologiques différents (oasis, montagne et littoral) pour en faire des fermes modèles d'agriculture durable, soit des fermes à la fois respectueuses des ressources naturelles (eau, sols, air), rentables et compétitives et socialement équitables. L'objectif de ce programme est de proposer des indicateurs de durabilité adaptés à l'agriculture marocaine et d'identifier les besoins de financement d'exploitations souhaitant se conformer aux principes de durabilité.

Un engagement précurseur et durable

Les exemples présentés ci-dessus ne sont pas le recensement exhaustif des actions du Groupe CAM en faveur du développement durable du monde agricole et rural marocain. Ils montrent cependant comment le Groupe, après avoir mis le développement durable au cœur de sa stratégie, la déploie en actions et en projets concrets qui, jour après jour, permettent de confirmer davantage la signature « *Groupe Crédit Agricole du Maroc, un engagement durable* ».

Avec une volonté affirmée de diffusion d'expériences, de valorisation des acquis et de réflexion partagée, le Groupe CAM a compilé dans un Livre Blanc de la Finance Durable ses réalisations et les principes qui les sous-tendent. Les concepts d'inclusion financière, d'économie verte, d'innovation financière et de responsabilité sociétale et environnementale y sont présentés et leur déclinaison au CAM, sous forme d'exemples concrets, y est relatée.

Ayant axé sa réflexion sur le milieu rural, et en particulier le secteur agricole sur lequel porte sa mission de service public, le Groupe CAM est conscient que des efforts importants restent à déployer pour amplifier sa réponse aux problématiques de durabilité en particulier dans le contexte du changement climatique. Les besoins financiers des agriculteurs, notamment pour l'investissement dans une agriculture climato-intelligente, sont importants.

Pour cela, le Groupe a la volonté de mobiliser, non seulement ses propres fonds, mais également ceux des institutions internationales spécialisées et de les mettre à la disposition des agriculteurs grâce à son expertise dans la conversion « des grands chiffres (mobilisation de capitaux importants) en grands nombres (de bénéficiaires) ».

C'est justement ce savoir-faire qui a amené le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime à inviter le GCAM à porter le volet financement de l'Initiative du Maroc en faveur de l'initiative « Triple A » (Adaptation de l'Agriculture Africaine) qui sera proposée dans le cadre de la COP22 pour drainer de la finance climat vers les petits agriculteurs africains.



Initiative : « 4 pour 1000 »

Des sols riches en carbone pour la sécurité alimentaire et le climat

Murielle Trouillet

Chef de projet 4 pour 1000, Direction générale de la performance économique et environnementale des entreprises, Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt

Hervé Saint-Macary

Chercheur en agronomie au Centre de coopération international en Recherche agronomique pour le développement (CIRAD)

Un taux de croissance annuelle du stock mondial de carbone des sols de « 4 pour mille » permettrait d'absorber et de stocker l'équivalent des émissions anthropiques annuelles de CO₂ soit 75 % des émissions de gaz à effet de serre. Accroître la teneur en carbone des sols agricoles permet également d'améliorer la sécurité alimentaire, de s'adapter aux dérèglements climatiques et de développer la biodiversité des sols.

En s'appuyant sur la recherche scientifique et des actions concrètes sur le terrain, l'initiative « 4 pour 1000 » vise à montrer que sécurité alimentaire et lutte contre le changement climatique sont complémentaires et à faire en sorte que l'agriculture apporte des solutions.

Les sols agricoles : une priorité mondiale pour garantir la sécurité alimentaire

La dégradation des sols menace plus de 40 % des terres émergées et les dérèglements climatiques accélèrent ce processus de dégradation et menacent la sécurité alimentaire. La réduction des périodes de précipitations et la multiplication des événements extrêmes favorisent l'érosion des sols. L'augmentation des températures accroît l'évapotranspiration et donc la dessiccation des sols. À terme, plus de 12 millions d'hectares de terres arables pourraient être perdus chaque année.

Cette destruction du potentiel agronomique et productif des terres a des conséquences désastreuses pour la sécurité alimentaire et les agriculteurs familiaux sont les premiers touchés. La capacité à nourrir 9,5 milliards d'humains en 2050 dans un contexte de changement climatique dépendra notamment de notre capacité à garder nos sols vivants.

En outre, les sols contiennent 2,6 fois la quantité de carbone contenue dans l'atmosphère et leur dégradation participe elle-même fortement à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre. En prévenant cette dégradation ou en restaurant les sols dégradés, on évite de nouvelles émissions. De même, plus de 300 millions de tonnes de carbone, soit environ 4% du total des émissions mondiales, sont relâchées chaque année dans l'atmosphère du fait des changements d'usage des sols. La plus grande partie de ces émissions est liée à des pratiques agricoles bien identifiées : déforestation, retournement de prairies, drainage de tourbières et de zones humides, alors que d'autres pratiques sont au contraire susceptibles de stocker du carbone, tant dans les sols que dans la biomasse. Appliquée à l'horizon de surface des sols mondiaux, soit à un stock d'environ 1000 milliards de tonnes de carbone, la cible 4‰ se traduirait en quelques décennies par un stockage annuel de 4 milliards de tonnes de carbone dans le sol ce qui contrebalancerait l'augmentation du CO₂ atmosphérique.

Les matières organiques des sols, majoritairement composées de carbone, participent à quatre grands services écosystémiques qui sont la résistance des sols à l'érosion, leur rétention en eau, leur fertilité pour les plantes et leur biodiversité.

Préserver les sols riches en carbone organique, restaurer et améliorer les sols agricoles dégradés et, d'une manière générale, augmenter le taux de carbone dans les sols sont des enjeux majeurs pour relever le triple défi de la sécurité alimentaire, de l'adaptation des systèmes alimentaires aux dérèglements climatiques et de l'atténuation des émissions anthropiques. Les agricultures du monde doivent se transformer pour y parvenir et des solutions concrètes existent.

Des co-bénéfices pour la productivité agricole sont indispensables. Ils peuvent être attendus, puisque les pratiques améliorant la matière organique du sol augmentent, en moyenne, les rendements. En moyenne d'études publiées pour des pays en développement, une séquestration de carbone au taux de 4% par an est corrélée à une augmentation des rendements de l'ordre de 1% par an. En Chine, des rendements plus stables ont été obtenus après restauration des sols par des pratiques entraînant une augmentation du stock de matière organique. 10 à 30 millions d'hectares de terres cultivables sont perdus chaque décennie (0,6 à 1,9% par an des terres arables) du fait de la dégradation des terres. Les objectifs de l'initiative « 4 pour 1000 » peuvent donc apporter une contribution significative à la sécurité alimentaire.

L'initiative « 4 pour 1000 »

Le carbone organique des sols est un indicateur majeur de la qualité, de la fertilité et donc de la productivité des sols. Augmenter le taux de carbone organique des sols contribue directement à la résilience et à la durabilité de l'agriculture, à la sécurité alimentaire des sociétés tout en séquestrant du carbone atmosphérique.

L'initiative « 4 pour 1000 » propose d'améliorer la teneur en matières organiques et d'encourager la séquestration de carbone dans les sols, à travers la mise en œuvre de pratiques agricoles. Ces pratiques – mécaniques, culturales ou biologiques – devront être adaptées aux situations locales tant environnementalement que socialement, et contribuer ainsi à préserver les sols riches et à restaurer les sols fragilisés et désertifiés en vue d'améliorer la sécurité alimentaire, de favoriser l'adaptation au changement climatique et de contribuer à son atténuation.

La mise en place de bonnes pratiques de gestion des sols agricoles est un défi majeur qui concerne l'ensemble des acteurs de la société mais des leviers existent. L'agro-écologie, qui dépasse la seule question du travail du sol, offre de nombreuses pratiques disponibles (couverture permanente des sols, utilisation de produits organiques, systèmes de cultures diversifiées, agroforesterie...) pour lutter contre la dégradation des terres et restaurer le potentiel productif des sols permettant ainsi de concilier sécurité alimentaire, adaptation au changement climatique et atténuation des émissions de GES du secteur agricole.

L'initiative « 4 pour mille » doit permettre de développer des actions concrètes sur le terrain qui bénéficient aux agriculteurs et éleveurs, premières victimes de la dégradation des terres.

Il s'agit d'une initiative multi-partenaire associant, dans un premier temps, l'ensemble des parties prenantes autour de deux grands volets d'action :

1) Un programme international de recherche et de coopération scientifique – « Le carbone dans les sols : un enjeu de sécurité alimentaire » portant sur quatre questions scientifiques complémentaires :

- les mécanismes de stockage du carbone dans les sols,
- l'évaluation des performances des pratiques agricoles vertueuses et de leurs conséquences sur les autres services de production et de régulation,
- l'accompagnement des innovations et leur stimulation par des politiques adéquates,
- le suivi et la restitution des résultats, qui vont nécessiter l'invention de mécanismes institutionnels et financiers nouveaux. (Voir Encadré 1)

2) Une alliance d'acteurs s'engageant à lutter contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire grâce à la mise en œuvre au niveau local de nouvelles pratiques agricoles favorables à la restauration des sols, à la biodiversité et à l'augmentation de leur stock de carbone organique. L'objet de cette alliance d'acteur est également de contribuer à faire émerger des projets répondant aux objectifs de l'initiative et de faciliter la mise en relation entre les porteurs de projets et les bailleurs de fonds.

L'action conjointe de l'ensemble des parties prenantes doit permettre de concentrer de nouveaux financements vers le secteur agricole pour l'adaptation au changement climatique, la sécurité alimentaire et l'atténuation des émissions et favoriser la mise en place de politiques de développement adaptées.

Cette initiative permettra également de renforcer les synergies existantes et les cohérences entre les trois grandes Conventions de Rio (la Convention cadre des Nations-unies sur les changements climatiques (CCNUCC), la Convention des Nations-unies pour la lutte contre la désertification (CNUCLD), la Convention sur la diversité biologique (CDB), le Comité de la Sécurité Alimentaire mondial (CSA) ainsi qu'avec les Objectifs de développement durable (ODD) qui ont été adoptés par les Nations-unies en septembre 2015.

En effet, désertification, changements climatiques et perte de biodiversité interagissent pour menacer ou au contraire contribuer par des solutions appropriées au développement durable. L'objectif de cette initiative n'est pas de dupliquer ni de concurrencer ces instances de négociation mais d'inciter les acteurs à se mobiliser de manière coordonnée et à s'engager dans une transition vers une agriculture productive, résiliente, présentant un bilan carbone favorable, fondée sur une gestion intelligente des sols, créatrice d'emplois et de revenus et ainsi porteuse de développement durable.

Impulsée par le ministre de l'agriculture français Stéphane Le Foll, l'initiative « 4 pour 1000 » a été lancée le 1er décembre au Bourget en marge de la COP 21. Elle a été reconnue comme l'une des 6 initiatives du volet agriculture du plan d'actions Lima – Paris (LPAA ou « agenda des solutions »), reconnaissant ainsi le rôle positif que peut jouer l'agriculture dans l'action en faveur du climat.

Plus de 170 organisations ont apporté leur soutien à une déclaration d'intention qui fixe les principes de l'initiative et les objectifs poursuivis. Ces organisations se sont collectivement engagées à mettre en place une gouvernance adaptée, inclusive et transparente.

Un programme international de recherche et de coopération scientifique

L'initiative 4 pour 1000 comprend un programme international de recherche permettant de fournir les connaissances nécessaires au plan d'action et d'instruire les décisions. L'initiative pourra ainsi contribuer à la consolidation des engagements des états (INDCs) pour la négociation climat à partir de 2020. Près de 130 pays ont pris des engagements fin 2015 dans le secteur des terres, qui peuvent concerner l'agriculture (103 pays), la forêt (128 pays) et selon les cas l'atténuation ou l'adaptation. La traduction de ces engagements en plans d'action nécessitera un important appui scientifique et technique. Les attendus du programme de recherche concernent donc :

- La connaissance spatialisée du potentiel de séquestration de carbone organique dans les sols :
 - ✓ Cartographie des stocks et de leur évolution,
 - ✓ Potentiel de stockage selon les systèmes et les pratiques,
 - ✓ Effets associés sur les rendements et sur les bilans environnementaux (azote, phosphore, eau)
- La définition et la co-construction à différentes échelles (individuel à collectif) de stratégies agronomiques et forestières visant l'objectif 4‰ :
 - ✓ Evaluation et modélisation des effets des pratiques et des transitions dans les systèmes,
 - ✓ Suivi des impacts des pratiques et mise en place de sites de démonstration,
 - ✓ Coûts de mise en œuvre, effets économiques et sociaux,
 - ✓ Compatibilité avec les objectifs du développement durable (SDGs) ;
- Evaluation des barrières à l'adoption, formation, appui aux politiques publiques, instruments de financement :
 - ✓ Potentiels et limites des innovations institutionnelles, des politiques publiques et des mécanismes financiers (PSE, normes)
 - ✓ Apprentissages individuels et sociaux, relations avec les capacités d'adaptation
- Méthodologies de suivi, rapportage et vérification (MRV) de la séquestration de carbone des sols à faible coût par tonne évitée de CO₂ :
 - ✓ Méthodologie générique combinant des inventaires de stocks de carbone des sols, des statistiques spatialisées sur les pratiques agricoles ou forestières, des données avancées de télédétection et des estimations (ensemble de modèles, ou coefficients) du taux de stockage de carbone,
 - ✓ Méthodologie en mode projet permettant de certifier la variation des stocks de carbone (objectif : coût de quelques dollars par tonne de CO₂ évitée).

Quelles contributions des acteurs ?

- Les États et les collectivités locales peuvent s'engager à accompagner la transition des systèmes agricoles à travers la mise en place de formations, de réglementations et outils adaptés notamment en matière de foncier, ou de soutiens publics.
- Les bailleurs de fonds et les fondations privées peuvent soutenir des projets de développement facilitant la diffusion et la mise en œuvre de pratiques agricoles permettant d'augmenter et de stabiliser le taux de matières organiques dans le sol et de préserver les sols riches en carbone. Des propositions seront prochainement faites dans ce sens.
- La recherche internationale peut développer le programme international de recherche et de coopération scientifique au travers des quatre volets décrits plus hauts de manière coordonnée.
- Les entreprises privées peuvent s'engager à éliminer de leurs chaînes d'approvisionnement les produits issus de pratiques induisant la dégradation des sols comme elles le font pour la déforestation. Elles peuvent aussi s'engager sur des projets de réhabilitation des sols.

- Les organisations professionnelles agricoles (OPA) peuvent contribuer et encourager l'adoption de nouvelles pratiques permettant de stocker davantage de carbone tout en augmentant la fertilité et la résilience des sols, en lien avec la recherche et les ONG.
- Les ONG auront un rôle déterminant pour recenser, adapter et faciliter la diffusion des bonnes pratiques et s'assurer qu'elles correspondent bien aux attentes des producteurs, en lien avec la recherche et les OPA.

Organisation et feuille de route

L'objectif de cette initiative est d'inciter les acteurs à se mobiliser de manière coordonnée et à s'engager dans une transition vers une agriculture productive, résiliente, présentant un bilan carbone favorable, fondée sur une gestion intelligente des sols, créatrice d'emplois et de revenus et ainsi porteuse de développement durable.

Pour avancer dans la réalisation de ces actions, les autorités françaises ont proposé à Meknès, en avril 2016, la création d'un Consortium, moteur et instance décisionnelle de l'initiative qui s'appuiera sur un Forum comprenant membres du Consortium et observateurs, un comité scientifique et technique ainsi qu'un secrétariat international. Ce Consortium doit se réunir pour la première fois lors de la COP 22 en novembre 2016 à Marrakech afin d'installer les organes de gouvernance et de valider la feuille de route 2017

Chiffres clés

- 24% des sols mondiaux sont dégradés à des degrés divers, dont près de la moitié des sols agricoles [source: Bai et al., 2013]
- 1500 milliards de tonnes de carbone dans la matière organique des sols mondiaux, plus de deux fois le carbone du CO₂ atmosphérique [source : GIEC, 2013]
- 1,2 milliards de tonnes de carbone par an, pourraient être stockées dans les sols agricoles (cultures et prairies) soit un taux annuel de stockage d'environ 4 pour 1000 par rapport à l'horizon de surface du sol [source : GIEC, 2014].
- 24/40 millions de tonnes de grain supplémentaires pourraient être produits chaque année en Afrique, Asie et Amérique du Sud en stockant une tonne de matière organique par hectare [Lal, 2006]
- 1,2 milliard US \$ de perte économique en grains liée à la dégradation des sols [FAO, 2006]

From climate perception to action: strategic adaptation for small island farming communities *A focus on Malta*

Galdies Charles

Senior Lecturer, Environmental Management and Planning Division, Institute of Earth Systems, University of Malta.

Galdies Johann

Bachelor degree in Biology and Chemistry from the University of Malta.

There is presently enough evidence to say that climate change is indeed occurring. Typical impacts at the global level include the rising global average temperatures of both air and sea, the melting of glacier and polar ice and the rise in the average global sea levels. In the Mediterranean region, precipitation patterns are expected to change, where water availability may fall by 20-30%, under a conservative 2 °C increase by 2100 (Zachariadis, 2012) leading to stressed local freshwater supplies, reduced crop yields and desertification. In addition, the frequency and intensity of floods will also increase since rainfall is expected to become concentrated into more heavy events.

Located in the central Mediterranean Sea, the Maltese islands are prone to a set of climate change impacts that are specific to the region. Local climatological records show a warming trend of both the annual maximum and minimum temperatures, where the incidence of warmer nights is becoming increasingly common (Galdies, 2012). Warmer winters may result in increased outbreaks of pests as more of them become capable of surviving the colder season. Longer summers would also allow insects to develop more efficiently. Local records also show an increased incidence of heat waves, impacting local agricultural activities among other sectors (Galdies, 2015; Galdies et al., 2016), while the increasing number of consecutive dry days suggest increasingly drought conditions. Climate change projections for this small State suggest that climate variability may increase in the future and climate extremes are likely to become more frequent (Government of Malta, 2014). Once the frequency of these impacts start to exceed a certain magnitude they will start threatening the stability of many of the island's economic sectors (Baldacchino & Galdies, 2015), especially agriculture (Government of Malta, 2012).

Baldacchino & Galdies (2015) highlight some of the difficulties that small island states (SIS) tend to have when addressing the impacts of climate change. The 'individuality of costs' is a real governance issue, where the cost of upgrading irrigation infrastructure per capita (or any other infrastructural adaptive measure) is higher than the unit cost for similar works in a larger country, population and fiscal base. Moreover, negative climate change impacts tend to have a disproportionate impact on SIS' GDP when compared to larger states (Barros et al., 2014). Meli (2014) calculates a global 10% profit reduction in both fodder and olive cultivation together with significant detrimental losses by the viticulture sector. Thus the substantial diversification made to date by Malta's agricultural sector can potentially be overturned by the impacts of climate change, if either a 'business-as-usual' approach is taken or through maladaptation because of some inappropriate formulation of adaptation policies. Fortunately, the recent emphasis made at the national level to sustain the growth of the local agricultural sector (Government of Malta, 2016) took into account the need to urgently tackle the impacts of climate change.

Enhancing resilience

Adaptation is one of the climate-related policy options aimed at reducing the negative impacts of climate change on agriculture (Nicholas, 2012). Adapting to a changing climate has been defined as a complex adjustment in human-environmental systems in response to observed or expected climatic changes (Wheeler et al., 2013). Generally, this response may consist of (i) Government programmes and extension services, and insurance, (ii) technological developments, (iii) financial management, and (iv) production practices (Smit and Skinner, 2002), and can occur on different scales ranging at the individual, local or sectoral level (Bryant et al., 2000).

The specific adaptation measures noted in the literature are diverse. These range from more effective planting dates and agricultural practices (i.e., crop diversification, changes in crops grown, planting of 'quick crops', use of drought-resistant varieties, pest control, shifts in planting dates; see Gandure et al., 2013) to adjustment of land use and soil management (i.e., crop rotation, organic soil enhancement, tree planting, water harvesting techniques, irrigation measures, fertilizer application; see Knutson et al., 2011), and other ancillary practices aimed at diversifying farmers' income sources.

In view of the strong link between the constantly increasing trends in carbon emissions and increased global warming, it is essential that adaptive measures be enforced as soon as possible. At the same time, such measures require a committed public and therefore, at some point, an analysis of the public's perception towards climate change becomes crucial.

As far as the agriculture sector of SIS is concerned, studies on the link between farmers' risk preferences and their adaptive behavior influenced by a number of internal and external choices have so far been weak, leading to a mismatch between the perception of farmers and policymakers – a situation that could potentially lead to maladaptation. Galdies et al., (2016) provide an extensive commentary on such a gap in knowledge. In contributing to this new area of research, their study aimed at how small holder farmers in Gozo perceive and experience long-term changes in climate. The scope of the present article is to reflect in more detail their findings, and to go one step further by proposing the type of adaptation strategies and related policies needed.

Local farmers' perceptions

New research in this field has shown how farmers' adaptation to climate change occurs within a socio-ecological context, and that their perception determines the success and ultimate acceptability of adaptation policies, and ultimately their acceptability (Tam and Mc Daniels, 2013). Therefore, understanding farmers' perception of climate change helps to determine their behaviour with regards to any of the ongoing or future local adjustments as a response to a changing climate.

For example, a study conducted by Tucker et al., (2010) showed how local perceptions of climate were found to be critical in guiding policy responses on adaptation for coffee producers in Central America and Mexico. Similarly, the analysis conducted by Maddison (2007) on people's perceptions of climate in a number of African countries assisted the understanding of those processes and factors affecting adaptation that fed into policy decisions. Studies conducted in South Africa and Ethiopia identified the importance of individual instruction, education and awareness building in order to identify adaptation options by farmers (Bryan et al., 2009). In Uttarakhand State (India) the understanding of farmers' perceptions provided opportunities for effective targeting of government resources (Kelkar et al., 2008). Considering the important role of agriculture to the local Gozitan population, a better understanding of farmers' perceptions, adaptation measures and obstacles with regard to climate change is necessary in order to craft the right adaptation policies for this island (Galdies et al., 2016).

The local Gozitan study had two major objectives: to know whether farmers' perceptions are in line with the observed climatic changes at the local scale, and to uncover the typology of these farmers based on their attitude, beliefs and willingness to adapt. It provided a unique opportunity to empirically validate local perceptions of climate change so as to be used for agronomic research, outreach strategies and policy formulation. As expected, farmers' perceptions and responses to climate change tended to be highly confined and context specific. It was found that those who perceive higher risks are less likely to be subject to wishful thinking, fatalism or denials of climate change risk. Moreover, the higher their perception of climate change risks was, the stronger was their adaptive intentions. In contrast, farmers are less likely to adapt when they possess denial of climate change risk and/or fatalism, especially if they are part of the older category of farmers. A link was also found between the will to adapt and profitability, which was especially strong among livestock farmers. Although not studied, increased pressure on farmers to adapt or otherwise can also come from friends, relatives and/or neighbours.

Another original finding involved the uncovering of the main farmer typologies based on their individual perceptions, beliefs and attitudes towards climate change and its local impacts at a time when the number of farmers working on a full-time basis is dwindling. This vocational loss is resulting in increased pressure for changes in land use (EEA, 2015), a detrimental increase of farmland fragmentation (Vella, 2016; fig. 1) and an increasingly non-competitive sector when compared to external markets. This is resulting in a rapid erosion of the traditional socio-cultural fabric of Gozitan society and its rural landscape (EEA, 2015).

Based on the farmers' responses it seems that there is a general need for an 'incremental' type of adaptation, as opposed to a 'transformational' one (Park et al., 2012; Marshall et al., 2012). Whereas the latter is normally opted when a major change in livelihood, location or identity (based on beliefs, attitudes and willingness) is needed because of major shifts in socio-ecological conditions, incremental adaptation is selected on the choice of actions highlighted by these same farmers. In Gozo's case, the current extended farm services have favoured this line of action, and which is already providing some sort of technical and financial support. However, farmers expressed that this could be more focused on climate change adaptation.

Overall, it was easier for most of the local farmers to identify problems rather than to offer solutions, which is probably a reflection of the complexity of the issue dictated by their sense of values, attitudes and beliefs (and a dose of fatalism too) in an increasingly convoluted sector. However, they manage to factor in the need for improved technology, information, knowledge and financial support as the main determinants for a successful adaptive capacity (especially by livestock farmers).

The younger generation of Gozitan farmers were found to be more flexible and adaptable to future plans. A distinct typology has been found for both crop- and livestock farmers (16.2% and 75.4% respectively) who are most likely to invest more, change their crop mix and adopt more efficient infrastructure if they are given the opportunity. In terms of attitudinal constructs, farmers having ecological values are more oriented towards innovations and new technologies, while safeguarding the environment. This typology group also plans to adopt more efficient practices such as improved irrigation infrastructure, a mix of drought- and pest-tolerant crops, etc. The skeptical group of crop farmers (25.2%) is more likely to reduce farming activities, pass farmland to offspring or sell it to third parties (a form of contractive adaptation strategy; Wheeler et al., 2013).

Figure 1

Typical fragmentation of irrigated arable land in Pwales valley, Malta. The largest number of island-wide registered agricultural parcels (n=16300) are between 0.11 and 0.22 hectares and account for 26.14% of the total agricultural land in the Maltese islands (Vella, 2016)



Image source: Google Earth

Local adaptation measures and policy formulation

Based on the findings made by Galdies et al., (2016), the Gozitan farming sector requires a top-down strategy with a mix of 'autonomous' and 'conscious' measures (Bryant et al., 2000), and generally one which favours 'accommodating' strategies (fig 2; Wheeler et al., 2013). Autonomous responses are those occurring at the farm level, such as improved irrigation, adjustments to tillage practices, crop diversification, changing of the growing calendar, use of heat-, salt- or drought-tolerant crop varieties, or buying insurance (to protect against potential loss).

Conscious adaptation, on the other hand, refers to the expressed intervention made at the government level. Conscious adaptation measures have to be backed up by consistent climate-related research and specialized training targeting all farmer typologies identified (especially addressing climate change deniers), reinforced infrastructures, new technologies, and financial support (Bryant et al 2000), all of which have been mentioned in one way or another by Gozitan farmers who participated in the survey.

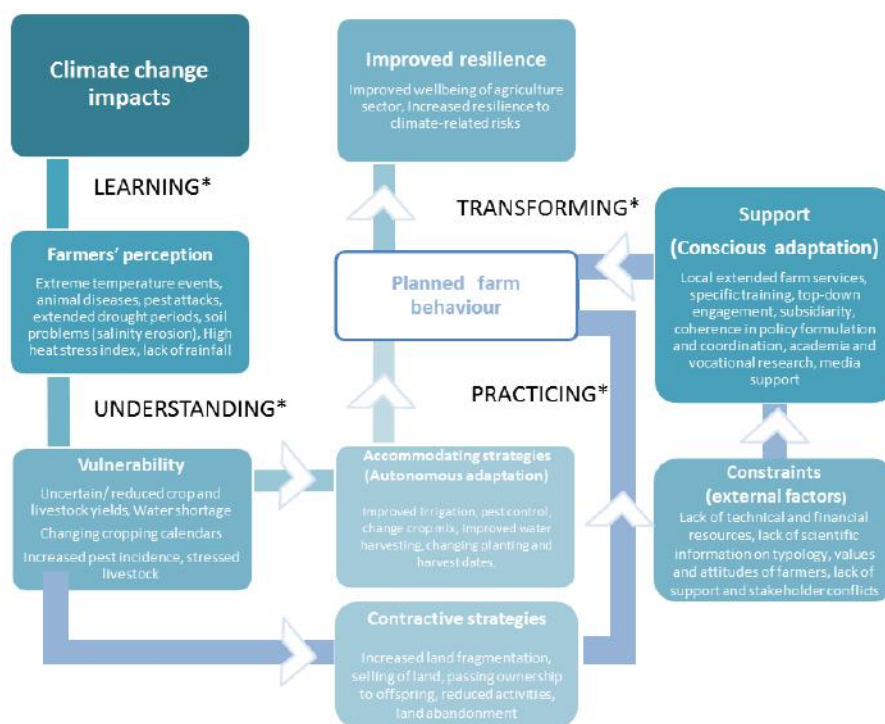
Coherence in the formulation and application of climate-related policy that deals with climate change adaptation is also fundamental in order to ensure avoidance of sectorial initiatives that may have unintended but negative adaptive consequences (Olivier et al., 2013). A variety of studies have found that the coherent policy outcomes result when there are collaborative processes, connectivity or networks (Clarvis et al., 2014) across scales, departments, and ministries that permit horizontal engagement in the planning and implementation stages of such policies (see Scobie, 2016 for further details).

Promoting lower level involvement in decision making and problem solving enables subsidiarity and integrated adaptation policies in a positive way (Clarvis et al., 2014). This may also serve to lessen the existent lack of trust between both ranks. Participation of knowledge platforms such as academia (Briley et al., 2015) and vocational institutions can lead to significant improvement of policy formulation and coordination (Chandra & Idrisova, 2011) through research projects (Cvitanovic et al., 2015a). Various types of media, including radio, television, newspapers, posters, and the internet must be utilized to strengthen such climate change response strategies.

One would hope that these specific recommendations are taken into account when the National Climate Change Adaptation Policy (Government of Malta, 2012) is revised in the coming years. Have there been failures with regards to the effectiveness and sustainability of various adaptation measures, or to those measures that make the Gozitan agricultural sector in particular, less successful and more skeptic of the expected risks? If the answer is 'yes' then these need to be corrected by promoting specialised training, education and extension services, linked to preferential policies designed to motivate young people to go back into agri-business.

In a nutshell, successes and failures obtained with the 2012 climate adaptation policy should be used to improve it. The most important challenge in the coming years is not so much about perfecting the ability to accurately predict our future climate but rather to improve community awareness and its engagement in climate-change mitigation and adaptation strategies.

Figure 2
A proposed climate change adaptation strategy for the farming community in the island of Gozo, Malta



* Cognitive processes (adapted from Nguyen et al., 2016).

Bibliography / More information

- Baldacchino G, Galdies C, (2015). Global Environmental Change: Economic and Labour Market Implications for Small Island Territories. Xjenza Online, 3:81-85.
- Barros, V.R., Field, C.B., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., et al., (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-FrontMatterA_FINAL.pdf.
- Briley L, Brown D, Kalafatis S E, (2015). Overcoming barriers during the co-production of climate information for decision-making. Clim. Risk Manage. 9, 41-49.
- Bryan E, Deressa T T, Gbetibouo G A, Ringler C, (2009). Adaptation to climate change in Ethiopia and South Africa: options and constraints. Environ. Sci. Policy 12 (4) 413-426.
- Bryant C R, Smit B, Brklacich M, Johnston T R, Smithers J, Chiotti Q, Singh B, (2000). Adaptation in Canadian agriculture to climatic variability and change. Clim. Change 45 (1) 181-201.
- Chandra A, Idrisova A, (2011). Convention on biological diversity: a review of national challenges and opportunities for implementation. Biodivers. Conserv. 20 (14), 3295-3316. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s10531-011-0141-x>.
- Clarvis M, Fatichi H, Allan S, Fuhrer A, Stoffel J, Romero M, Gaudard F, Ludovic, (2014). Governing and managing water resources under changing hydro-climatic contexts: the case of the Upper Rhone Basin. Environ. Sci. Policy 43 (November), 56-67. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2013.11.005> (mountain water governance: policy implications from the EU ACQWA Project).
- Cvitanovic C, Hobday A J, van Kerkhoff L, Wilson S K, Dobbs K, Marshall N A, (2015a). Improving knowledge exchange among scientists and decision makers to facilitate the adaptive governance of marine resources: a review of knowledge and research needs. Ocean Coast. Manag. 112, 25-35.

- EEA (2015). <http://www.eea.europa.eu/soer/countries/mt/land-use-state-and-impacts-malta> (cited: 14.04.2016)
- Galdies C, (2012). Temperature trends in Malta (central Mediterranean) from 1951 to 2010. *Meteorol. Atmos. Phys.* DOI 10.1007/s00703-012-0187-7
- Galdies C, (2015). Potential future climatic conditions on tourists: A case study focusing on Malta and Venice. *Xjenza Online*, 3:6-25.
- Galdies C, Said A, Camilleri L, Caruana M, (2016). Climate change trends in Malta and related beliefs, concerns and attitudes toward adaptation among Gozitan farmers. *European Journal of Agronomy* 74:18-28.
- Gandure S, Walker S, Botha JJ, (2013). Farmers' perceptions of adaptation to climate change and water stress in a South African rural community. *Environ. Dev.* 5, 39–53.
- Government of Malta, (2012). National climate change adaptation Policy. Government of Malta, May 2012.
- Government of Malta, (2014). National Communication of Malta to the UNFCCC, 2014. The Third, Fourth, Fifth and Sixth National Communication of Malta under the United Nations Framework Convention on Climate Change. 195pp
- Government of Malta, (2016). Agriculture Policy Conference, Public Consultation. March 2016.
- Kelkar U, Narula K K, Sharma V P, Chandna U, (2008). Vulnerability and adaptation to climate variability and water stress in Uttarakhand State, India. *Global Environmental Change* 18, 564–574.
- Knutson C L, Taigh T, Hayes M J, Widhalm M, Nothwehr J, Kleinschmidt M, Graf L, (2011). Farmer perceptions of sustainable agriculture practices and drought risk reduction in Nebraska, USA. *Renew. Agric. Food Syst.* 26 (03), 255–266.
- Maddison D J, (2007). The Perception of and Adaptation to Climate Change in Africa. World Bank Policy Research Working Paper no.4308.
- Marshall N, Park S, Adger W, Brown K, Howden S, (2012). Transformational capacity and the influence of place and identity. *Environmental Research Letters* 7 10.1088/1748-9326/7/3/034022.
- Meli A, (2014). Implications of environmental change on agriculture and viticulture in Malta. *Global Environmental Change & Small Islands: Economic & Labour Market Implications*. 1-5 December 2014, Valletta, Malta
- Nguyen T P L, Seddaiu G, Virdis S G P, Tidore C, Pasqui M and Roggero P P, (2016). *Agricultural Systems*, 143, 205-216.
- Nicholas K, Durham W, (2012). Farm-scale adaptation and vulnerability to environmental stresses: insights from winegrowing in Northern California. *Global Environmental Change* 22, 483–494.
- Olivier J, Leiter T, Linke J, (2013). *Adaptation Made to Measure A Guidebook to the Design and Results-Based Monitoring of Climate Change Adaptation Projects*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. <http://www.seachangecop.org/node/2942> (cited: 14.04.16)
- Park S E, Marshall N A, Jakku E, Dowd A M, Howden S M, Mendham E, Flemin A, (2012). Informing adaptation responses to climate change through theories of transformation. *Global Environmental Change* 22, 115–126.
- Scobie M, (2016). Policy coherence in climate governance in Caribbean Small Island Developing States. *Environmental Science & Policy*, 58, 16-28.
- Smit B, Skinner M, (2002). Adaptation options in agriculture to climate change: a typology. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 7, 85–114.
- Smithers J, Smit B, (1997). Human adaptation to climatic variability and change. *Global Environ. Change* 7 (2) 129–146.
- Tam J, McDaniels T L, (2013). Understanding individual risk perceptions and preferences for climate change adaptations in biological conservation. *Environ. Sci. Pol.* 27, 114–123. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2012.12.004>
- Tucker C M, Eakin H, Castellanos E J, (2010). Perceptions of risk and adaptation: coffee producers, market shocks, and extreme weather in Central America and Mexico. *Global Environmental Change* 20, 23–32.
- Vella S, (2016). L-Użu tal-Art Agrikola u l-Frammentazzjoni. Public Consultation - Agriculture Policy. Government of Malta. <https://agriculture.gov.mt/en/Pages/Soft-Launch-Agriculture-Policy.aspx> (cited: 14.04.16).
- Wheeler S, Zuo A and Bjornlund H, (2013). Farmers' climate change beliefs and adaptation strategies for a water scarce future in Australia. *Global Environmental Change*, 23, 537-547.
- Zachariadis T, (2012). Climate Change in Cyprus: Impacts and Adaptation Policies. *Cyprus Economic Policy Review*. Vol. 6 Iss. 1

Beef Carbon, un plan carbone européen pour la viande bovine

Josselin Andurand

Jean-Baptiste Dollé

Institut de l'élevage, IDELE, France

Caroline Guinot

Association nationale inter-professionnelle du bétail et des viandes, INTERBEV, France

Afin de promouvoir la durabilité des systèmes de production bovins et répondre au défi du changement climatique, l'Institut de l'Elevage, avec le soutien financier du programme LIFE EUROPE, du Ministère de l'agriculture français et de l'interprofession française de la viande bovine (INTERBEV) en partenariat avec les acteurs du développement agricole (Chambres d'Agriculture, Coopératives, Entreprises de conseil) et des organisations irlandaises, italiennes et espagnoles, a lancé en 2016 un plan carbone d'envergure en production de viande couplé à une amélioration globale de la performance environnementale : *Life Beef Carbon*.

Basé sur une démarche volontaire et participative, ce programme vise à enclencher une dynamique nationale de réduction de l'empreinte carbone de la viande de 15% à échéance de 10 ans. De manière similaire, la filière laitière française a lancé en 2013 un plan pour réduire l'empreinte carbone du lait de 20% en 10 ans : LIFE CARBON DAIRY. Au total, ces 2 programmes impliquent plus de 100 partenaires et 6 000 éleveurs, ils représentent un effort considérable de mobilisation et d'accompagnement des acteurs dans l'amélioration de l'efficacité agronomique et zootechnique fidèle à l'approche « agroécologique ». Ces initiatives visent ainsi à concilier performances économique, sociale, sanitaire et environnementale. Les filières lait et viande, caractérisées par leur lien au sol et leur niveau élevé d'autonomie en herbe, fourrages et concentrés, ambitionnent ainsi de construire et promouvoir des systèmes de production climato-intelligents et durables, accessibles à l'ensemble des éleveurs de bovins.

L'élevage bovin : un ensemble de caractéristiques agroécologiques à préserver

L'élevage herbivore français est caractérisé par son lien au sol avec une alimentation à base d'herbe et de fourrages. Il permet ainsi de valoriser 13,5 millions d'hectares de prairies et de parcours pour l'essentiel non labourables, soit 20% du territoire français et 50% de la Surface Agricole Utile (SAU).

Les ruminants présentent en effet la capacité unique de valoriser l'herbe et les fourrages grâce à leur système digestif qui permet de dégrader la cellulose et de la transformer en lait-viande. L'herbe est très présente dans la ration moyenne des bovins lait et viande (60% en moyenne) et constitue même 80% de la ration des bovins du cheptel allaitant, spécialisé viande. L'herbe et les fourrages sont essentiellement produits sur l'exploitation. Selon l'Institut de l'Elevage, les systèmes français présentent une autonomie alimentaire de l'ordre de 90 %. Les travaux actuels visent à améliorer cette autonomie, particulièrement sur le plan protéique en développant les solutions alternatives aux importations de soja : production de légumineuses fourragères, protéagineux et tourteaux de colza.

Ce lien au sol facilite également le recyclage et la valorisation des déjections qui constituent une source de fertilisation organique naturelle de grande qualité permettant de limiter le recours à l'achat d'engrais chimiques, importantes sources d'émissions de gaz à effet de serre (GES). L'élevage de ruminants national contribue pour 10% des émissions de gaz à effet de serre. Parmi les gaz produits, le méthane entérique qui représente environ 50 % des émissions, est la résultante du processus de rumination (digestion de la cellulose) directement lié à la capacité de valoriser la prairie. En contrepartie, la prairie constitue un puits de carbone essentiel. Ainsi, si l'élevage de ruminants émet, il présente également la particularité de compenser une partie de ses émissions par le stockage de carbone sous prairie. Les 13,5 millions d'hectares de prairies permanentes présentes sur le territoire national, stockent selon l'INRA et l'Institut de l'Elevage, entre 500 kg et 1,5 T de carbone par an et par hectare, ce qui compense l'essentiel du méthane entérique produit.

Par ailleurs les systèmes d'élevage valorisant la prairie ont un rôle important dans la protection de la ressource en eau au travers du maintien ou de l'amélioration de sa qualité grâce notamment au maintien de surfaces toujours en herbe. Ces surfaces sont peu traitées, peu fertilisées et jouent le rôle de filtres pour la plupart des polluants diffus susceptibles de dégrader la qualité des masses d'eau. La préservation de la biodiversité, la lutte contre l'érosion des sols et la conservation de paysages de qualité sont autant d'impacts positifs de l'élevage sur l'environnement. Ces aménités doivent être prises en compte en matière d'évaluation environnementale, de manière à pouvoir atténuer les émissions de gaz à effet de serre sans pour autant dégrader d'autres indicateurs environnementaux.

Une dynamique professionnelle engagée depuis plusieurs années pour favoriser l'atténuation des émissions et l'adaptation des exploitations

Conscientes de l'enjeu du changement climatique, les organisations professionnelles et interprofessionnelles de l'élevage ont soutenu, à partir des années 2000, de nombreux travaux destinés à mieux comprendre la nature des émissions, les leviers disponibles pour les diminuer et la quantification du stockage de carbone dans les sols pour favoriser l'adaptation des élevages à cet enjeu.

Les premiers travaux de recherche sur l'empreinte carbone dans les systèmes lait-viande ont été conduits dans les années 2000 par l'Institut de l'Elevage et l'INRA avec la collaboration d'autres instituts de recherche européens. Ils ont permis de mieux comprendre les mécanismes d'émission de GES et de stockage de carbone, de mettre en évidence les facteurs déterminants et d'évaluer l'empreinte carbone du lait et de la viande produite dans les principaux systèmes.

Les travaux sur la variabilité des émissions, inter et surtout intra systèmes ont mis en évidence les marges de manœuvre pour réduire l'impact environnemental. Ils ont montré que l'optimisation des pratiques, combinant moins d'émissions et davantage de stockage de carbone, permettent des améliorations. Ces observations ont été confortées par l'expertise de l'INRA (Pellerin et All 2013) ainsi que le rapport de la FAO (Gerber et All 2013) qui met en évidence une réduction possible de 30 % des émissions de GES à l'échelle mondiale.

Combiner efficacité économique et environnementale. Les travaux réalisés dans le cadre des réseaux d'élevage tant au sein de programmes français qu'européens ont montré qu'efficacité économique et efficacité environnementale peuvent aller de pair et précisé les marges de progrès à mettre en œuvre dans les élevages dans les différents domaines qui concernent :

- La gestion et l'alimentation des troupeaux,
- La maîtrise de la fertilisation : valorisation agronomique optimale des effluents et réductions du recours aux engrais minéraux, mise en place de légumineuses,
- L'amélioration de l'autonomie alimentaire et protéique,
- La maîtrise de la consommation d'énergie et la production d'énergie renouvelable,
- L'optimisation du rôle des prairies et des haies sur le stockage du carbone.

Un outil de diagnostic et de conseil CAP'2ER (Calcul Automatisé des Performances Environnementales et Elevage de Ruminants) a été mis au point. Mis à la disposition des techniciens et des éleveurs, il permet de réaliser une évaluation multicritères des impacts positifs et négatifs de l'élevage sur l'environnement et de mettre en place un plan d'optimisation au niveau de l'exploitation.

Box 1

Témoignage de Marie Jo Beauchamp, éleveuse de bovins et d'ovins en Saône et Loire, ayant réalisé le diagnostic environnemental CAP'2ER sur son exploitation

« Ce diagnostic approfondi nécessite tout d'abord de collecter un assez grand nombre de données sur le troupeau, la gestion des effluents, les surfaces fourragères et l'alimentation dédiée au troupeau... »

Au final, il est très intéressant de pouvoir comprendre d'où vient chaque gaz à effet de serre et à partir de là, pouvoir identifier nos leviers d'actions. Chez nous par exemple, nous pouvons progresser en produisant nos propres protéines végétales comme la luzerne ou encore en économisant sur la consommation de fioul par du semis direct.

Cet outil permet aussi de calculer quelques une de nos contributions positives à l'environnement. Ainsi dans mon cas, mes 100 ha de prairies permanentes et 17 km de haies stockent 90 000 kg de carbone par an et permettent de compenser 40 % des émissions de gaz à effet de serre de mon élevage. J'entretiens également l'équivalent de 290 ha de biodiversité. »

Un programme d'envergure mis en place par la filière viande : Life Beef Carbon

Life Beef Carbon emploie une méthode de recherche-action participative qui place l'éleveur au cœur du projet. En effet, elle consiste à réaliser chez lui un diagnostic environnemental grâce à l'outil CAP'2ER (www.cap2er.fr/Cap2er) qui permet d'évaluer l'impact de son exploitation sur l'environnement. Ce projet structurant pour l'ensemble de la filière bovin viande se déploiera sur 5 ans entre janvier 2016 et décembre 2020 pour un budget total mobilisé de plus de 5,4 millions d'euros. Il débouchera sur un plan carbone interpartenarial de la filière viande bovine. Ses résultats permettront de diffuser les pratiques de réductions des émissions de GES au plus grand nombre d'élevage possible dans les années suivantes la fin du projet. Le projet Life Beef Carbon se décline en 6 actions principales:

- Action 1 – Mutualisation européenne autour d'une démarche plan carbone avec les partenaires français, irlandais et italien selon une méthodologie commune.
- Action 2 – Mise en œuvre d'un observatoire de l'impact carbone de 2 000 élevages de démonstration. Dans 6 régions représentatives de l'élevage bovin viande en France, 1680 fermes seront évaluées avec l'outil Cap'2er au travers d'un réseau de 150 conseillers issus des chambres d'agricultures, des coopératives et des entreprises de conseil en élevage. 320 élevages seront évalués de manière similaire en Irlande, Italie et Espagne. Cet

échantillon de 2000 fermes fera l'objet d'une analyse statistique complète permettant de déterminer le niveau d'efficacité environnementale des élevages, de mettre en relation les résultats environnementaux avec les indicateurs de pratiques et d'apprécier le lien entre efficacité technique et environnementale.

- Action 3 – Suivi de 170 fermes innovantes à faible impact carbone en Europe dont 125 en France sur lesquelles un conseiller réalisera un diagnostic en début de projet et proposera un plan d'action à l'éleveur visant à réduire les émissions de GES. En cours de projet, le conseiller assurera un suivi de l'élevage pendant 5 ans afin d'adapter le plan d'action, réaliser le bilan technique, économique et environnemental. Ces 170 éleveurs innovants seront sensibilisés et formés aux problématiques de réchauffement climatique et des GES.
- Action 4 – Constitution et animation d'un réseau national des éleveurs Life Beef Carbon (fermes innovantes). Le réseau d'éleveurs innovants sera mobilisé pour apprécier l'acceptabilité sociale de la démarche, définir le fonctionnement le plus adapté pour apporter les connaissances/compétences afin qu'ils puissent intégrer l'environnement dans leur réflexion globale. Deux axes de travail seront privilégiés pour dynamiser le réseau : les rencontres physiques d'une région à l'autre et/ou d'un pays à l'autre et un espace web.

- Action 5 – Elaboration de la feuille de route climatique de la production de viande bovine
Les actions conduites dans le cadre du projet serviront à établir la feuille de route climatique. Cette action vise à synthétiser et à formaliser toutes les connaissances acquises au travers d'une démarche « bas carbone », et à définir la stratégie nationale de communication et les partenariats à construire pour le déploiement d'un plan carbone à l'ensemble des acteurs de l'amont.
- Action 6 – Communication, diffusion. La dissémination des avancées permises par ce projet sera assurée par l'ensemble des partenaires grâce à des outils de communication (espace web, outils techniques, ...) mais également grâce à la mise en place d'événements régionaux (colloques régionaux, fermes ouvertes, ...) et nationaux.

Conclusion

Ce programme constitue à la fois un cadre d'action pour les éleveurs et leurs organisations mais aussi un support officiel de quantification et de reconnaissance des contributions environnementales positives de l'élevage bovin et de la filière viande bovine. Ces contributions concernent non seulement la lutte contre le changement climatique à travers le stockage de carbone et la mise en place de pratiques d'atténuation et par son stockage de carbone, mais aussi plus largement les nombreux services éco-systémiques assurés par les pratiques d'élevage : biodiversité, maintien de la qualité de la ressource en eau, ouverture des paysages... C'est pourquoi le projet LIFE BEEF CARBON a été labellisé dans l'Agenda des solutions de la COP21.

Bibliography / More information

- <http://www.beefcarbon.com/>
- www.carbon-dairy.fr
- English video : <http://www.interbev.fr/ressource/beef-carbon/?lg=en&pid=5017>
- Devun J., Brunschwig P., Guinot C. 2012. *Alimentation des bovins : rations moyennes et autonomie alimentaire*. Institut de l'élevage, collection Résultats.
- Dollé J.-B., Faverdin P., Agabriel J., Sauvant D., Klumpp K., 2013. *Contribution de l'élevage bovin aux émissions de GES et au stockage de carbone selon les systèmes de production*. Fourrages 215, 181-191.
- Dollé J.-B., Brocas C., Gac A., Moreau S., Le Gall A., 2015. *Elevage bovin et changement climatique. Viande et Produits Carnés*.
- Gac A., Agabriel J., Dollé J.-B., Faverdin P., Van Der Werf H., 2014. *Le potentiel d'atténuation des gaz à effet de serre en productions bovines*. Innovations Agronomiques 37, 67-81.
- Gerber P.J., Steinfeld H., Henderson B., Mottet A., Opio C., Dijkman J., Falcucci A., Tempio G., 2013. *Tackling Climate Change through Livestock – A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities*, FAO, Rome.
- Klumpp K. 2013. *Optimiser la gestion des prairies pour favoriser le stockage de carbone et réduire les émissions de N₂O*. Eds S. Pellerin et al. *Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? (France)*.
- Pellerin S., et al., 2013. *Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques*. Rapport d'étude, INRA (France), 454 p.
- Soussana J.-F., Klumpp K., 2014. *Mitigating GHG Emissions from Ruminant Livestock Systems through the Management of Carbon Sequestration in Grasslands*. Proceedings of the Livestock, Climate Change and Food Security Conference, Madrid, Spain, p. 80.
- Soussana J.-F., Klumpp K., Ehrhardt F., 2014. *The Role of Grassland in Mitigating Climate Change*. Proceedings of EGF at 50 : The future of European grasslands, Grassland Science in Europe 19, 75-87.

Relever le triple défi « *adaptation, atténuation et sécurité alimentaire* » en Méditerranée et en Afrique de l'Ouest

Guillaume Benoit

Ingénieur général des ponts, des eaux et des forêts, Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Espaces Ruraux, France
Président du groupe « Eau et sécurité alimentaire » du Partenariat français pour l'eau
Rapporteur des séminaires SESAME

La plate-forme de réflexion régionale SESAME (Séminaires Eau et Sécurité Alimentaire en Méditerranée) a été initiée par les Conseils généraux des Ministères de l'agriculture de la France et du Maroc après le 5ème Forum mondial de l'eau (Marseille, 2012). L'objectif est de nourrir les dialogues et débats entre scientifiques, responsables et conseillers en politiques, agriculteurs, entreprises et autres acteurs du développement et de la coopération, afin d'identifier des solutions et des stratégies et politiques alternatives à même de relever les défis auxquelles nos régions sont confrontées.

L'initiative a reçu le soutien continu de l'Agence française de développement (AFD) et de nombreuses autres institutions dont la fondation FARM. Elle a été élargie à l'Afrique de l'Ouest dès sa 2ème édition (2014) consacrée à la question de la mise en dynamique de l'agriculture familiale. Les 2 dernières éditions du SESAME (Paris, février 2015 et Meknès, avril 2016), préparatoires à la COP 21 et à la COP 22, ont porté sur le changement climatique. Cinq points sont nettement ressortis des interventions et des débats.

Prendre conscience des vulnérabilités

En Afrique de l'Ouest comme dans le Sud méditerranéen, la variabilité climatique, dans ses évolutions récentes, est déjà vécue comme une véritable malédiction. Même de petits incréments de risques, sous la forme de pluies retardées ou diluviennes, de sécheresses prolongées ou de températures plus élevées, sont devenus une source majeure de pauvreté et d'insécurité pour les ruraux vulnérables.

La vulnérabilité au dérèglement climatique est à la fois « socio-économique » (faiblesses internes des agricultures du Sud) et « environnementale » (sols très érodés et dégradés, ressources en eau limitées et surexploitées dans le sud méditerranéen et souvent salinisées). Or le dérèglement climatique a pour effet de réduire encore la disponibilité en eau (-30 à -40% au Maghreb de 1980/1999 à 2080/2099 selon la carte produite par l'ICARDA, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas), de changer défavorablement la géographie agricole, de renforcer le processus de minéralisation aux dépens de l'humification ainsi que de réduire les rendements. Le risque est donc celui d'une désertification généralisée, d'une paupérisation accrue et d'une forte croissance de la dépendance alimentaire. Celle du Maghreb, calculée en calories, pourrait en effet passer de 50% à 70% d'ici 2050 alors que la Turquie et l'Égypte seront bien moins affectées (étude INRA/PluriAgri 2015). S'y ajoute, surtout au Sud du Sahara, une croissance démographique qui pose de façon dramatique la question de l'emploi, de l'équilibre urbain/rural et de la sécurité alimentaire.

La science et nos sociétés se retrouvent donc face à une situation totalement inconnue avec de graves risques de crises (changements d'usages des terres, paupérisation, émeutes « de la faim », déplacements, conflits et guerres) à la clef, surtout au Sahel (P Caron, DG du CIRAD, SESAME3). Ces risques, il va bien falloir les gérer, d'abord en les anticipant pour en réduire la portée. Nous sommes donc en face d'« un grand sujet de géopolitique » (S. Le Foll, Ministre français de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt) car la question agricole et alimentaire, autrefois déclencheur des révolutions européenne, a, de même, contribué au déclenchement des révolutions du monde arabe et pèsera encore bien davantage dans ces prochaines décennies.

Le problème est également européen et mondial. La stagnation observée des rendements du blé en France depuis les années 1990 est due au facteur climatique « dans une proportion de 30 à 70 % » (Jean-François Soussana, directeur scientifique environnement de l'INRA de France, SESAME3, 2015). Déjà l'évapotranspiration potentielle (ETP) s'est accrue d'environ 20% en Languedoc comme en Poitou Charente et toutes les prospectives annoncent en France des sécheresses des sols d'une intensité et d'une extension spatiale inconnues, et sans retour à la situation actuelle ainsi que des étiages à la fois beaucoup plus sévères, plus longs et plus précoces. Le problème de la sécurisation des systèmes productifs, ainsi que du maintien des autres services rendus par l'eau, se posera par conséquent dans toute l'Europe du Sud. La prospective « Garonne 2050 », par exemple, annonce une baisse de 50% des débits d'étiage à Bordeaux (hors gestion des barrages) et, dans son scénario tendanciel (« scénario sobriété »), la perte de 80 à 90% des exploitations agricoles. D'autres scénarios sont heureusement possibles. La prise de conscience collective de nos vulnérabilités est donc un impératif. Elle constitue « le point de départ d'une démarche politique » (Mohamed Aït Kadi, Président du Conseil général du développement agricole, Maroc).

Se donner l'ambition de la triple performance

Dans le nouveau contexte mondial et régional, il est indispensable de se donner l'ambition du « triple gain », c'est-à-dire de réussir ensemble la sécurité alimentaire, l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation, et d'élargir la notion de performance en agriculture. L'agriculteur a en effet vocation à devenir un véritable agent de développement durable et l'agriculture viser la triple performance (économique, sociale et environnementale). L'importance unique du secteur des terres (agriculture, forêt et sols) a d'ailleurs été fortement soulignée par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), car ce secteur est à la fois i) très menacé par le dérèglement climatique, ii) d'une importance essentielle par son rôle alimentaire et par sa contribution à l'emploi, au développement et à l'équilibre urbain/rural et iii) capable d'apporter une contribution décisive à la lutte contre le changement climatique puisqu'il représente "40% (de 20 à 60) du potentiel mondial d'atténuation à l'horizon 2030"¹.

Il est en effet possible d'agir sur plusieurs leviers et notamment de renforcer l'effet de "pompe à carbone" des bois, des prairies et des champs pour prendre une part du carbone en excès dans l'atmosphère et le stocker dans les sols, dans la forêt et les produits du bois et ainsi produire davantage pour mettre sur le marché des produits bio-sourcés (bioénergies, chimie verte, biomatériaux) qui viendront se substituer à des produits traditionnels très émissifs en GES (hydrocarbures, chimie, ciment...). La COP 21 a, elle aussi, souligné la nécessité du triple gain. L'article 2 de l'Accord de Paris stipule en effet que « le présent Accord vise à renforcer la riposte mondiale à la menace climatique en contenant l'évolution de la température moyenne nettement au-dessous de 2°C, et en renforçant les capacités d'adaptation aux effets néfastes des changements climatiques et en promouvant la résilience à ces changements et un développement à faibles émissions de gaz à effet de serre, d'une manière qui ne menace pas la production alimentaire... ».

L'initiative « 4 pour 1000 : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat », lancée avec succès par le ministre français de l'agriculture et inscrite à l'Agenda des solutions, regroupe aujourd'hui 160 partenaires. Elle mobilise la recherche agronomique mondiale et de nombreux acteurs du développement et de l'environnement (Etats, Banque mondiale, FAO, FIDA, WRI, organisations professionnelles, ONG...). Le chiffre « 4/1000 » vient d'un calcul de l'INRA France. Si on augmentait en effet le stock de carbone des sols superficiels de la planète de 4/1000 par an, cela permettrait pendant quelques décennies de compenser toutes les émissions anthropiques de CO₂. Or, plus d'humus dans les sols (plus de matière organique), ce n'est pas seulement moins de carbone dans l'atmosphère, et donc plus d'atténuation, c'est aussi : plus de capacité de rétention en eau et donc plus de résilience, plus d'adaptation, et plus de productivité avec moins de dépenses d'intrants et donc plus de production et de revenus, plus de sécurité alimentaire. L'initiative 4/1000 s'inscrit ainsi comme une réponse centrale pour la réussite du triple gain.

¹ Source : 5ème rapport du GIEC, 2014. Le chiffre est donné avec une large part d'incertitude : « de 20 à 60% ».

Dynamiser l'agriculture, créer de la valeur ajoutée dans les territoires ruraux

Relever le défi alimentaire, climatique et de l'emploi, c'est déjà réduire la pauvreté et les vulnérabilités des populations rurales du Sud en intensifiant durablement les rendements et en produisant davantage de valeur ajoutée (chaînes de valeurs, développement local). Sans émergence de collectifs agricoles permettant l'accès aux marchés et à la responsabilité collective, sans agrégation et sans tissu industriel, « on ira droit à la catastrophe » (S Le Foll).

La mise en dynamique entrepreneuriale de l'agriculture familiale et la transformation agro-alimentaire pour créer emplois et richesses dans les territoires ruraux et réduire les pertes aux champs sont donc d'importance stratégique. Autrement dit, la transition que l'Europe a connue depuis 60 ans est à mener au Sud de façon accélérée tout en tirant toutes les leçons utiles et en sachant que la proportion d'actifs en agriculture restera, par obligation, bien plus élevée au Sud.

L'objectif devrait donc être la mise en place de grandes politiques agricoles filières/territoires qui soient aussi de grandes politiques agro-alimentaires et de crédit à l'agriculture. Le Plan Maroc Vert et le dispositif de méso finance « Tamwil El Fella », qui permet l'accès au crédit agricole des petites et moyennes exploitations sans titres fonciers écrits mais exploitant assez de ressources pour devenir des « entreprises », illustrent le type d'engagement possible et nécessaire au niveau national. De nombreux exemples sur le terrain, notamment au Maroc², en montrent la possibilité et l'immense portée possible (réussite du développement humain, social et rural et pas seulement du développement économique).

Promouvoir une agriculture durable, mieux gérer les eaux et les sols

La mise en dynamique des agricultures ne suffira pas. Il faut aussi, au Sud comme au Nord, promouvoir une agriculture durable, résiliente au choc climatique, et productrice de biens comme de services environnementaux. SESAME a montré la diversité et la complémentarité des solutions possibles, les grands progrès nécessaires portant sur les points suivants.

Le stockage et la mobilisation de l'eau, l'accès à l'irrigation de l'agriculture familiale

L'adaptation dans le domaine de l'eau, c'est d'abord plus de stockage d'eau et plus d'irrigation, le besoin d'investissements ayant été chiffré par le GIEC à 225 milliards de \$ dans 200 pays d'ici 2030 pour le seul maintien des services actuellement rendus par l'eau. Cela vaut notamment pour l'Europe, en voie rapide de méditerranéisation, comme pour l'Afrique de l'Ouest. La ressource en eau y est en effet abondante³ et les besoins croissants. Ainsi, sur le bassin de la Drôme où l'eau faisait défaut en été et où des restrictions étaient imposées aux irrigants 3 années sur 4, la création en 2005 de la réserve du Juanon, alimentée par transfert depuis un bassin voisin excédentaire, a permis de sécuriser 1.200 ha irrigués, les nombreux emplois liés et une grande diversité de productions (semences, ail et oignon, plantes aromatiques, légumes, céréales...) et de paysages de qualité. Elle a permis aussi d'apporter à la rivière 1 million de m³ (soutien d'étiage).

2 On peut citer notamment la COPAG (coopérative agricole de Taroudant qui regroupe 14.000 petites exploitations et a créé un très grand nombre d'emplois industriels et commerciaux), le développement de la production de fruits rouges dans le Loukos ou encore l'AOP « safran de Taliouine ».

3 L'eau prélevée en Afrique de l'Ouest (13 km³/an) ne représente que 3% de la ressource renouvelable (387 km³/an) (source : OSS, side event organisé lors de la COP 21) Quant à la France, elle ne

prélève que 1,5% de ses écoulements pour l'irrigation (contre 19,2% en Espagne) et ses capacités de stockage ne représentent que 4,7% des écoulements (contre 48% en Espagne) (source : calcul CGAAER à partir de la base de données Aqualat).

Figure 1
Erosion des sols en Tunisie et importance de l'agriculture de conservation



Photos J-C Quillet

La situation est évidemment tout autre dans le Sud et l'Est méditerranéen (du Maroc à la Syrie) où la demande en eau représente déjà 116% des ressources en eau conventionnelles potentielles (source Plan Bleu, SESAME 1). Cependant, des investissements innovants sont possibles et certains territoires disposent encore d'un potentiel conventionnel mobilisable. Pour F. Chehat (DG de l'INRA d'Algérie), « la première réponse au défi climatique est de mieux mobiliser la ressource en eau : poursuite de la politique de barrages, transferts à longue distance, traitement et réutilisations des eaux usées (800 millions de m³ mobilisés), usines de désalinisation dans les villes côtières pour éviter de prendre trop d'eau à l'agriculture ».

Ces nouvelles formes d'agriculture durable, développées surtout en Amérique, progressent bien aujourd'hui en Europe. Les co-bénéfices sont souvent multiples. Par exemple, M. Quillet, céréaliculteur de Touraine est passé au semis sous couverture végétale en 1995. Ce faisant, son revenu a été doublement amélioré (grâce à la baisse des charges et à l'amélioration du rendement), le taux de carbone des sols s'est accru de 2 % en 20 ans (soit une capacité de rétention en eau accrue de 60 mm), l'effet de sécheresse est retardé de 7 à 15 jours par rapport à ses voisins, ses prélèvements pour l'irrigation ont été réduits de 1 tour d'eau, et avec la meilleure infiltration de l'eau, la recharge des nappes est améliorée et les risques d'inondations réduits.

La progression de ces systèmes durables est malheureusement beaucoup trop lente en Méditerranée du Sud et en Afrique de l'Ouest alors que le potentiel est élevé (plus de 60% de la grande zone céréalière du nord-ouest du Maroc pourraient être concernés) et que la recherche a montré des gains multiples, y compris en termes d'atténuation (+ 0,1 à + 1/1000 de carbone par an) (M Badraoui, DG de l'INRA Maroc, SESAME4).

Parmi les principaux obstacles à lever, on peut citer l'insuffisance de soutiens publics, l'absence de PME pour la production locale de matériel agricole adapté (semoirs), le défaut de collectifs agricoles pour l'utilisation en commun de ces semoirs et la non restitution aux sols des résidus de cultures (droits de vaine pâture ou vente des chaumes). La solution à ce dernier obstacle passera par la mise en place de systèmes de paiements pour services environnementaux. Un projet test est en cours au Maroc.

L'agro-foresterie, l'aménagement des terroirs et la récolte des eaux pluviales

D'autres formes de conservation des eaux et des sols et d'intensification agro-écologique à triple gain sont possibles. Des exemples remarquables ont été présentés lors des SESAME 3 et 4 : agroforesterie par régénération naturelle assistée assurée par les paysans au Niger (5 millions ha), reverdissement de la région du Tigré en Ethiopie (1 million ha remodelés avec remontée de la nappe de 30 à 5 m grâce à la bonne infiltration de l'eau en amont et réduction de moitié du taux de pauvreté depuis 2000), technique du « zaï » au Burkina Faso...

L'installation de prairies et cultures fourragères biodiverses riches en légumineuses

Au sud du Portugal, de l'Espagne, de l'Italie et de la France, 500.000 ha de terres et pâturages dégradés ont été restaurés ces dernières décennies grâce à l'installation de prairies permanentes et de cultures fourragères biodiverses riches en légumineuses méditerranéennes. L'amélioration des sols a permis un doublement en moyenne de la productivité fourragère et de la séquestration en carbone ainsi que des gains élevés en termes de résilience, d'infiltration de l'eau et de biodiversité.

Selon le professeur D. Crespo, président de FertiPardo (Portugal) et initiateur de cette révolution fourragère, plusieurs millions ha de terres dégradées pourraient ainsi être améliorés dans les zones du Bassin méditerranéen où il pleut plus de 300 mm/an et où les pâturages et terres sont dégradés. Ceci permettrait de doubler de façon durable la production de produits animaux de très grande qualité, de réussir l'adaptation et de contribuer significativement à la lutte contre les changements climatiques.

Réussir la montée d'échelle, agir à plusieurs niveaux de territoires et mobiliser les acteurs et les financements

La grande question, c'est comment généraliser ces réussites, comment réussir la « montée d'échelle » ? SESAME 4 a montré à cet égard la nécessité d'agir concomitamment à plusieurs niveaux de territoires (cf : notamment l'intervention de Piet Van Asten du programme « Changement climatique, agriculture et sécurité alimentaire » du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale - CGIAR).

Si les stratégies d'adaptation doivent s'opérer à l'échelle de l'exploitation, elles doivent aussi se développer à l'échelle des terroirs et viser l'émergence de « villages climato-intelligents », ce qui peut justifier de projets/plans de gestion des terroirs contractualisés entre l'Etat (ou les collectivités) et chaque communauté rurale. Le 3ème niveau essentiel, c'est en effet celui du pays, celui de l'Etat ; lequel doit créer un environnement porteur et devrait faire du renouveau agricole et écologique une grande priorité de politique publique.

C'est le cas aujourd'hui en France, le « Projet agro-écologique », étant devenu la nouvelle priorité agricole du pays. Le plan s'est donné comme objectif plus de 50% d'exploitations engagées dans des systèmes agro-écologiques d'ici 2025. Tout l'appareil de recherche, de formation et de développement est mobilisé et la « loi d'avenir » a instauré le concept de triple performance et créé la nouvelle formule des GIEE (groupes d'intérêt économique et environnemental).

La réussite du triple gain passera donc par la mise en place de nouvelles grandes politiques permettant à la fois une double mobilisation/intégration, verticale (filiales) et « horizontale » (territoires).. Ces politiques devront aussi conduire à la mise en place d'institutions capables de mobiliser la finance climatique ainsi que la finance privée, l'argent public devant servir de catalyseur. D'ailleurs des opportunités nouvelles se présentent en effet suite à la COP 21. Ainsi par exemple l'AFD (Agence Française de Développement) doit accroître de 50% son portefeuille d'action (pour le passer de 8 à 12 milliards €/an) tout en consacrant la moitié à des projets « pro-climats », la part des projets contribuant à l'adaptation et à la résilience devant augmenter très sensiblement.

Mais quelle part de ces enveloppes l'agriculture réussira-t-elle à mobiliser ? Saura-t-on se doter d'institutions à même de mobiliser les nouveaux fonds climatiques au bénéfice de l'agriculture, à l'exemple de l'Agence de Développement Agricole (ADA) du Maroc qui a obtenu son accréditation en 2012 pour le Fonds d'adaptation et en 2016 pour le Fonds Vert ? Et saura-t-on faire en sorte que l'argent public serve effectivement de « stimulateur » capable de mobiliser les énergies et les capacités d'investissements de l'ensemble des acteurs concernés, au premier rang desquels les agriculteurs de base, lesquels devraient être considérés comme les premiers investisseurs ? Saura-t-on par conséquent mettre en place ces nouvelles politiques et institutions (crédits agricoles...) et créer cette nouvelle nécessaire confiance entre les Etats et les ruraux (en mobilisant le cas échéant les collectivités locales) pour une réponse à la hauteur des défis du temps ?

Les conclusions du SESAME 4, tirées par Bertrand Hervieu, Vice-président du Conseil Général de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Espaces Ruraux⁴ (CGAAER, France), sont ici résumées :

- la question alimentaire, agricole, de l'eau et des sols à réussi à s'inscrire positivement dans la négociation climatique et dans l'agenda des solutions ;

- les transformations que nous devons réussir impliquent des approches véritablement globales car elles concernent aussi bien la gestion des ressources naturelles, les modes de production ou encore la santé. Ceci nous amène à retrouver, sous une forme complètement renouvelée, la grande trilogie du développement et des politiques agricoles : les hommes, les produits et les espaces/territoires ;
- nous sommes dans un mouvement qui engage et doit engager à la fois la communauté scientifique, les acteurs de terrain et les politiques publiques ;
- des progrès sont nécessaires, possibles et déjà bien engagés à plusieurs échelles, de la parcelle à la planète, ce qui est rassurant et enthousiasmant ;
- cependant, si on voit la pertinence du projet, on mesure aussi la difficulté d'une large adhésion

La question posée et donc celle du comment faire en sorte que tous les acteurs concernés trouvent intérêt à agir. C'est celle sur laquelle il nous faut le plus progresser.

Bibliographie / Pour plus d'information

- Benoit et al, *L'eau et la sécurité alimentaire face au changement global, défis et solutions* ; CGAAER, 2012
- CGAAER et CGDA, *Eau et sécurité alimentaire : le défi vital de la Méditerranée* (SESAME 1, avec l'appui d'Agropolis international) ; 2013
- CGAAER et CGDA, *L'agriculture familiale en Méditerranée et en Afrique de l'Ouest : de nouvelles dynamiques entrepreneuriales et territoriales* (SESAME 2) ; 2014
- CGAAER et CGDA, *Sécurité alimentaire et changement climatique en Méditerranée et Afrique de l'Ouest : quel agenda d'action pour la COP 21?* (SESAME 3) ; 2015
- CGAAER et CGDA, *De la COP 21 à la COP 22 : relever le triple défi « Sécurité alimentaire, atténuation et adaptation » en Méditerranée et Afrique de l'Ouest* (SESAME 4) ; 2016
- Madignier, Benoit et Roy, *Les contributions possibles de l'agriculture et de la forêt à la lutte contre le changement climatique* ; CGAAER, rapport 14056 ; 2015
- Benoit, *Le secteur des terres : solutions au problème du dérèglement climatique ?* ; Annales des Mines, Responsabilité et Environnement n°80, Octobre 2015
- Benoit, *Sécurité alimentaire et climat au 21ème siècle : eaux bleues, eaux vertes et sols* ; Revue Futuribles, n° 413, Juillet-Août 2016

⁴ Le président du CGAAER est le Ministre français de l'agriculture.

Climatic changes: scenarios and strategies for the livestock sector in Portugal

Olga Moreira

Researcher, Coordinator of, Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, INIAV, Portugal

Nuno Carolino

Researcher, Responsible for Genetic Resources, Genetics and Animal improvement, INIAV, Portugal

Carlos Belo

Researcher, Responsible of the Animal Production Research Unit, Fonte Boa Experimental Station, INIAV, Portugal

The scenarios of climatic evolution for Portugal point to unfavorable conditions for agricultural and forestry activities by the end of the 21st century, resulting from the reduction of precipitation and temperature increase towards an increased susceptibility to desertification, which already affects large areas of the country.

To support the development of the adaptation strategy to climate changes, the Portuguese Institute for Sea and Atmosphere (IPMA) (www.ipma.pt) performed the analysis of the information collected on climate variables and found that from the 1970s the climate in Portugal has been registering an increase of 0,5° C per decade in average temperature, with a decrease in temperature range, an increase in minimum temperature, a reduction in cold days and increases in hot days in most of the country, as well as an increased frequency of "heat waves."

Regarding rainfall, it was observed a decrease in about 80% of the weather stations, with a decrease in rainfall in the spring and an increase in the fall and, more worrying for our climatic characteristics, semi-arid and dry sub-humid, predicting an increased frequency and intensity of vulnerability to drought, that will accentuate the areas susceptible to desertification. Farms production conditions throughout the interior of the country are conditioned by the nature of the soil, mainly by the low levels of organic matter, tending to a rapid decline due to the continuous high temperatures during the summer. Erosion and leaching of soil nutrients are a problem in some regions.

Extensive animal production systems

The expected climate changes will have an effect on animal production systems based on rainfed pastures and crops, effect that seems more significant in the ability to dramatically enhance the agricultural abandonment that has been occurring since 1989 (data from Agriculture General Census (RGA), 1989, 1999 and 2009). The RGA 2009 shows that the utilized agricultural area (UAA) in continental Portugal amounts to 3.668 million hectares, in which permanent pastures occupy 49%, arable land reaches only 32% and permanent crops 19% of the total UAA.

Permanent pastures are areas of low feeding value in that, as indicated in the RGA, 2009, 3/4 are not subject to any technical intervention (seeding or fertilization). In the south of Portugal, most of the permanent pasture area develops under cork and holm oak trees whose conditions are impaired with the foreseeable increase of the dry seasons (spring/summer).

In the interior center and north of the country, where permanent pasture are also the main utilization of the land, the situation may worsen with the forecast for climate changes referred above. Indeed, despite the increase in area of permanent spontaneous pastures, the numbers of sheep and goats between 1999 and 2009 RGA decreased 24% and 41% respectively, and the same happened to the number of farms that are dedicated to this activity (a decrease of 27% and 22% respectively). These indicators, together with the decline of family farming population and their aging (agricultural producer type is a 63 years' old man), lead to the abandonment of large areas of territory, promoting the growth of shrub vegetation, reducing the environmental services provided by pastures and accentuating the large fire growth potential.

Soil is a strategic natural resource for the development of agriculture and forest, especially in the south, interior center and northern Portugal, and has great vulnerability to desertification, that could worsen with the expected reduction in precipitation that predictably will be more pronounced in areas already susceptible.

Trees and well conducted agricultural practices have an important role in protecting the soil against erosion, due to the coverage provided during the rainy season and promotion of increased organic matter content. This can be changed by the rise in air temperature, which associated with drier conditions can cause a reduction in the levels of organic matter, both by lower production of biomass and increased mineralization rate, that will promote erosion and, with an increase in the risk of fire, potentiate the processes of desertification in all vulnerable regions.

The major potential impacts due to the expected climate trends - the increase in temperature and changes in the distribution of rainfall, could be dramatic to extensive livestock production, especially conditioned by the pastures production. The prediction of higher temperature in winter can enable an increased dry matter (DM) production and stocking rate, with a consequent reduction in the conserved feed needs. However, it will be the lower rainfall after March, the period when temperature is more favorable for plant growth, which will imply lower production of total DM in pastures, resulting in harshest conditions for grazing ruminants.

The production system of grazing ruminants requires that, during warm weather, animals utilize the excess of grass produced in early spring, whose nutritive value and voluntary ingestion will decrease over the period. This requires the need of conserved feeds, causing a decrease in the profitability of this type of production. Climatic conditions, particularly the extent of the rainless season, will be harmful especially to the ecosystem of the southern oaks, the "montado", under which the permanent pasture develops, by increasing the trees' susceptibility to pests and diseases.

As a strategy for the plant resources, it seems that the main adaptation measures should consider: the expansion of the area of annual legumes due to their importance on the recovery of natural pastures and fixation of nitrogen in the agrarian system; the grass and legumes mixture to be used should be diverse to ensure greater DM yield, adaptability and persistence of pasture, including species with good performance at lower temperatures and grasses with higher summer dormancy; also the possibility of using pasture irrigation during late spring, resuming in late summer, would expand the grazing time providing some intensification of these extensive systems. Irrigated pastures, if used, should consider grasses from subtropical climates for better withstanding high temperatures and greater efficiency in water use.

Strategies related to the animals should promote autochthonous breeds, take advantage of the ability of females to body fat deposition during the availability of grass, for subsequent mobilization over the periods of greater needs, and anticipate the breeding season (final pregnancy and early lactation). It will be important to select females for their hardiness - disease resistance, maternal ability, longevity, ease of mobilization of fat reserves and good hooves to support grazing on large areas. The understanding of the metabolic mechanisms of animals in adverse weather conditions will also be essential, as well as improving the knowledge on the efficiency of utilization of fiber rich diets and type and amounts of protein and energy sources to help support the animals during hot weather.

Intensive animal production systems

In intensive production systems animals are fed directly to grains, of which a high proportion is excreted in the environment. This fact results in an overall loss of nutrients at several levels: competition with the use of cereals for human consumption, low digestive efficiency by the animal, excess excreta (manure) that must be addressed before any application and negative environmental impact in regions with high concentration of holdings. Moreover, farmers are faced with the need to comply with the impositions of EU legislation (e.g. Nitrate, Water, and Emissions Ceiling Directives).

Those negative environmental impacts are extremely serious and would contribute to the pollution of the aquifer reserves as the management is inadequate or when there is an improper or accidental discharge of waste. When there are high concentrations of holdings in certain regions problems arise with the limitations of areas available for disposal of waste at farm level (the volume of excreta of animal origin may exceed soil absorption capacity). There may be pollution of aquifers by leaching mechanisms of excess elements, conducting to Vulnerable Regions (nine identified in the Continental region), as well as high levels of gaseous emissions to the atmosphere.

With global warming these concerns will be even more serious, being important to identify issues such as the concentration of intensive production farms, the overall production system (from feeding to manure management and the flow of nutrients at farm level), the quality (chemical /microbiological) of manure produced and situations of over-fertilization of soils. Next, it is important to find solutions aimed at environmental protection and sustainable management of resources and waste.

In addition to the required adaptation of livestock buildings (ventilation, temperature regulation, watering and disposal/treatment of waste) and to the adequacy of transports, as strategies, in such systems, are suggested:

- Introducing more heat-tolerant livestock breeds by the development of breeding programs that should consider species less susceptible to heat stress.
- In a comprehensive approach to environmental safety it will be needed to optimize the productive efficiency and particularly the digestive efficiency of feed (by adjusting the production requirements or by the inclusion of exogenous factors in the diet), with consequent decrease in competition for food and reduction of environmental pollution load. The assessment of the metabolic mechanisms in adverse climatic conditions is also essential.

- Evaluation of manure management strategies to reduce the risk of environmental pollution: water pollution in flood situation and rains and gas emissions (NH₃ and GHG) in drought and heat waves scenarios. According to soil requirements, the treatment will often be avoidable, in some cases be essential or optional, and the processing option in co-product or energy should always be considered. Optimizing the use of manure as organic fertilizer will contribute to the maintenance of appropriate levels of organic matter, resulting in the increase of the vegetation cover and consequent prevention of soil erosion

Animal breeding and conservation

The conservation, sustainable use and promotion of animal genetic resources for food and agriculture have been a priority of successive Portuguese national policies and community for several years. The particularities of the country, with an enormous variability of conditions associated with a strategic geographical location, make Portugal hold an enormous diversity of Animal Genetic Resources (AnGR) being actually considered one of the "Hot Spot" regions on the planet, represented by 50 autochthonous breeds of livestock species.

AnGR represent an example of multifunctionality in agriculture activity and are the basis of innovation of the modern livestock sector, on which the farmers depend, for improved breeds, varieties and populations to provide quality and safe products to the society. Additionally undoubtedly contribute to increasing competitiveness, diversification of economic activities, improvement of the environment and rural landscape, as well as to promote the quality of life in rural areas.

Climate change will affect the animals, products and services provided by animal biodiversity. However, this biodiversity has not yet been properly integrated into strategies for adaptation to and mitigation of climate change. Its role in the resilience of food systems still needs to be addressed.

Most of the Portuguese autochthonous breeds present, generally, a low productivity as compared to other genotypes with an intensive breeding program. However, over the years, these breeds were produced mainly in marginal areas and under unfavorable production systems of low-input, low-output, where they are now fully integrated. The need to redefine the breeding programs has been widely recognized in most species, especially where sustainable development is a priority and considers a long-term perspective (Gama, 2006; Carolino, 2011).

The design and implementation of sustainable breeding programs directed to the production of animals that best adapt and produce under certain environmental restrictions or conditions may be one of the ways to follow, by the national livestock sector, to face possible climate changes. These programs should consider different factors, such as, genetic diversity, the use of natural resources, welfare and animal health, food quality and safety, the disadvantages of the technologies to be used (Liinamo and van Nieuwenhoven 2002, Gama 2006).

Animal Genetic Resources in Portugal represent a unique heritage, which despite all the efforts and advancement is still mostly at risk of extinction. However, inter and intra breed genetic variability existing in most of livestock species, the ability to adapt and produce at a wide variability of adverse environmental conditions and the possibilities for yielding products of quality, allow facing with optimism the need of adaptation to future climate changes.

Conclusion

This group participated in the elaboration of the document on the Agriculture and Forestry Adaptation Strategies to Climate Change (GPP, 2013), a report of ENAAC 2010, resulting in a set of guidelines for adaptation measures to climate changes, defined from identified sector vulnerabilities. Our approach to the potential impacts to the expected climate trends on livestock production systems will continue with ENAAC 2020, currently ongoing on public consultation and focused on three objectives:

- Improving the level of knowledge on climate change;
 - Implement adaptation measures;
 - Promote the integration of adaptation into sectoral policies.
-

Bibliography / More information

- Carolino N., 2011. *Programas de conservação de razas autóctonas em perigo de extinção em Portugal*. Proc Simposium Hispano-Luso de razas autóctonas em perigo de extinção. San Vitero (Zamora) – Espanha, 27 a 29 de Outubro de 2011.
- ENAAC 2020. *Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas*. 49pp.
- Gama, L T., 2006. *Programa de seleção e conservação dos recursos genéticos animais: A experiência da Europa mediterrânea*. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 43, João Pessoa. Proc. Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2006, p.755-773.
- GPP, 2013. *Estratégia de Adaptação da Agricultura e das Florestas às Alterações Climáticas*. Relatório Setorial. 88pp.
- INE, *Recenseamentos Gerais da Agricultura: RGA1989, RGA1999 e RGA2009*.
- Liinamo, A.E. & A.M. Neeteson. 2002. *Inventory and options for sustainable farm animal breeding and reproduction*. SEFABAR first annual report.

Valorisation de l'eau d'irrigation dans le bassin du Système aquifère du Sahara septentrional

Maxime Thibon

Conseiller scientifique et technique, Secrétariat exécutif de l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS)

Le Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS) est partagé par l'Algérie, la Libye et la Tunisie. Il est la ressource en eau principale pour l'eau potable et l'agriculture des territoires, ce qui lui confère une forte importance socio-économique. En cinq décennies, l'exploitation des eaux du SASS a quadruplé en faisant basculer le système dans un état de surexploitation critique depuis les années 1980 passant de prélèvements de 0,6 milliards de m³/an au début des années 1970 à 2,7 milliards de m³/an alors que la recharge du système est estimée à 1 milliard de m³/an. Cette dynamique de surexploitation est clairement avérée d'un point de vue qualitatif et quantitatif notamment par le tarissement de plusieurs sources, la réduction de l'artésianisme, phénomène naturel de jaillissement d'eau souterraine à la surface du sol, mais aussi par la dégradation de la qualité des eaux par salinisation.

Le changement climatique fait partie d'un ensemble de facteurs, qui commandent et aggravent cette situation d'augmentation des volumes d'eau d'irrigation par hectare. Mais même si les populations vivent dans ces conditions d'aridité depuis longtemps et disposent d'un fort potentiel d'expériences et de bonnes pratiques pour s'adapter à ces conditions, la conjonction des impacts quantitatifs et qualitatifs produit des effets socioéconomiques pouvant conduire à l'abandon de l'agriculture saharienne. L'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) mène, depuis plus de 15, ans avec l'Algérie, la Libye et la Tunisie des d'études pour une meilleure connaissance hydraulique et une meilleure gestion des agrosystèmes. Face à la croissance des besoins, le thème de la valorisation de l'eau a été le fil conducteur de sa dernière étude sur le SASS (2009-2015).

Déclinée en deux composantes socioéconomique et technique, elle a consisté en une analyse du fonctionnement des exploitations et du comportement de l'irriguant par le biais d'enquêtes auprès de 3 000 exploitants agricoles et en la mise en place de pilotes de démonstration où ont été testés différents paquets technologiques adaptés aux contextes et enjeux sociaux et environnementaux.

Six pilotes de démonstration représentant quatre problématiques principales de l'agriculture saharienne (pénurie d'eau, salinisation des eaux, inefficience de l'irrigation et dégradation de la qualité des sols) ont ainsi été sélectionnés, en collaboration avec les pays et les institutions en charge de la gestion de l'eau dans les trois pays : l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) en Algérie, La General Water Authority (GWA) en Libye et la Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE) en Tunisie.

Approche de la mise en œuvre des pilotes

Les pilotes ont été choisis et conçus comme des modèles de mise en œuvre de ces solutions, intégrées aux contextes socio-économiques locaux. C'est donc via une approche participative intégrant l'ensemble des acteurs et mettant l'exploitant agricole au cœur de la démarche que les opérations sur les pilotes ont été planifiées et développées.

Plusieurs étapes ont été définies pour chacun des pilotes. Tout d'abord, il existait des prérequis concernant chaque intervention sur les pilotes :

- rentabilité économique des innovations techniques de gestion et d'exploitation des ressources en eau et en sol ;
- acceptation et appropriation de ces innovations par les populations locales ;
- préservation des ressources naturelles dont notamment l'aquifère mobilisé et le sol irrigué contre toute forme de dégradation ;
- prise en compte des droits et des obligations de chaque partie à travers un mécanisme de concertation et de règlement des litiges ;
- participation de toutes les parties à toutes les étapes : depuis la conception des objectifs d'un pilote jusqu'à l'élaboration du plan d'action de sa mise en œuvre, la concrétisation du plan et le suivi-évaluation de ses résultats.

Ensuite, l'élaboration d'un plan d'action structuré autour de 4 types d'activités a été nécessaire :

- institutionnelle avec la mobilisation des acteurs locaux (organisations paysannes, ONG, administration, autorités locales) et l'identification des rôles et obligations des partenaires concernés, notamment l'Etat et l'exploitant agricole dans les activités ;
- technique pour l'amélioration des performances agricoles et environnementales ;
- suivi-évaluation avec la mise en place d'une instance locale chargée de suivre et d'évaluer la mise en œuvre des pilotes et de ces résultats ;
- diffusion et vulgarisation des résultats à l'échelle locale, nationale et régionale sous divers types de supports.

Cette approche participative et collaborative a permis de restituer à la communauté locale des exploitants son autonomie de gestion de la ressource eau, mais lui a imposé en retour des obligations de valorisation optimale de cette dernière et la préservation de sa qualité. Dépendant de contraintes logistiques et sécuritaires, cette approche, testée sur les 6 pilotes, a eu des résultats différents. Néanmoins, elle a permis d'affirmer qu'il était possible d'adopter de manière concertée de nouveaux modes de gestion pour l'agriculture irriguée. Les exemples des pilotes, développés à Reggane en Algérie et à Médenine en Tunisie, permettent d'illustrer la diversité des contextes et des solutions abordées lors de l'étude.

Oasis de Ksar Aït Messaoud (Reggane), Région d'Adrar, Algérie

Cette oasis fait partie du système oasien de la Grande Zone du Touat-Gourara Tidikelt, totalement désertique avec un déficit hydrique actuel supérieur à 3 000 mm/an et où l'agriculture pluviale est impossible. Grâce à une multitude d'exutoires naturels de la nappe affleurante, les oasis de la région ont pu se développer. Les agriculteurs ont aussi mis en place des systèmes d'irrigation basés sur des foggaras, système de galeries souterraines sub-horizontales recoupant le niveau statique d'une nappe d'eau, permettant un approvisionnement par gravité en eau domestique et pour l'irrigation de certaines oasis.

D'une superficie totale de l'ordre de 240 ha, l'oasis de Ksar Aït Messaoud est divisée en une oasis irriguée avec les eaux de trois foggaras et en une extension de 120 ha. Le pilote, d'un hectare environ, est installé sur seulement quelques parcelles de cette extension d'un hectare. Sous l'impact de l'extension des superficies irriguées, du manque de maintenance des galeries des foggaras et de la surexploitation de l'aquifère par des forages profonds, le débit des foggaras n'a pas cessé de diminuer au fil des années. Le débit de celles alimentant le pilote passant d'un débit initial de 5 litres par seconde (l/s) à désormais environ 1 l/s.

Traditionnellement réalisée à travers des associations locales, la gestion de l'eau n'est donc plus possible dans un cadre communautaire, que ce soit pour sa répartition, la pérennité du système et la résolution des conflits d'usage. La création de puits et de pompes individuels en périphérie des oasis n'ont fait qu'accélérer la surexploitation de la nappe et le tarissement de l'oasis dont la superficie irriguée s'est réduite (20% de la superficie initiale) avec de nombreux cas d'abandon total ou partiel de l'irrigation.

Suivant les principes de l'approche participative, il a été proposé d'envisager la restauration du système oasien en restaurant le débit initial de la foggara par pompage solaire en amont de l'oasis via l'acquisition et la mise en service d'une station de pompage solaire et en réhabilitant durablement le système de production agricole oasien par le recours à des techniques agricoles éprouvées (irrigation localisée appropriée, fertilisation et lutte phytosanitaire raisonnées) avec un mode réservé aux palmiers commandé par des micro-vannes et un mode de goutte-à-goutte pour les cultures annuelles (légumes, céréales et fourrages) dans l'espace intercalaire de la palmeraie)

Résultats du pilote

Concernant la superficie cultivée, l'introduction de l'irrigation localisée a permis, grâce à l'économie d'eau réalisée, d'étendre la superficie cultivée sur tout l'espace intercalaire entre les lignes de palmier. La superficie totale des parcelles des cinq exploitants du pilote est d'à peine un hectare. Les cultures intercalaires y occupent 0,8 ha soit 80 % de la superficie totale des parcelles. Cela a permis d'atteindre un taux d'intensification proche de 100 %.

Concernant le rendement, une partie non négligeable des productions était autoconsommée, offerte ou conservée, sans être comptabilisée par l'exploitant : il est seulement possible d'obtenir une estimation des rendements sur la base des productions commercialisées. Pour certaines de ces cultures, comme la pomme de terre (moyenne de 90 quintaux par hectare (q/ha)) et la courgette (moyenne de 85 q/ha), les rendements obtenus atteignent le double de ceux connus par les exploitants en dehors des parcelles du pilote. Ces rendements moyens sont évidemment faibles par rapport aux moyennes nationales réalisées dans d'autres contextes édaphiques et climatiques, mais ils sont nettement supérieurs aux rendements obtenus traditionnellement dans les oasis.

Concernant l'appropriation des résultats, le passage de l'irrigation gravitaire à une irrigation localisée, se traduisant par une augmentation significative des productions et leur étalement, a progressivement permis l'intégration du concept d'économie d'eau et de valorisation optimale de l'eau auprès des exploitants. De plus, la réussite de l'introduction de techniques appropriées d'intensification des cultures a déclenché une nouvelle dynamique sociale en matière de gestion communautaire de l'oasis et a permis l'adoption par de nouveaux agriculteurs de l'oasis de ces techniques dans les cultures intercalaires.

Une forte demande sociale pour l'extension du projet à l'ensemble de l'oasis s'est aussi manifestée avec un souhait d'encadrement de proximité. Ayant intégré le concept d'économie de l'eau, les exploitants sont désormais demandeurs d'expertise pour résoudre les contraintes liées à l'intensification de leur système de culture. La satisfaction de la demande en eau devrait être possible pour les prochaines saisons agricoles avec la mise en service, au printemps 2016, de la station pompage solaire et le rétablissement du débit initial de la foggara, avec l'appui technique et financier de la Wilaya d'Adrar, partie prenante local de cette opération.

Figure 1

Espaces intercalaire dans des parcelles du site pilote algérien sur l'Oasis Ksar Ait Messaoud, Willaha d'Adrar à différents stade d'évolution

Inoccupé faute d'eau avant projet (2009)



En culture après installation des dispositifs d'irrigation localisée (2012)



Pilote Smar- Médénine Plaine de la Jeffara Tunisie

Le pilote est situé dans la plaine de la Jeffara de Tunisie. Cette plaine est rattachée au gouvernorat de Médénine. La région connaît un bilan hydrique climatique annuel négatif, les précipitations annuelles (de l'ordre de 150-200 mm/an) étant largement inférieures à l'évapotranspiration potentielle (supérieure à 1600 mm/an). Tous les bilans hydriques mensuels sont également déficitaires, ce qui rend l'agriculture pluviale inappropriée et exposée à de hauts risques de déficit hydrique. Elle est donc peu ou non productive.

Les ressources en eau souterraines sont limitées à la nappe superficielle et leur qualité est médiocre à mauvaise (salinité totale de 2 à 7 grammes/litre (g/l), avec une moyenne de 4-5 g/l) pour tous les usages. Les meilleures terres du Gouvernorat de Médénine ont été mises en valeur par une culture de l'olivier, occupant désormais 200 000 ha avec plus de 4 millions d'oliviers. Mais cette oléiculture est, dans sa majorité, peu productive et confrontée à de multiples contraintes liées à la variabilité et au changement climatique (pluviométrie insuffisante, aridité croissante, épisodes de sécheresse,) qui menacent sa durabilité et donc les possibilités d'expansions.

Pour améliorer leurs conditions de vie, les exploitants agricoles se sont orientés vers une irrigation à l'eau saumâtre de cultures maraîchères, céréalières et fourragères, sur de très petites surfaces dans les interlignes des oliveraies. Ce type d'irrigation est pratiqué durant la saison sèche et chaude avec des cultures très consommatrices d'eau (pastèque, tomate, sorgho à grain). En outre, cette irrigation apporte des quantités notables de sels qui s'accumulent dans la couche superficielle des sols. Le système de production agricole oléicole et l'irrigation qui s'y développe sont également de plus en plus menacés d'abandon par la nouvelle génération des exploitants, faute de rentabilité économique.

L'approche de travail sur le pilote a consisté à envisager que le dessalement des eaux saumâtres pour l'irrigation du système de culture permettrait à la fois d'améliorer les performances de l'agriculture irriguée, de rentabiliser les investissements nécessaires, et de maîtriser les impacts environnementaux négatifs qui pourraient en découler ainsi que d'améliorer le revenu de l'exploitant.

Le plan d'action sur le pilote, outre ses dimensions institutionnelles, techniques, de suivi et de diffusion, a souligné de nouveaux principes directeurs :

- Bannissement de l'irrigation de cultures annuelles durant les quatre mois les plus chauds, (de juin à septembre), pour minimiser la consommation d'eau et éviter les cultures à faible valeur ajoutée ;
- Étalement de la période des cultures herbacées sur les huit mois restants, pendant la saison fraîche, sous serre, sous tunnel et en plein champ ;
- Détermination des espèces et superficies des cultures sur la base des besoins hydriques, du cycle végétatif et du bilan hydrique général du pilote ;
- Mélange de l'eau dessalée à l'eau saumâtre du puit pour obtenir deux qualités d'eau pour l'irrigation des cultures selon leur tolérance à la salinité (1 g/l pour les cultures maraîchères et 1,5 g/l pour l'olivier et la luzerne) ;
- Tenue d'une comptabilité rigoureuse des dépenses et des recettes, ainsi que des produits autoconsommés par le ménage de l'exploitant.

La production initiale moyenne du pilote était variable et réduite en moyenne à 50-200 kg d'olives/an et à quelques dizaines d'unités fourragères à partir des mauvaises herbes (l'équivalent de 100 kg d'orge) broutées par le petit cheptel ovin familial.

Résultats du pilote

Les résultats techniques et économiques du pilote ont largement dépassé les objectifs attendus, compte tenu du coût élevé du dessalement. Les recettes totales de la première saison agricole, avec la mise en culture de tomates, de pommes de terre, de concombre et de salade en plus de la luzerne et de l'olive ont été de l'ordre de 23 000 dinars tunisiens (DT), ce qui s'avère très encourageant en première analyse.

La marge brute a donc atteint 7761 DT pour toute la superficie du pilote, ce qui correspond à 6467 DT/ha (soit environ 4042 US \$/ha. Les dépenses principales étaient liées à la main d'œuvre, avec donc de la création d'emplois à l'échelle locale et à la maintenance et l'amortissement de la station. Comparée à celles dégagées par l'oléiculture pluviale (150/ha en moyenne) et par le système de culture irriguée familial à base de maraîchage et sorgho d'été (800 DT/ha), elle dénote une très grande amélioration de la valorisation économique de l'eau d'irrigation.

Les résultats de la seconde saison agricole ont confirmé les grandes performances réalisées au cours de la 1^{re} saison agricole (avec l'installation de deux nouvelles serres et une légère extension de la superficie cultivée (1,38 ha au lieu de 1,2 ha) avec des recettes totales de 36 000 DT et une marge brute de 13 500DT (9800DT/ha). Cette marge brute est quarante fois plus importante que celle du système oléicole pluvial et plus de sept fois celle obtenue par le système irrigué traditionnel.

Il est aussi important de noter l'impact positif de ces cultures intercalaires pour l'olivieraie en termes de développement et de rentabilité des investissements. Malgré le fait que ces performances n'aient été réalisées que sur une superficie moindre et avec un accompagnement technique régulier, la présentation des résultats lors de divers ateliers et comités de pilotages a suscité un grand intérêt pour sa réplication chez d'autres exploitants, que ce soit au niveau local (avec prise en charge privée des frais d'installation de la station) ou dans les autres pays.

Conclusion

Les approches et opérations menées dans l'ensemble des pilotes ont été considérées comme très prometteuses et susceptibles d'ouvrir des perspectives nouvelles par rapport à l'avenir de l'agriculture dans la zone du SASS.

Leur succès encourage leur réplication sur des zones de production à plus grande échelle, en intégrant toutes les dimensions techniques, économiques, commerciales environnementales et sociales. Les résultats obtenus pourront alors être utilement intégrés dans les politiques nationales. Ceci est l'objet d'une nouvelle phase de travail qui devrait commencer en 2017.

Bibliographie / Pour plus d'information

- Observatoire du Sahara et du Sahel (2015), *Pour une meilleure valorisation de l'eau d'irrigation dans le bassin du SASS ; Diagnostic et recommandations*, Tunis.
- Observatoire du Sahara et du Sahel (2014), *Pilotes de démonstration agricole dans le bassin du SASS – Vers une agriculture durable et rentable au Sahara*, Tunis.
- Observatoire du Sahara et du Sahel (2014), *Aspects socio économiques de l'irrigation dans le bassin du SASS – pour une meilleure valorisation de l'eau pour une gestion durable du bassin*, Tunis.
- www.sass.oss-online.org



Climatic changes and their impact on crop water productivity under limited water resources in Egypt

Dr. Samia El-Marsafawy

Chief Researcher (Professor), Soil, Water and Environment Research Institute (SWERI), Agricultural Research Center (ARC), Egypt

Egypt generally has a hot desert climate. The climate is generally dry in most of the country except on the northern Mediterranean coast which receives more rainfall in winter. In addition to rarity of rain, extreme heat during summer months is also a general climate feature of Egypt although daytime temperatures are more moderated along the [northern coast of Egypt/northern coast].

Egypt's per capita water resources have dropped significantly in the last seven decades and could reach levels of absolute water scarcity by 2025, government statistics agency reports.

Egypt's annual water quota per capita has drastically declined by 60 percent in the last 66 years to reach 663 cubic metres, reported state-owned statistics agency CAPMAS (Central Agency for Public Mobilization and Statistics).

By 2025, an Egyptian's share in annual water will drop to 582 cubic meters as forecasted by CAPMAS. A level that approaches absolute water scarcity at 500 cubic meters according to the UN figures.

In 2012, the International Fund for Agricultural Development (IFAD) warned Egypt could face large-scale drought by the end of the century if it fails to make efficient use of its water. In addition, temperature fluctuations could prompt a 20 percent drop in rainfall. (Ahram Online, Wednesday 21 May 2014).

Water resources in Egypt

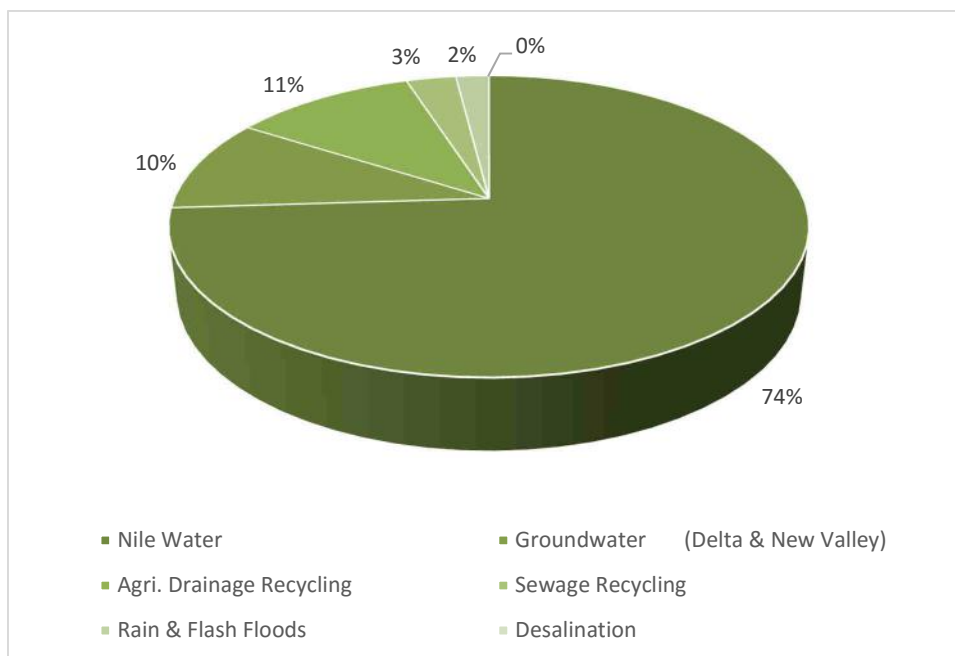
According to CAPMAS report (Abdel Aziz Bahgat, Director of Environment statistics section, CAPMAS, 2010) water resources in Egypt include Nile River, shallow ground water, deep ground water, flash floods, agriculture drainage reuse, sewage treatment and desalination.

Figure 1
Available water resources in Egypt

Resources	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008
Nile Water	55.5	55.5	55.5	55.5	55.5	55.5
Groundwater (Delta & New Valley)	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.5
Agri. Drainage Recycling	4.4	4.8	5.1	5.4	5.7	8
Sewage Recycling	1.2	1.4	1.6	1.8	2	2
Rain & Flash Floods	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Desalination	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06

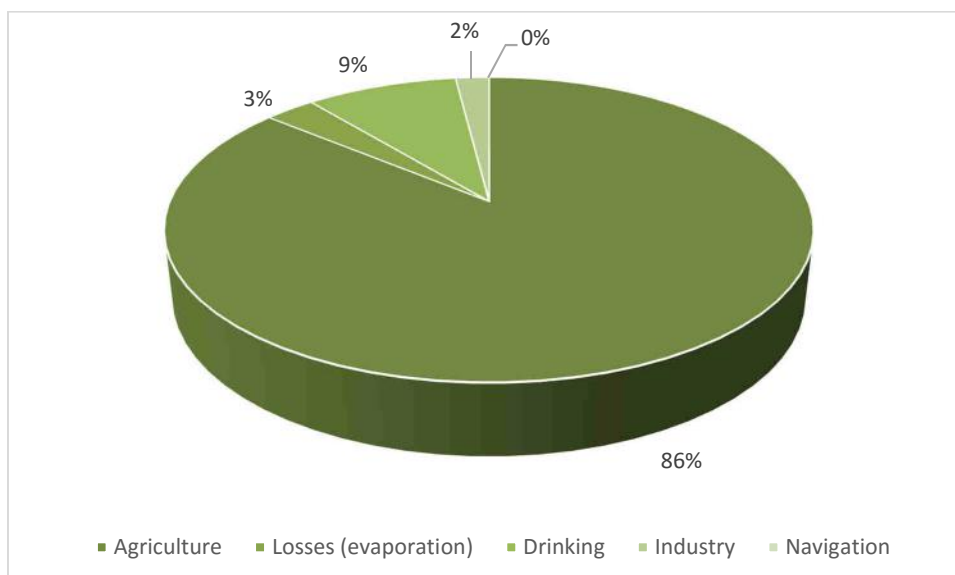
Source: Abdel Aziz Bahgat, 2010

Figure 2
Available water resources in Egypt (2007-2008)



Source: Abdel Aziz Bahgat, 2010

Figure 3
Water uses and losses in Egypt (2007-2008)



Source: Abdel Aziz Bahgat, 2010

The cropped area was 6.333 million ha in 2010, with an average cropping intensity of 175 percent. There are three growing seasons in Egypt: winter - from November to May; summer - from April/May to October; and "Nili" - from July/August to October. (FAO – Aquastat, Regional Report, year 2016).

Most crops are grown both in the Delta and the Valley, with the exception of rice (Delta mainly) and sugarcane (Valley). The main winter crops are wheat and clover or berseem (*Trifolium alexandrinum*). Berseem is grown either over 3 months with 2 cuts as a soil improver (short berseem), usually preceding cotton, or over 6-7 months, either with 4-5 cuts as a fodder crop or grazed by tethered cattle (long berseem). Minor winter crops are, amongst others, pulses, barley and sugar beet. The main summer crops are maize, rice and cotton, the latter being the most important Egyptian export crop.

Yields of most major crops have significantly increased within the 1980-2007 period: wheat yields have doubled from 3.24 tons/ ha in 1980 to 6.48 tons/ ha in 2007, rice yields increased by almost 70 percent from 5.86 tons/ ha in 1980 to 9.79 tons/ ha in 2007 being among the highest in the world, sugarcane and sugar beets yields increased respectively by over 40 percent and 80 percent reaching 121 tons/ ha and 52 tons/ha in 2007. Only clover and cotton have not seen their productivity increased as much, with only 17 percent increase for clover reaching 71 tons/ ha in 2007 while cotton yield remain stable at 2.6 tons/ ha (ARE, 2009).

Irrigated crops in Egypt do not only contribute to food security but also to the GDP, in particular with cotton and some 5 percent of the horticultural production, and to the preservation of the environment. Indeed, rice production is critical to prevent salt-water intrusion and maintain soil quality in the Northern Delta. In addition, the cotton industry is also a huge employer for rural population with the sector employing over one million people during most of the year and the textile industry half a million (MWRI, 2005).

Agriculture, even though contributing only 14.5 percent to GDP compared to 30 percent in the 1960s, is still a major economic activity in Egypt, as it plays an important role for many people as sustenance farming. Nearly all agriculture depends on irrigation water (MWRI, 2005). In 2010, the total irrigated area covers 98 percent of the cultivated area.

Even the small, more humid area along the Mediterranean coast requires water harvesting or supplementary irrigation to produce reasonable yields. Since 1992, farmers can select the crops they grow; previously the government selected the cropping patterns (Gersfelt, 2007). Smallholdings characterize Egyptian agriculture, with about 50 percent of holdings having an area less than 0.42 ha (1feddan). Urbanization represents a serious threat to agriculture in Egypt. It is prohibited by law to construct any buildings on farmland without a licence from the Ministry of Agriculture and Land Reclamation, and violators are prosecuted and face serious penalties.

Agricultural policies also include some elements of water management. The 1980s Agricultural Development Strategy intended to fight salinization and improve irrigation in the newly reclaimed areas. The 1990s strategy aimed to improve water return and efficiency through improved irrigation techniques. The Sustainable Agricultural Development Strategy towards 2030 focuses on decentralization of water management through Water Users Associations (WUAs), irrigation operation and maintenance (O&M) cost recovery, and decrease of rice and sugarcane areas, which are crops consuming a large amount of water per ha (ARE, 2009). Its objective is to achieve a comprehensive economic and social development based on a dynamic agricultural sector capable of sustained and rapid growth while paying a special attention to vulnerable social groups and reducing rural poverty. (FAO – Aquastat, Regional Report, year 2016).

Climate change impacts on crop productivity, irrigation requirements and crop water productivity in Egypt

Climate change will put additional pressure on already limited natural resources, namely water and arable land, while rapid urbanization and population growth will impair the prospects for sustainable resource management.

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) listed the Nile Delta as one of the area's most vulnerable to climate change globally. Climate change will affect Egypt mainly in three ways: temperature rise, sea level rise and decreased water availability. These impacts will have an adverse effect on existing environmental and natural-resource stresses faced by Egypt, namely pressures on irrigable land for food production and for human habitation along the Nile Delta. (Egypt Country Risk Brief-IPCC 2015.pdf).

The potential impact of climate change on some main strategic crops in Egypt was studied through the last three decades. Based on the mentioned previous simulation studies, climate change could decrease national production of many crops and increase in irrigation requirements. Yield of cotton would be increased in comparison with current climate conditions [see more details in Egypt's National Strategy for Adaptation (2011); El-Ramady et al (2013)]. As a result of reduced crop production and increased water needs the crop water productivity will decline accordingly.

On the other hand, we must note that the cotton crop is the only crop that will record an increase in crop water productivity due to increased productivity under climate change conditions.

Soil water balance has response to climate change and evaluation of soil water change is one of the most important items of climate change impact assessment. A change in temperature, for example, will affect conservation differently if that change primarily affects minimum, maximum, or mean temperature. A change in a climatic variable also may differ seasonally or geographically. The interaction between and among climatic variables and conservation outcomes is dynamic and often nonlinear. Climatic variables interact to magnify or dampen conservation effects. Likewise, conservation effects feed back into the system and modify the influence of climatic variables. Those interactions could have profound effects on soil, water, and related natural resources. Water budgets, stream flow, and frequency and severity of floods and droughts may be altered. Biotic communities, plant growth and development, and land use patterns may shift. Those changes, in turn, may have important implications for soil, water, and air quality, as well as fish and wildlife habitat. As the main constituent of terrestrial ecosystem, the functions and processes of soil changes in response to global climate change. Soil water reserve is one of the main sources of water that can be utilized by vegetation. The potential change of soil water induced by climate change may cause great change to ecological environment and agricultural production.

Globally, climate change affects average temperatures and temperature extremes; timing and geographical patterns of precipitation; snowmelt, runoff, evaporation, and soil moisture; the frequency of disturbances such as drought, insect and disease outbreaks, severe storms and forest fires; atmospheric composition and air quality; and patterns of human settlement and land use change. Ecosystems and their services (land and water resources, agriculture, biodiversity) experience a wide range of stresses, including pests and pathogens, invasive species, air pollution, extreme events, wild fires and floods. Climate change can cause or exacerbate direct stress through high temperatures, reduced water availability, and altered frequency of extreme events and severe storms.

Understanding climate impacts on each of these sectors requires monitoring many aspects of climate and a wide range of biological and physical responses. Therefore, it could be concluded that a changing climate has effects on soil and water resources in many ways. That means, climate change will affect soil and water conservation through multiple pathways because many climatic variables have important effects on conservation outcomes. Those variables include precipitation, temperature, wind, solar radiation, and atmospheric carbon dioxide, among others. (El-Ramady et al. 2013)

Maximizing crop water productivity under current and climate change conditions

According to FAO reports, water productivity means growing more food or gaining more benefits with less water. To feed a growing and wealthier population with more diversified diets will require more water for agriculture on an average annual basis. There is considerable scope for improving physical water productivity, but not everywhere. Increasing water productivity, especially the value produced per unit of water, can be an important pathway for poverty reduction in water productivity.

The adoption of techniques to improve water productivity requires an enabling policy and institutional environment that aligns the incentives of producers, resource managers, and society and provides a mechanism for dealing with tradeoffs. An assessment of the potential for reducing water needs and increasing production and values requires an understanding of basic biological and hydrological crop-water relations. Answering the question of how much more water will be needed for agriculture requires understanding the connections among water, food, and diets. The amount of water that we consume when eating food depends on diet and on the water productivity of the agriculture production system.

Figure 4

Crop productivity (ton/ha) for some main crops in Egypt under current (data 2013) and climate change conditions.

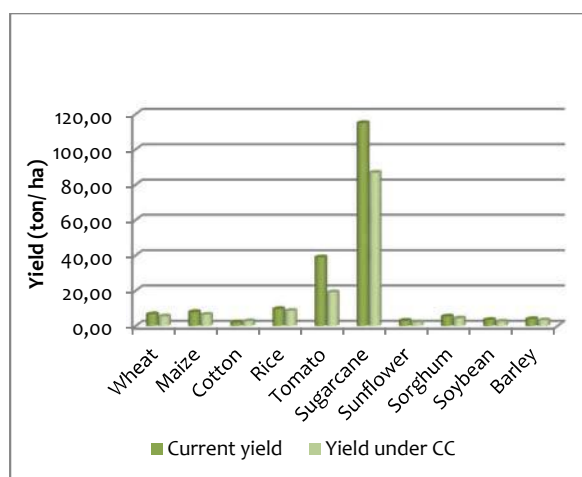


Figure 6

Crop water productivity (CWP) for some main crops in Egypt under current (data 2013) and climate change conditions.

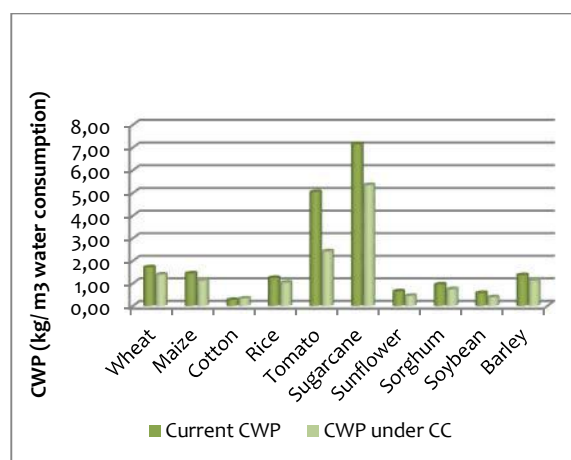


Figure 5

Irrigation requirements (IR) for some main crops in Egypt under current (data 2013) and climate change conditions.

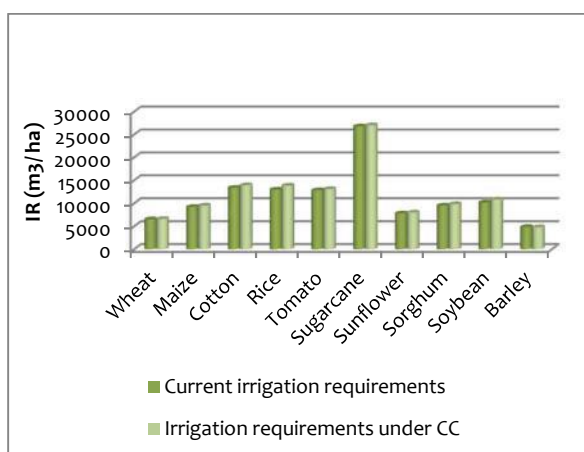


Figure 7

Change percent in crop water productivity (CWP) for some main crops in Egypt under climate change conditions.

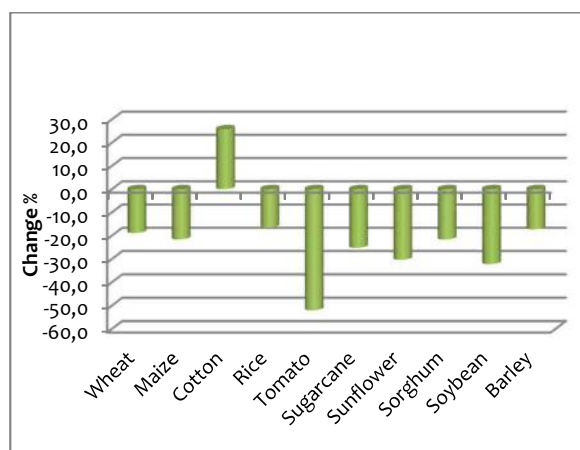


Figure 8
Average crop water productivity (CWP) under different crop patterns in the Nile Delta region

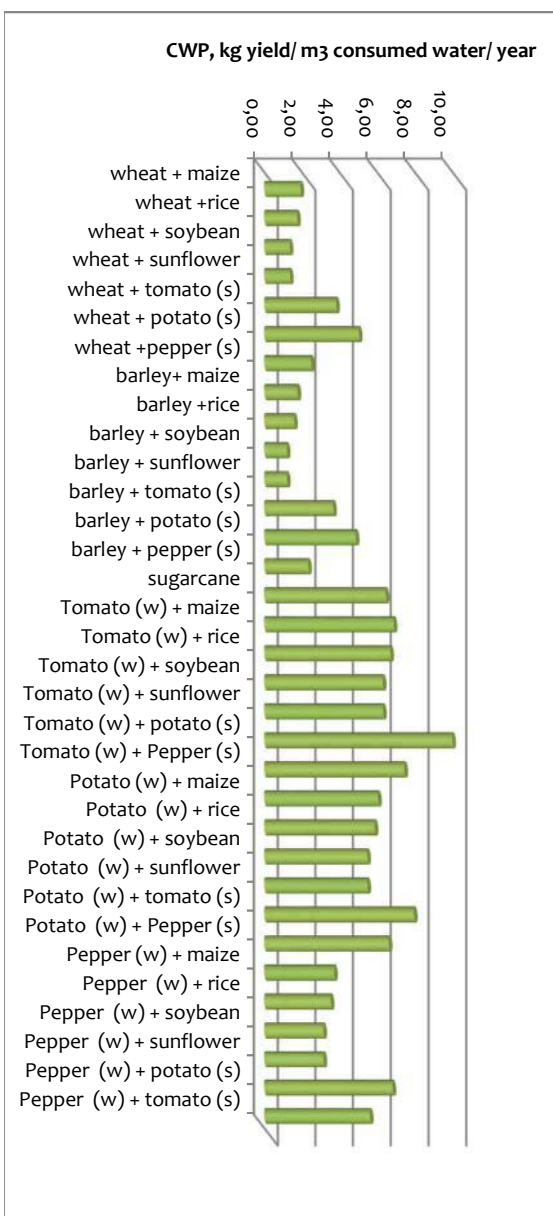


Figure 9
Average crop water productivity (CWP) under different crop patterns in Middle Egypt

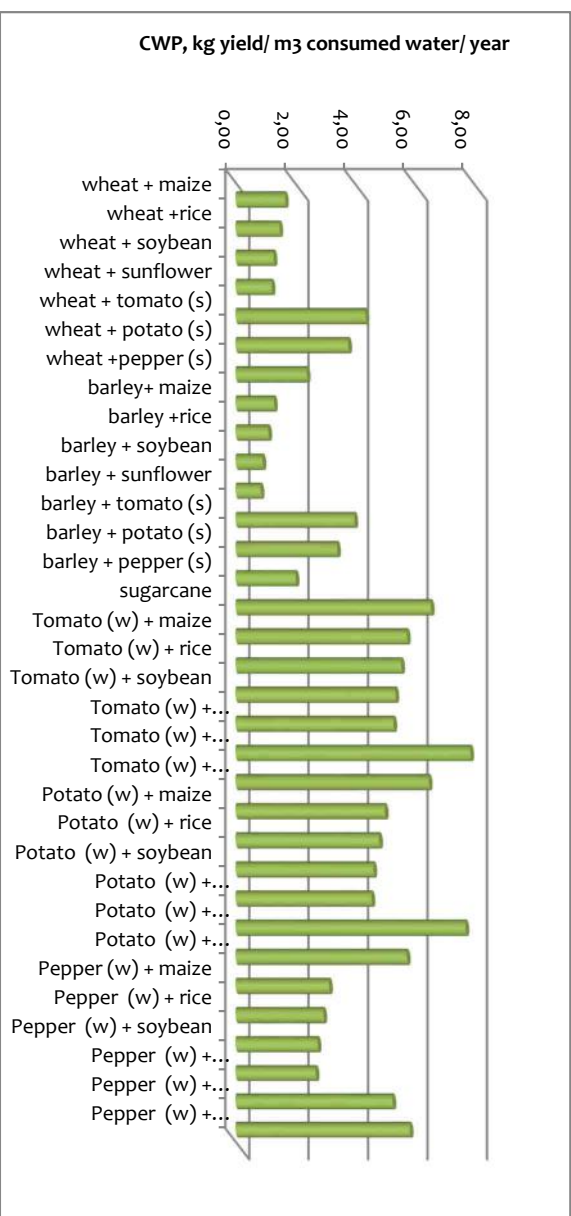
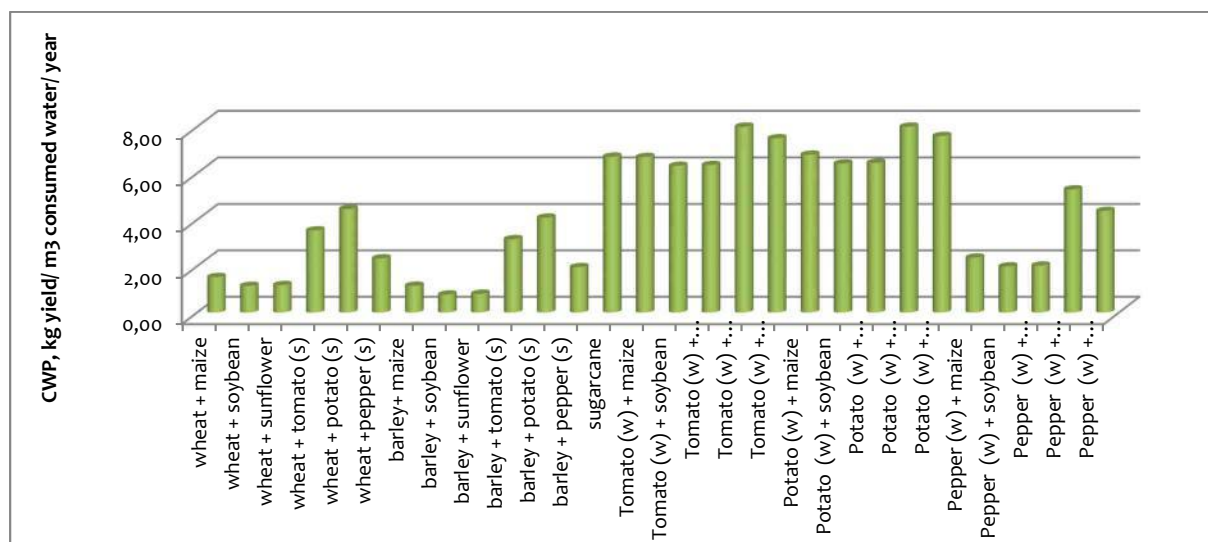


Figure 10
Average crop water productivity (CWP) under different crop patterns in Upper Egypt



In this regard, Agricultural Research Center has many experts in the field of application of good agricultural practices that would increase crop water productivity, some of these practices are:

Modification of cropping pattern

To determine the optimum cropping pattern which achieves the highest return from water unit, 33 scenarios were examined under different climatic zones in Egypt (Delta region - Middle Egypt - Upper Egypt). The results indicated that crop water productivity (kg/ m³ consumed water) can range from 1.21 to 9.99 in Delta, 0.85 to 7.91 in Middle Egypt and 0.78 to 9.63 in upper Egypt. For example, in the Delta region higher productivity of water unit (9.99 kg/ m³ / year) has verified the application of winter tomato followed by summer potato, however, the lowest scenario was registered for barley + soybean (1.21 kg/ m³ / year), El-Marsafawy et al. (2013). See more details in the three figures below.

Raised seed bed technique

According to Swelem et al., 2015, raised bed is used in developed countries as an improved system of crop productivity. The system was originally developed in Mexico's Yaqui Valley; where above 90 % of farmers have adopted the practice. It is broadly used in wheat growing areas in Mexico during the last decade (Meisner et al., 1992).

Abouenein et al. (2010) indicated that Egypt is facing many challenges in agricultural sector (scarcity of land and water resources; competitions between clover, the main forage crops, and wheat on available land, since both crops are planted during the winter season; rapid increase in livestock numbers due to the high demand of animal products), there are many opportunities available to fulfill the feed gap in a sustainable manner. The irrigation benchmark project introduced better alternative, known as simple water saving cost-effective technology for growing berseem on raised-seed bed (wide spaced furrow irrigation) instead of growing in flat basin in Egypt. The field has broader 'crop strips' and fewer water running. Over irrigation is automatically reduced because there are limited water running; but there are several other advantages as well, which is reflected on improving water productivity.

Wide-Spaced furrow irrigation, with its lesser water input per irrigation, has been shown to maintain crop yield and to reduce pumping costs (Stone et al., 1982, 1985). The authors added that results of growing berseem on raised seed bed indicated that the increase in green (fresh) yield ranged from 20 to 26 % being 34 to 38.3 t/ ha and the increase in dry yield ranged from 23 to 28 %, being 5.2 to 7.94 t/ ha as compared to farmer practice (flat method). This may be attributed to the increase in tiller number per plant (28 %) and the number of survived plant (more than 16 %). Hence, growing berseem on raised seed bed considered successful tool to save water which amounted to be 104 mm, being 18 %.

In the same direction, Swelem et al. 2015 clearly show that the raised bed systems are most profitable due to saving labour, time, water and energy costs and production costs. Using raised bed at width of 120 or 100 cm with 180 kg N ha⁻¹ gave the highest significant averages of wheat grain yield and its components as well as nutrients uptake and grain protein content, also substantial water saving (15 %) over the raised beds at width of 75 cm with low N level treatments. Thus, in warmer areas where water resources are often limited and nutrient uptake and efficiencies are low, the use of raised beds with optimal nitrogen fertilizer level would be a distinct advantage.

Dry sowing method

Other tool could save irrigation water, increase yield and crop water productivity is using dry sowing method for berseem. This method can save irrigation water about 1000 m³ / ha. To calculate the benefit of this good agricultural practice on the national level we will find that :Egypt's agricultural area of clover according to statistics 2013 about 737,609 ha, so, the amount of water can be saved from this total area will reach 737,609,000 m³. This volume of water is sufficient to irrigate wheat area about 112,733 ha.

Optimum sowing date

Under climate change conditions, the results of studies conducted through the past three decades indicated that: change sowing date and identify the optimum date through adaptation strategies can make up the shortfall caused by the adverse impact of climate change on crop productivity or at least reduce the negative impact.

Precision land leveling

Allam et al. 2005 revealed that the main objectives of land levelling can be listed as follows:

- To achieve water application uniformity in the field to avoid having parts of water logging and parts of water stress. Uniformity of water application will thus contribute to increased crop production.
- Water losses could be minimized through reducing farm water run-off.

In Egypt, land levelling, particularly Laser levelling is practiced on a large scale in either by the governmental, public and/or private sector. The very pronounced example is that followed in the sugarcane fields where the government is subsidizing the laser levelling in these fields by about 50% of its cost. Another type of this land levelling is that implemented in rice cultivation areas, where this levelling is done under water by a wooden beam using animal traction. This is to minimize the water infiltration and losses by percolation through the soil profile.

In the same direction, El-Ramady et al. 2013 indicated that precision land leveling using laser assisted land leveler equipped with drag scrapper is a process of smoothening the land surface within ± 2 cm of its average micro-elevation. It is contemplated that laser levelers may play a significant role in improving resource use efficiency under surface irrigated systems. Improvement in operational efficiency (Rajput et al. 2004), weed control efficiency (Jat et al. 2004), water use efficiency (Jat et al. 2009), nutrient use efficiency (Choudhary et al. 2000), crop productivity and economic returns (Rickman, 2002), and environmental benefits (Jat et al. 2006) been reported as a result of precision land leveling when compared to traditional practice of land leveling. Significant increase in water use efficiency (WUE) on laser level fields has been reported by several researchers under different soil and climatic conditions (Jat et al. 2011).

El-Ramady et al. 2013 added that irrigation application efficiency (%) increased from 66 % (for control) to 75.4 % for cut off 75 % of stream irrigation and land leveling with 0.01 % slope. Thus, about 30.8 % from the applied water for irrigation is saved by the previous treatment.

Surge flow irrigation technique

Surge irrigation is defined as the intermittent application of water to furrow or borders..... creating a series of on and off modes of constant and variable time spans, Bishop et al. 1981. Abdel-Maksoud et al. 1999 reported that surge irrigation resulted in reduction in quantities of water applied to wheat and maize plots. The reduction under surged-wheat plots was insignificant and reached about 14.5 %, while, it was significant under maize crop and amounted to 18.6 % less than continuous irrigated plots. The authors added that, grain yields for both wheat and maize crops were significantly increased under surge irrigation more than continuous one and the relative increases amounted to 7.00 and 7.87 %, respectively.

Osman et al. 1999 illustrated that surge flow irrigation technique and irrigation every 14 days are considered a suitable practices to optimize water use and increase the surface irrigation efficiency in calcareous soil. The best treatment surge flow (5 min. on and 15 min. off) reduces water requirement of corn by about 39.25 % (2713 m³/ hectare) compared with conventioned continuous irrigation for irrigated every 14 days. The average increments of the two seasons in grain yield were about 11.4 %. The surge flow irrigation system can be used efficiently in calcareous soil by using conventional or concrete channels with siphon tubes or automatic gate pipes for distributing irrigation water.

In addition, there are many other good agricultural practices that have been drawn from researches conducted at the agricultural research center. Some of these practices are already implemented by farmers.

- Breeding new varieties that can tolerance to drought, salinity and high temperature
- Breeding of new varieties short growth season to reduce water needs.
- Alternate furrow irrigation
- Improve both the technical water application efficiency and the agronomic water use efficiency
- Modern methods of irrigation (sprinkler and drip)
- Lining irrigation canals
- Use anti-transpiration
- Scheduling of irrigation for different crops using the evaporation pan method (accumulative evaporation)
- Scheduling of irrigation through the computer software programs
- Reduce the area of crops that consume large amounts of water or at least not increase agricultural area of these crops (such as rice and sugarcane).
- Rapid response and address the fundamental problems of agricultural land degradation and low productivity
- Promote the use of agricultural equipment and machinery.
- More efficient use of groundwater in agricultural uses
- Supplementary irrigation and improvement of rain harvesting techniques
- Use compost or mulch where it increases water retention capability of soil
- Establishment of Water Users Associations (WUA's)
- Night irrigation
- Weather forecasting and early warning systems
- Supporting scientific and applied research and technology transfer
- Raise water awareness at all levels

Conclusion

Currently, about 86% of water in Egypt is used in agricultural sector. With expected population increase, water share for capita will decrease. This would mean less food to feed the growing population. Irrigated crops in Egypt do not only contribute to food security but also to the GDP. In 2010, the total irrigated area covers 98 percent of the cultivated area. Even the small, more humid area along the Mediterranean coast requires water harvesting or supplementary irrigation to produce reasonable yields. Climate change will put additional pressure on already limited natural resources, namely water and arable land, while rapid urbanisation and population growth will impair the prospects for sustainable resource management.

Agricultural policies include some elements of water management. The 1980s Agricultural Development Strategy intended to fight salinization and improve irrigation in the newly reclaimed areas. The 1990s strategy aimed to improve water return and efficiency through improved irrigation techniques. The Sustainable Agricultural Development Strategy towards 2030 focuses on decentralization of water management through Water Users Associations, irrigation operation and maintenance cost recovery, and decrease of rice and sugarcane areas, which are crops consuming a large amount of water per ha. Its objective is to achieve a comprehensive economic and social development based on a dynamic agricultural sector capable of sustained and rapid growth while paying a special attention to vulnerable social groups and reducing rural poverty.

According to FAO reports, water productivity means growing more food or gaining more benefits with less water. Increasing water productivity, especially the value produced per unit of water, can be an important pathway for poverty reduction in water productivity. Agricultural Research Center has many experts in the field of application of good agricultural practices that would increase crop water productivity, some of these are: modification of cropping pattern, raised seed bed technique, dry sowing method, optimum sowing date, precision land leveling and surge flow irrigation technique. Some of these practices are already implemented by farmers.

Bibliography / More information

- Abdel Aziz Bahgat, 2010. Economic and social commission for Western Asia. UN regional meeting on environment statistic and accounts and evaluation of the ESIAP project. 7 – 9 April 2010, UN house, Beirut.
- Abdel-Maksoud, H. H.; Sanaa A Othman and A. N. Khater 1999. Combined effect of surge irrigation and N-forms on water and N-utilization for wheat and maize crops. Third Conference of On-Farm Irrigation and Agroclimatology. Egypt, January 25-27, 1999, Volume 1 No. 1.
- Abouenein, R.; T. Oweis; M. Sherif, F.A. Khalil; S. A. Abed El-Hafez and F. Karajeh. 2010. A new water saving and yield increase method for growing berseem on raised seed bed in Egypt. *Egypt. J. Appl. Sci.* 25(2A):26-41.
- Ahram Online, Wednesday 21 May 2014: <http://english.ahram.org.eg/NewsContent/3/12/101910/Business/Economy/Egypt-per-capita-water-share-falls-pct-in-years.aspx>
- Allam M.N., El Gamal F., Hesham M. Irrigation systems performance in Egypt. In : Lamaddalena N.(ed.), Lebdi F. (ed.), Todorovic M. (ed.), Bogliotti C. (ed.). Irrigation systems performance. Bari : CIHEAM, 2005. p. 85-98 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n° 52). <http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=5002250>
- ARE. 2009. Sustainable agricultural development strategy towards 2030. Arab Republic of Egypt.
- Bishop, A. A.; W. R. Walker; L. N. Allen and G. J. Poole 1981. Furrow advance rates under surge flow systems. *J. I. and D. Div, ASCE Proc. Paper 107 (IR)*: 257-265.
- Choudhary, M.A., M.A. Gill, A. Kahlowan and P.R. Hobbs, 2000. Evaluation of Resource Conservation Technologies in Rice-Wheat System of Pakistan. Proceedings of the Inter-national Workshop on Developing an Action Program for Farm Level Impact in Rice-Wheat System of Indo-Gangetic Plains, 25-27 September 2000, New Delhi, p. 148.
- Egypt Country Risk Brief-IPCC2015.pdf. Briefing Note No. 9. May 2015. Written By: Clémence Finaz, Research Associate with International Alert's Environment, Climate Change and Security Programme. https://www.newclimateforpeace.org/sites/default/files/G7%20Briefing%20Note%209%20-%20Egypt%20Country%20Risk%20Brief_o.pdf
- Egypt's National Strategy for Adaptation, 2011. Egypt's National Strategy for Adaptation to Climate Change and Disaster Risk Reduction. The Egyptian Cabinet. Information & Decision Support Center. December 2011.

- El- Marsafawy, Samia M. ; N. G. Ainer; M. H. Kotb and Manal M. El-Tantawy, 2013. Increasing crop water productivity by using the best scenarios of the cropping patterns under different agro-climatic zones. *J. Soil Sci. and Agric. Eng., Mansoura Univ.*, Vol. 4(1): 31-38.
- El-Ramady, H. R.; Amer, M. M. and Aiad M. A. 2013. Sustainable Water and Nutrient Management: Use of Land Leveling, Cut off Irrigation and N- Fertilizer in Wheat Production. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(3): 2232-2243, 2013
- El-Ramady H. R., Samia M. El-Marsafawy, and Lowell N. Lewis, 2013. Sustainable Agriculture and Climate Changes in Egypt. E. Lichtfouse (ed.), *Sustainable Agriculture Reviews*, Sustainable Agriculture Reviews 12, 41 DOI 10.1007/978-94-007-5961-9_2, © Springer Science+Business Media Dordrecht pp: 41 – 95. http://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloaddocument/9789400759602-c1.pdf?SGWID=0-0-45-1376404-p174727724
- Gersfelt, B. 2007. Allocating irrigation water in Egypt. Case Study #8-4 of the Program “Food policy for developing countries: The role of government in the global food system”. Cornell University, New York.
- Jat, M.L., P. Chandana, S.K. Sharma, M.A. Gill, R.K. Gupta, 2006. Laser Land Leveling-A Precursor Technology for Resource Conservation. Rice-Wheat Consortium Technical Bulletin Series 7, Rice-Wheat Consortium for the Indo-Gangetic Plains, New Delhi.
- Jat, M.L., R. Gupta, P. Ramasundaram, M.K. Gathala, H.S. Sidhu, S. Singh, R.G. Singh, Y.S. Saharawat, V. Kumar, P. Chandna, J.K. Ladha, 2009. Laser Assisted Precision Land Leveling: A Potential Technology for Resource Conservation in Irrigated Intensive Production Systems of Indo-Gangetic Plains. In: J. K. Ladha, et al., Eds., *Integrated Crop and Resource Management in the Rice-Wheat System of South Asia*, International Rice Research Institute, Los Banos: 223-238.
- Jat, M.L., S.S. Pal, A.V.M. Subba Rao, K. Sirohi, S.K. Sharma, R.K. Gupta, 2004. Laser Land Leveling: The Precursor Technology for Resource Conservation in Irrigated Eco-System of India. *Proceedings of the National Conference on Conservation Agriculture*, New Delhi: 9-10.
- Jat, M.L., R. Gupta, Y.S. Saharawat, R. Khosla, 2011. Layering precision land leveling and furrow irrigated raised bed planting: productivity and input use efficiency of irrigated bread wheat in Indo-Gangetic plains. *American Journal of Plant Sciences*, 2: 578-588.
- Meisner, C. A. E.; D. Acervedo; K. Flores; L. Sayre; Ortiz monasterio and D. Byerlee (1992). Wheat production and grower practices in the Yaqui Valley, Sonora, Mexico. Wheat Special Report. No. 6. Mexico, D F CIMMYT.
- MWRI. 2005. Water for the future. National Water Resources Plan 2017. Ministry of Water Resources and Irrigation.
- Osman, A. M.; M. M. Attia and M. A. Sayed, 1999. Surge flow irrigation for corn under different irrigation intervals in calcareous soil of west Nubaria region. *Third Conference of On-Farm Irrigation and Agroclimatology. Egypt. January 25-27, 1999 Volume 1 No.1*
- Rajput, T.B.S., N. Patel, G. Agrawal, 2004. Laser Leveling Tool to Increase Irrigation Efficiency at Field Level. *Journal of Agricultural Engineering*, 41: 20-25.
- Rickman, J.F., 2002. Manual for Laser Land Leveling: Rice-Wheat Consortium Rice-Wheat Consortium for the Indo-Gangetic Plains, New Delhi, Technical Bulletin Series, 5: 24.
- Stone, J. F.; Reeves, H. E. and Garton, J. E. 1982. Irrigation water conservation by using wide-spaced furrows. *Agric., Water Manage.* 5: 309-317.
- Stone, J. F.; Reeves, H. E. and Taegaya, T. 1985. Irrigation water requirements under wide-space furrow irrigation. In: (G. Keyes and T. J. Ward Editors), *Development and Management Aspects of Irrigation and Drainage Systems*. IR Division, ASCE, San Antonio, TX, pp. 462-468.
- Swelem, A. A.; Manal A. Hassan and E. A. M. Osman, 2015. Effect of raised bed width and nitrogen fertilizer level on productivity and nutritional status of bread wheat. *Egypt J. of Appl. Sci.*, 30 (3) 2015.

Effects of climate on Mediterranean fisheries: the Balearic Islands, Spain, as a case study

Pere Oliver

Antoni Quetglas

Enric Massutí

Instituto Español de Oceanografía, Centre Oceanogràfic de les Balears, Spain

Now a days nobody doubts that environmental fluctuations must be taken into account when analyzing fishing impacts on marine resources and ecosystems. In fact, the first trials to relate fluctuations of fishing catches with climate come from the 1950s, even earlier, but the successes were very limited. In any case, it is clear that fluctuations in landings cannot be exclusively explained by the fishing exploitation itself. Based on this premise, the Spanish Institute of Oceanography started a systematic sampling of landings from the Balearic Islands (western Mediterranean) during the late 1970s.

A fluctuation with a pronounced periodicity in the historical time series of hake (*Merluccius merluccius*) and red mullets (*Mullus* spp.) landings of the bottom trawl fleet from the Balearic Islands (western Mediterranean) was observed during the period 1980-1991 (Oliver, 1993). Posterior analyses of the population dynamics of these species revealed that such fluctuations might be related to underlying environmental factors because the reproductive success of marine organisms is highly dependent on oceanographic conditions.

The influence of abiotic and biotic factors on the demersal ecosystems and resources

Between 2003 and 2006, the multidisciplinary research “Influence of oceanographic structure and dynamics on DEmersal populations in waters of the BAlearic Islands” (IDEA) project (www.ba.ieo.es/idea) studied the influence of abiotic (oceanographic structure and dynamics) and biotic (trophic resources) factors on the demersal ecosystems and resources off the Balearic Islands. Special emphasis was given to the population dynamics of hake and red shrimp (*Aristeus antennatus*) owing to its ecological relevance on demersal communities and economic importance for fisheries.

Two different study strategies were applied to tackle these objectives: (i) a local-scale approach to analyse intra-annual (seasonal) variability through six oceanographic surveys and the scientific monitoring of the bottom trawl fleet; and (ii) a large-scale approach to investigate how the population dynamics of the target species was influenced by the inter-annual variability of the environmental conditions using climatic, meteorological and oceanographic indices.

The IDEA project allowed the development of models explaining how climatic conditions in the northwestern Mediterranean influence the hydrodynamics around the Balearic Islands, and the recruitment processes of hake and red shrimp (Massutí et al., 2008). In the case of hake, this environmental influence was related to the long term fishing pressure, which reduced the resilience of the population to adverse environmental conditions. Contrasting hydrodynamic scenarios were found on traditional fishing grounds situated on the north and south of the Archipelago, which could explain the differences observed in their trophic resources (zooplankton and suprabenthos), nekto-benthic assemblages and different life-history traits of hake, red shrimp and other deep water crustaceans. In addition, it was observed that environmental (modeled by meso- and macroscale climatic indexes) and/or biological (spawning population and body condition) factors affect the dynamics of hake and red shrimp populations and their accessibility to fishing exploitation (Massutí et al., 2008).

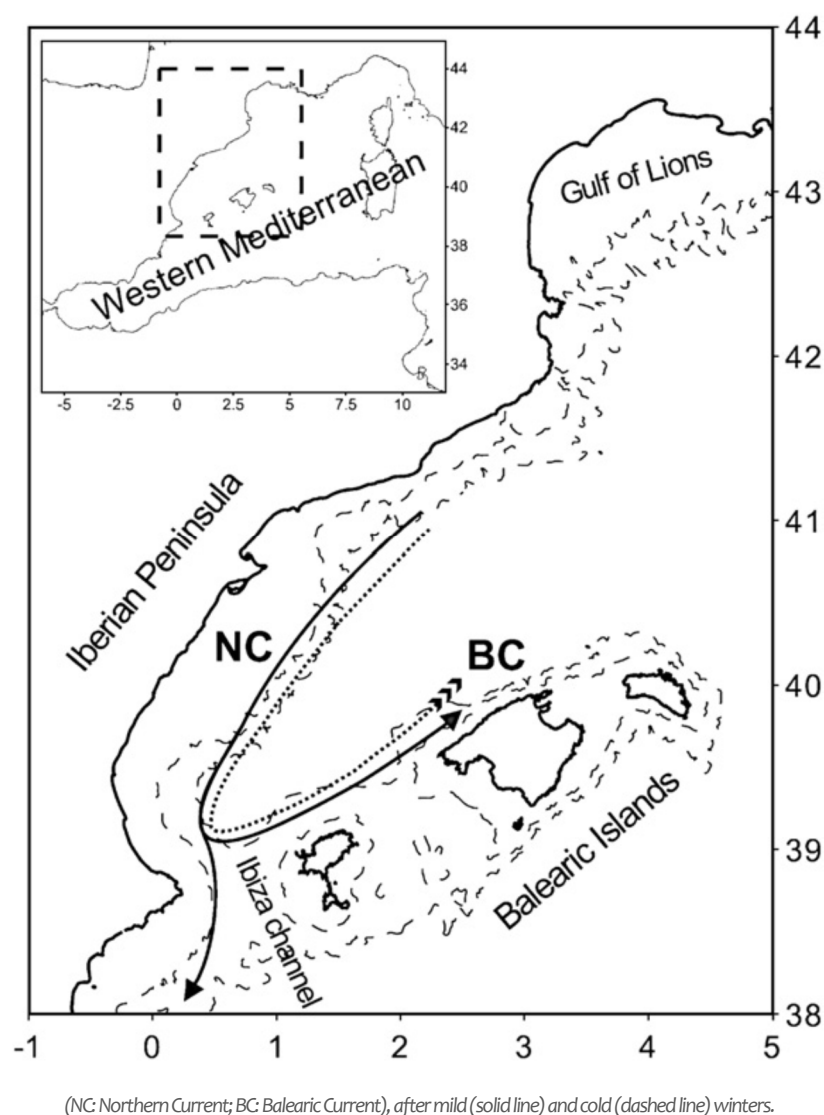
The project revealed that the macro and meso-scale climate regimes prevailing on the two contrasting oceanographic scenarios around the Balearic Islands affected the population dynamics of hake and red shrimp. This was especially true for recruitment, which was enhanced during periods of low global (North Atlantic Oscillation) and local (IDEA) indices.

During these periods, colder-than-normal winters generate high amounts of cold Western Mediterranean Intermediate Waters (WIW) in the Gulf of Lions, which flow southwards and reach the Balearic Islands channels in spring, increasing the productivity in the area (Figure 1).

This oceanographic scenario would also affect the distribution of hake, increasing its accessibility on trawl fleet fishing grounds. On the other hand, the abundance of red shrimp seems to be enhanced by high periods of a regional index (Mediterranean Oscillation), which increases the presence of the saline and warm Levantine Intermediate Waters (LIW) in the study area.

Figure 1

Location of the study area: the Balearic Islands, showing the 200 and 1000 m isobaths and a representation of the major slope currents in the region during spring–summer



According to the Ecosystem Approach to Fisheries (EAF) the assessment and management of marine living resources must incorporate the complexity and global functioning of the ecosystems, their natural variations and the factors that control these changes, as well as the habitat and other components of the ecosystem and their interactions. This is related with the main conclusion of the IDEA project, which point to environmental changes and fishing pressure being key stressors to be taken into account when analyzing population dynamics of western Mediterranean demersal resources.

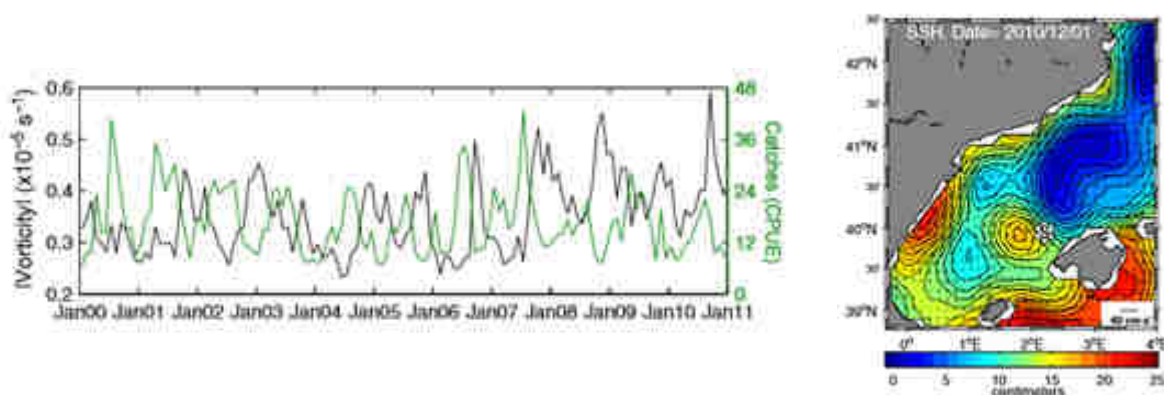
Structure and dynamics of the bentho-pelagic slope ecosystems

The IDEADOS project (www.ba.iao.es/ideados/), developed between 2009 and 2012, was launched to investigate further on fisheries-climate interactions in the Balearic Islands (Massutí et al., 2014). This project aimed to determine the relationships between environmental conditions and the nekto-benthic slope communities in two areas with different geomorphologic and hydrodynamic characteristics: the Balearic (BsB) and Algerian (AsB) sub-basins, respectively.

Within the framework of this project, Amores et al. (2014) modeled the influence of the hydrodynamic conditions on the accessibility of red shrimp and other demersal species to the deep water trawl fishery off the Balearic Islands. Monthly catches per unit of effort (CPUE) of red shrimp and the mean ocean surface vorticity in its fishing grounds were compared between 2000 and 2010. A good correlation was found between the rises in the surrounding surface vorticity and the drops in the red shrimp CPUE (Figure 2). Such a correlation indicates that most of the surface vorticity episodes could reach the bottom, increasing the seabed velocities and producing sediment resuspension, which could affect the near bottom water turbidity. Red shrimp would respond to this increased turbidity, disappearing from the fishing grounds, probably moving downwards to deeper waters, and consequently decreasing their accessibility to fishing exploitation. This would explain the summer aggregations of red shrimp on north-western fishing grounds and its disappearance during the winter months when vorticity increases. Fishers are well aware of this dynamics, moving to those grounds in summer but leaving them in winter. Other by-catch species of the red shrimp fishery, having different behaviors and feeding habits, exhibited different responses to these events, but all of them were consistent with the increased bottom water turbidity.

Figure 2

Derivative time series of vorticity (black) and *Aristeus antennatus* CPUE's (green) on the left, and Sea Surface Height (SSH) image from 1 December 2010 showing an eddy in the region analyzed on the right. In the series of the vorticity derivative, the negative values have been fixed at 0, while the positive values of the derivative CPUE's series have been set at 0. From Amores et al. (2014).

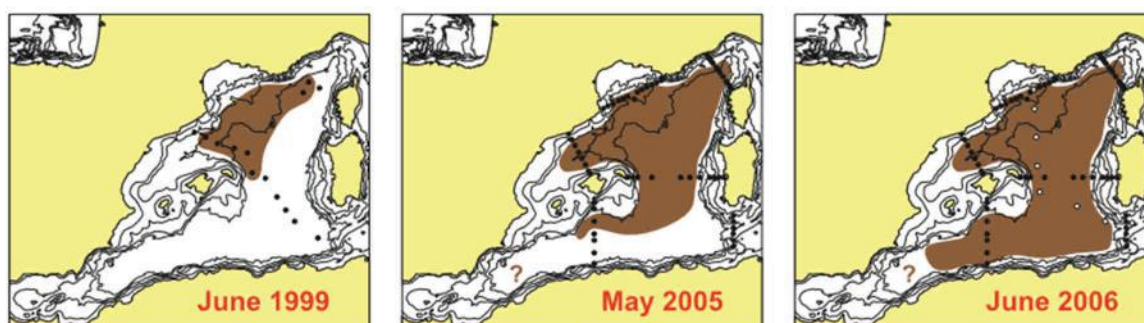


This vorticity effect off the Balearic Islands is similar, although lower in magnitude, to the one suggested by Company et al. (2008) on the down slope shelf dense water current events of the submarine canyons in the Catalan margin, which also affects the catchability of red shrimp. The analysis of CTD casts conducted from 1998 to 2011 has documented that cascading is a very important factor affecting not only red shrimp grounds but also the entire western Mediterranean basin, through transporting suspended particulate matter from the coastal regions down to deep ecosystems (Puig et al., 2013). After the 1999 and 2005–2006 cascading events, the Western Mediterranean Deep Water (WMDW) was characterized by the presence of a thick bottom nepheloid layer (BNL), which corresponded in thickness with a thermohaline anomaly generated by the mixture of dense waters.

This BNL can be hundreds of meters thick and can reach peaks of suspended sediment concentrations close to the continental shelf. After winter 1999, the BNL spread over the north-western Mediterranean, while after winters 2005 and 2006 the BNL covered the entire western basin (Figure 3). Thickness and concentration of the BNL tend to diminish with time, but this trend is highly dependent on the volume of dense water generated. After winter 1999, the BNL signal vanished in one year, but after winters 2005 and 2006 it lasted for longer and the turbidity signal could still be distinguished in 2011. It highlights the fact that the WMDW can be periodically affected by the arrival of new dense waters loaded with suspended particles, mainly introduced by resuspension processes during major cascading events, being a key process that could ultimately affect deep-sea biogeochemical cycles in the western Mediterranean (Puig, 2013).

Figure 3

Maps showing the extension of the BNL in the western Mediterranean basin after deep cascading events



Black dots represent the CTD locations (June 1999: TRANSMED and GEOTETHYS; May 2005: MEDOCC-05; June 2006: MEDOCC-06). Note that during the trans-Mediterranean cruise BOUM conducted in July 2008 (CTD locations illustrated with white dots), the BNL was still present in the entire basin. From Puig, P., et al. (2013)

Synergistic effects of climate and fishing on demersal assemblages and resources

Accumulating evidence shows that fishing exploitation and environmental variables can synergistically affect the population dynamics of exploited populations (Perry et al., 2010; Planque et al., 2010). Such synchronic responses related to interactions between fishing impact and climate variability were reported for six exploited demersal species (elasmobranchs, hake, red mullets, octopus, squid and cuttlefish) in the Balearic Islands from 1965–2008 (Quetglas et al., 2013). Throughout this period, the fishing activity experienced a sharp increase in fishing effort, which caused all stocks to shift from an early period of underexploitation to a later period of overexploitation. This change altered the population resilience of the stocks and brought about an increase in the sensitivity of its dynamics to climate variability.

Landings increased exponentially when underexploited but displayed an oscillatory behavior once overexploited. Climatic indices, related to the Mediterranean mesoscale hydrography (IDEA index) and large-scale north Atlantic climatic variability (NOA), seemed to affect the species with broader age structure and longer lifespan, while the global-scale El Niño Southern Oscillation index (ENSO) positively influenced the population abundances of species with a narrow age structure and short lifespan. The species affected by ENSO preferentially inhabit the continental shelf, suggesting that Mediterranean shelf ecosystems are sensitive to the hydroclimatic variability linked to global climate.

A third project, ECLIPSAME (www.eclipsame.com), aimed to analyze the synergistic effects of climate and fishing on demersal assemblages and resources, through a comparative approach between marine ecosystems of the North-eastern Atlantic and the western Mediterranean. The overall goal of this project was twofold. First, it was tried to identify when changes occurring in marine ecosystems and their populations are caused by: a) climate; b) fishing impact; or c) a combination of both. Second, the existence of synchronous fluctuations between areas in the abundance of some key species of the ecosystem (e.g. elasmobranchs and cephalopods), and exploited species (hake, red shrimp and red mullet, among others) was analyzed.

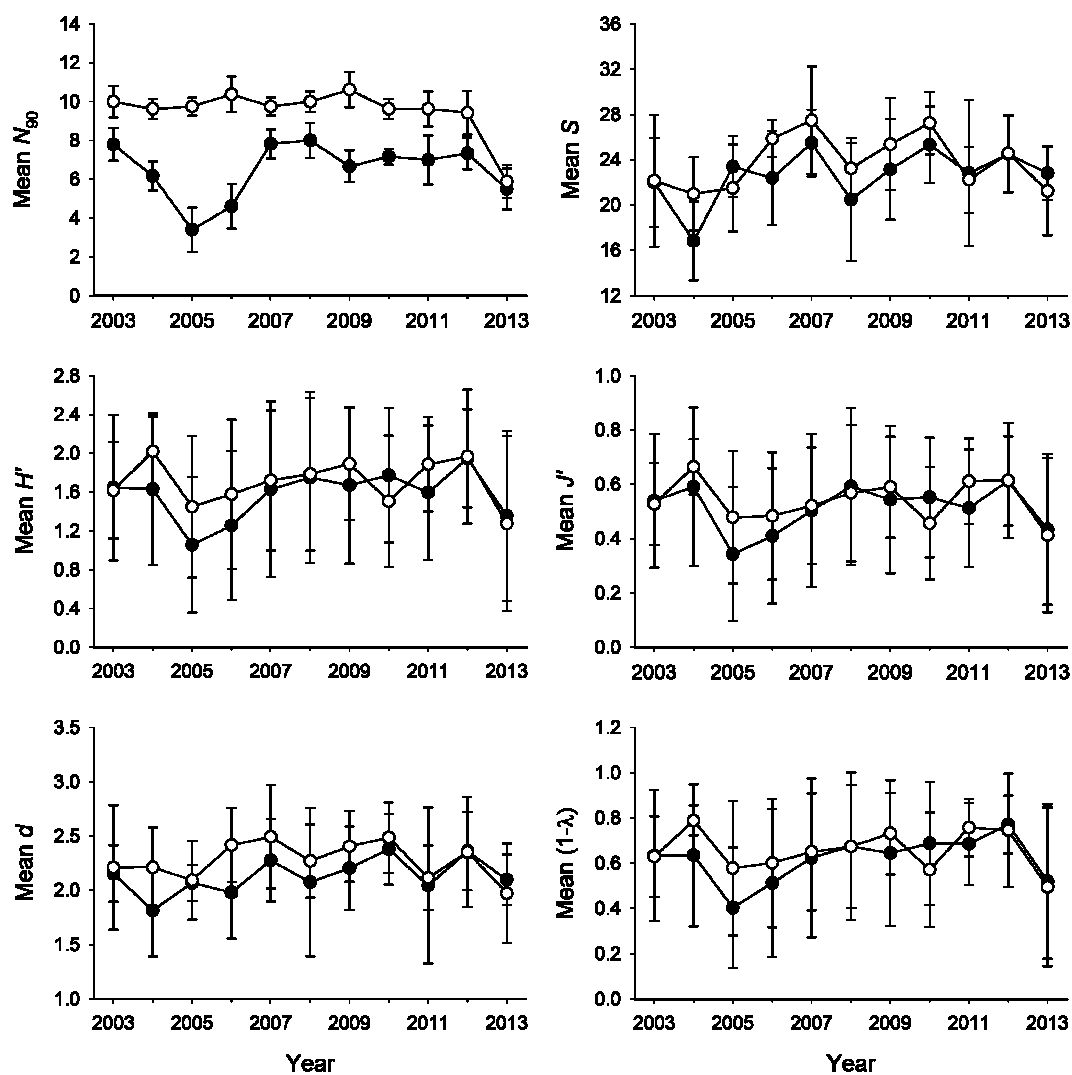
The project was structured around three main lines: 1) produce and make accessible to the scientific community a database assembling all the currently available information area one climate, oceanography, biology and fisheries for each study; 2) analyze the spatiotemporal evolution of climatic, oceanographic, fisheries, biological and ecological processes; and 3) model the synergistic effects of climate and fishing on populations, communities and marine ecosystems.

Results from this project revealed that cephalopod populations of the western Mediterranean mainly respond to ecological processes triggered by climatic variability and trophic drivers, such as chlorophyll concentration and prey densities. The same processes influenced both benthic and pelagic cephalopods, but exhibiting different sensitivities and time-lags in response to those factors, depending also on the different local environmental conditions dictated by ecological processes and trophic pathways across this region. These local scale differences as response to density independent variables (chlorophyll concentration) have also been observed in the body conditions of gadoid fishes, which can also be influenced by density-dependent (intra-specific competition) and the fishing pressure, and show different responses depending on the ontogeny (recruits, juveniles and adults). Fishing activity is an important driver of demersal assemblages, especially in the case of elasmobranchs, which diversity and abundance along the western Mediterranean is clearly influenced by the bottom trawl fishery. These results also point to the fact that harvesting and environmental drivers, as well as life history strategies, should be taken into account for fishery management within the current context of global change in the western Mediterranean.

An important effort has also been made within the ECLIPSAME project to monitor the loss of biodiversity due to anthropogenic impacts in an accurate and comprehensible way. A new diversity index was developed (N90; Farriols et al., 2015), which showed higher sensitivity to fishing pressure than traditional diversity indices (species richness, Shannon-Wiener, Simpson, Pielou and Margalef). In addition, N90 also detects indirect fishing impacts by fluctuating in response to environmental variation in impacted areas, making it a good environmental indicator to detect synergies between climate and fishing impacts at a community level (Figure 4).

Figure 4

Annual mean values and standard deviation of the diversity indices analyzed for demersal fish assemblages during the period 2003–2013



(N_{90} : S : species richness; H' : Shannon–Wiener; J' : Pielou; d : Margalef; $1-\lambda$: Simpson)
 Black dots: high level of fishing impact; white dots: low level of fishing impact. From Farriols et al. (2015)

Conclusion

There remains a lot to know about the impact of climate change and the environmental variability on Mediterranean marine resources and ecosystems since there are many aspects that still need to be addressed. The results and modeling approaches of previous projects such as IDEA, IDEADOS and ECLIPSAME, are on the basis of the CLIFISH project ("Climatic variability and fisheries in the 21st century: Effects of global change on nekto-benthic populations and communities"), a new project that will be developed between 2016 and 2018.

CLIFISH also involves a multidisciplinary research team, including experts on hydrodynamics and climate change scenarios, biodiversity and population dynamics, living resources and fisheries. In contrast to all previous projects, its main objective is to make predictions and projections of demersal exploited communities, their main species and fisheries at different time horizons and under different global change scenarios.

Acknowledgment

The research projects IDEA (REN2002-04535-Co1-Co2/MAR), IDEADOS (CTM2007-65844-Co2-01-02-03), ECLIPSAME (CTM2012-37701) and CLIFISH (CTM2015-66400-C3-1-R) were funded by the Spanish Government. The PROGECLIB-48A research project was funded by the Autonomous Government of the Balearic Islands.

Bibliography / More information

- Amores, A., Rueda, L., Monserrat, S., Guijarro, B., Pasqual, C., Massutí, E. 2014. Influence of the hydrodynamic conditions on the accessibility of *Aristeus antennatus* and other demersal species to the deep water trawl fishery off the Balearic Islands (western Mediterranean). *Journal of Marine Systems* 138, 203–210.
- Company, J.B., Puig, P., Sardà, F., Palanques, A., Latasa, M., Scharek, R., 2008. Climate influence on deep sea populations. *PLoS ONE* 3, e1431.
- Farriols, M.T., Ordines, F., Hidalgo, M., Guijarro, B., Massutí, E. 2015. *Ngoindex: A new approach to biodiversity based on similarity and sensitive to direct and indirect fishing impact*. *Ecological Indicators* 52 245–255.
- Massutí, E., Monserrat, S., Oliver, P., Moranta, J., Lopez-Jurado, J. L., Marcos, M., Hidalgo, M., Guijarro, B., Carbonell, A. and Pereda, P. 2008. *The influence of oceanographic scenarios on the population dynamics of demersal resources in the western Mediterranean: Hypothesis for hake and red shrimp off Balearic Islands*. *Journal of Marine Systems* 71, 421–438.
- Massutí, E., Oliver, M.P. and Monserrat, S. 2014. *Towards understanding the influence of environmental conditions on demersal resources and ecosystems in the western Mediterranean: Motivations, aims and methods of the IDEADOS project*. *Journal of Marine Systems* 138 (2014), 3–19.
- Oliver, P. 1993. Analysis of fluctuations observed in the trawl fleet landings of the Balearic Islands. *Sci. Mar.* 57 (2–3), 219–227.
- Perry, R. I., Cury, P., Brander, K., Jennings, S., Moellmann, C., and Planque, B. 2010. *Sensitivity of marine systems to climate and fishing: concepts, issues and management responses*. *Journal of Marine Systems*, 79: 427–435.
- Planque, B., Fromentin, J. M., Cury, P., Drinkwater, K. F., Jennings, S., Perry, R. I., and Kifani, S. 2010. *How does fishing alter marine populations and ecosystems sensitivity to climate?* *Journal of Marine Systems*, 79: 403–417.
- Puig, P., Durieu de Madron, X., Salat, J., Schroeder, K., Martín, J., Karageorgis, A.P., Palanques, A., Roullier, F., Lopez-Jurado, J.L., Emelianov, M., Moutin, T., Houper, L. 2013. *Thick bottom nepheloid layers in the western Mediterranean generated by deep dense shelf water cascading*, *Progress in Oceanography*, 111 1–23.
- Quetglas, A., Ordines, F., Hidalgo, M., Monserrat, S., Ruiz, S., Amores, A., Moranta, J., and Massutí, E. 2013. *Synchronous combined effects of fishing and climate within a demersal community*. *ICES Journal of Marine Science* 70(2), 319–328.

Nature et agriculture : l'Algérie fait de son mieux

Samira Bourbia-Takharboucht

Journaliste, Algérie

C'est une ambition algérienne : bénéficier d'un équilibre alimentaire et sanitaire tout en préservant ses ressources naturelles. Pour exaucer ce souhait et parvenir à concilier environnement protégé et sécurité alimentaire, il est nécessaire de trouver des solutions afin de lutter contre la désertification et le stress hydrique menaçant le pays depuis plusieurs années. Il est temps pour notre société de prendre des mesures adéquates pour protéger l'environnement au risque de voir apparaître des dégradations irréversibles pour les générations futures qui en subiront les conséquences.

Au risque de demeurer au stade des intentions, les déclarations et promesses faites par le gouvernement algérien au cours des dernières années, notamment lors de la COP 21, devront se traduire en actions. La sonnette d'alarme est déjà tirée depuis des années, concernant les risques de désertification, de déboisement et de la détérioration des rendements agricoles. Ces risques s'accroissent et les épisodes de sécheresse menacent le massif forestier du pays ainsi que les terres agricoles souffrant de restrictions d'eau causées par le dérèglement climatique et l'absence de pluie.

Si ces menaces sont désormais reconnues, il faut maintenant tâcher de mettre en place un plan efficace dans une conjoncture économique pourtant difficile : une économie peu diversifiée et pâtiissant de la chute des cours du pétrole depuis 2014 ainsi que de la dévaluation du dinar, la monnaie nationale. En affirmant son engagement de réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 7% d'ici 2030, l'Algérie confirme ses ambitions en matière de transition énergétique et de développement agricole qui pourtant, accusent des années de retard.

Aujourd'hui ce double défi devient un objectif car le pays doit commencer son processus de réforme globale et prioriser ses actions afin de les coordonner avec ses stratégies de développement rural. Il faut alors réviser sa politique afin d'assister à la croissance de son industrie et son agriculture tout en encourageant l'innovation. Ce pays ne peut y arriver sans l'aide de l'expertise internationale pour sauvegarder son environnement dans les régions arides et semi-arides qui sont les plus exposées au réchauffement climatique et dont les espèces animales et végétales sont menacées.

Le développement de ces espaces verts émergents au milieu du Sahara nécessiterait une irrigation spéciale et un investissement de taille. Or, actuellement, l'Etat est limité dans le développement de dépenses supplémentaires¹. En attendant une amélioration financière, l'Etat mise sur la sensibilité des citoyens contre le gaspillage et préconise aux agriculteurs de se doter de systèmes d'irrigation plus appropriés.

¹ En pleine dépression financière, le gouvernement algérien baisse le budget de l'Etat et celui de chaque secteur. Parmi les secteurs qui ont subi une coupure budgétaire en 2016, celui de l'Agriculture, du Développement rural et de la Pêche. Ce département ministériel a bénéficié d'un budget de 254,2 milliards de dinars en 2016 contre 255,3 milliards de dinars en 2015, en baisse de 1,1 milliards de dinars. Un montant insignifiant au regard de leur importance stratégique. Il est évident qu'un désengagement pareil de l'Etat aura des répercussions notables et malheureuses sur les modes de vie des algériens et en particulier des populations rurales. Cette coupure budgétaire a eu un impact immédiat sur la réalisation des projets inscrits dans le programme quinquennal 2014-2019 de l'Etat.

Un nécessaire « retour à la terre »

Le « retour à la nature » et l'adaptation à ses exigences font parties des solutions à considérer pour réussir le défi de la préservation de la biodiversité et le développement de l'agroécologie. Ce défi demandera à l'Algérie plus d'efforts et de réformes pour inviter la société majoritairement rurale et traditionaliste à se moderniser dans ses systèmes d'exploitation agricole. En collaboration avec la Banque algérienne du développement rurale (BADR), le gouvernement a débloqué des budgets pour permettre aux jeunes entrepreneurs de réussir. En 2015, la BADR a accordé plus de 50 000 microcrédits bancaires pour encourager l'investissement agricole, notamment, au sud et dans les hauts-plateaux, afin de contribuer à leur désenclavement.

L'Etat est allé plus loin encore en cédant les terrains à un dinar symbolique. Mais en dépit de ces initiatives louables, les contraintes climatiques et financières ont dissuadé les potentiels bénéficiaires d'investir car l'agriculture algérienne est encore largement vulnérable face aux aléas climatiques. Afin de pallier à cette fragilité, des programmes de revalorisation du patrimoine forestier et du recensement des ressources en eau ont été mis en place afin de minimiser le stress hydrique qui menace le Sahara et les Hauts-plateaux. Une attention particulière est accordée à la nappe phréatique algérienne² qui s'épuise progressivement. Cette réserve d'eau doit être protégée contre toute exploitation irrationnelle afin d'empêcher l'aggravation de la fracture hydraulique.

Ce projet de « réconciliation » avec la nature s'opère, aussi, à travers la conception de projets résilients face aux changements climatiques. La surface irriguée du pays ne dépasse pas les 600 à 700 000 hectares sur un total de 900 000 hectares. Celle-ci ne représente que 0,45%, alors que les pays voisins (le Maroc et la Tunisie), elle dépasse les 2,5% en moyenne. Le manque d'irrigation explique l'inadéquation entre l'exploitation du sol et les conditions écologiques.

2 Qui est une vaste contrée d'eau souterraine s'étalant de la wilaya de Béchar jusqu'à la wilaya de Biskra en passant par la wilaya de Laghouat sur le versant sud de l'atlas saharien, allant jusqu'à l'extrême sud, à la limite de Reggane, In-Salah, In-Amenas et traversant une grande partie de la Libye et du sud de la Tunisie

Les experts préoccupés par la détérioration rapide du climat tentent de trouver des solutions en priorisant l'action, en collaboration avec les pouvoirs publics. Plusieurs plans stratégiques et projets sont déjà mis au point³. Cependant, il faudra attendre plusieurs années avant d'en mesurer les résultats. Dans son dernier rapport de la session de printemps, débattu au mois de juillet 2016, la Commission de l'agriculture, de la pêche et de la protection de l'environnement a dévoilé les principaux projets et axes stratégiques de leur nouvelle politique du développement agricole, rural et halieutique en Algérie. La priorité a été accordée au renforcement de la plateforme de production nationale à travers l'accroissement des exploitations agricoles, en les dotant de nouveaux outils et équipements agricoles structurants et modernes, la protection de l'environnement et la promotion du capital humain à travers la formation.

Ces efforts seraient susceptibles de contribuer à l'augmentation de la production céréalière de 67,3 millions quintaux par an, de 157 millions quintaux de légumes frais, de 10,2 millions quintaux de dattes et de 6,4 millions quintaux de viande rouge d'ici 2019. Cette politique permettrait d'atteindre une croissance annuelle de 5% pour la période 2015-2019⁴. Par ailleurs, la mise en œuvre de toutes ces initiatives doit s'adapter aux exigences des changements climatiques. Malheureusement cette pression ne fera qu'encourager l'exode rural et l'urbanisation de ce qui reste des terres agricoles, si nous considérons les 40% des friches vouées à l'abandon. En 2010, les wilayas d'Alger, Oran et Annaba ont perdu 71% de terres agricoles, cédées pour le relogement des habitants. Les terres agricoles représentaient, à l'époque, 0,20% hectare par habitant, mais ce chiffre risque de glisser à 0,17% d'ici 2020 sous les effets de la sécheresse et manque d'eau, notamment avec une population grandissante qui pourrait atteindre d'ici 2020 plus de 40 millions d'habitants.

3 Source : Commission de l'agriculture, de la pêche et de la protection de l'environnement. Rapport des travaux des journées d'études du 14 mars au 11 mai 2016 sur : L'Agriculture et l'environnement utile. Alger. Assemblée Populaire Nationale. Juillet 2016.

4 Source : Commission de l'agriculture, de la pêche et de la protection de l'environnement. Rapport des travaux des journées d'études du 14 mars au 11 mai 2016 sur : L'Agriculture et l'environnement utile. Alger. Assemblée Populaire Nationale. Juillet 2016. Pages : 37,38

Parmi les projets lancés dans cette optique, celui d'épuration écologique des eaux usées domestiques en 2007, issu d'une collaboration entre l'Algérie et la Belgique, dont l'objectif est de préserver les oasis de la pollution à travers l'épuration des eaux usées avant leur utilisation pour l'irrigation. C'est un exemple de solution concrète pour faire face à la pénurie d'eau, sachant que le taux de la consommation d'un Algérien par an est supérieur à 300 m³. Pour subvenir aux besoins croissants en produits alimentaires, l'Algérie doit, impérativement, améliorer ses techniques de gestion de l'eau et ses techniques culturales. Les expériences menées dans les régions d'Adrar, d'El Oued et de Biskra ont affiché des résultats éloquentes.

Plus de la moitié du pays se situe dans des zones semi-arides et arides qui souffrent de sécheresse toute l'année. Mais l'Algérie est également un pays détenant un important capital forestier. Il est estimé à 4,7 millions d'hectares de forêts et d'autres espaces boisés, un véritable atout pour un pays aride. Cependant, le gouvernement, les entreprises et les particuliers doivent agir de concert pour ralentir le phénomène de la désertification et de la déforestation. Ceci permettrait notamment de lutter contre la pollution de l'air, à l'origine du décès de 6,5 millions de personnes par an dans le monde, soit une moyenne 18 000 par jour, selon le dernier rapport de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), publié en mois de juin 2016.

L'inévitable menace d'une pollution de l'air a incité les pouvoirs publics, avec les institutions de recherches (centres et universités), à mettre en place de nouveaux instruments de gestion des espaces forestiers à travers la politique du « Renouveau rural ». Ce projet en question a fait l'objet d'une étude approfondie de la l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et d'autres organisations voulant évaluer les capacités de l'Algérie à gérer ses espaces verts. Les résultats obtenus confortent la concrétisation de milliers de projets de proximité de développement rural intégré (PPDRI), inscrit dans le programme quinquennal 2009-2014 du président Abdelaziz Bouteflika qui visait au renforcement de l'entrepreneuriat rural et à la création d'emplois dans les régions les plus enclavées de l'Algérie. Une opportunité pour les jeunes qui investissent dans des projets de fermes-pilotes spécialisées dans l'élevage bovin et la production laitière.

Ces engagements illustrent la volonté de l'Etat de lutter contre les changements climatiques et de développer les zones rurales algériennes. Plusieurs investisseurs ont réalisé des fermes-pilotes agricoles comme l'illustre celle de Hodna, financée par un dispositif d'aide destiné aux jeunes sans emploi (Ansej). C'est également une façon d'encourager l'agriculture entrepreneuriale et familiale. Récemment, une convention de plus de 200 millions de dollars a été signée avec des investisseurs américains pour aider l'Algérie à réaliser une ferme-pilote dans la production des céréales et l'élevage bovin. Ce projet vise à soutenir le pays dans le développement de sa biodiversité à travers l'échange de connaissance et du savoir-faire technique, qui constitue le maillon faible des investisseurs algériens cherchant à développer leurs expertises.

Extension du Barrage vert

Par ailleurs, afin de diminuer les phénomènes de pollution aérienne, de sécheresse et d'inondations, le gouvernement algérien avait envisagé dès les années 1970 une façon de contrecarrer l'avancée du désert vers le nord. Il a donc entamé la réalisation d'une « ceinture verte » appelée communément « le barrage vert », afin de lutter contre la dégradation climatique. Ce projet agroécologique de boisement de la steppe algérienne, visant à stopper l'avancée du désert, a été initié par la Direction générale des forêts durant les années 1970-1980. Son objectif était de créer une muraille de verdure reliant les frontières algériennes ouest aux frontières est sur une longueur de 1 500 km. Le projet a été arrêté momentanément durant les années 1990 pour des raisons liées aux insécurités et aux manques de financement.

En 2012, le gouvernement a relancé ce projet et prévoit son achèvement pour 2020. En 2016, le barrage vert bénéficie d'un nouveau plan d'action qui vise son extension sur une superficie de plus de 1,7 millions hectares au niveau de 10 wilayas. Cette muraille verte permettra la réhabilitation, entre autres, des plantations sur plus de 159 000 ha, de l'extension forestière et dunaire sur plus de 287 000 ha, de la réalisation de bandes vertes routières sur 26 000 ha, l'extension agropastorale sur plus de 1,8 millions ha, l'aménagement et développement forestier sur plus de 295 000 ha.

Parmi ces objectifs, l'instauration de l'équilibre écologique par une exploitation rationnelle des ressources naturelles est également visée. L'Algérie a d'ores et déjà réalisé plus de 300 000 ha de plantations forestières (reboisement, brise-vent, ceinture verte, fixation de dunes...), de 42 000 plantations pastorales, de 21 000 ha de plantations fruitières, de 14 000 km de pistes et de 1 500 unités de mobilisation de ressources en eau. Ces initiatives ont été soutenues par le rythme des réalisations inscrites au Plan national de reboisement (PNR) lancé en 2000. C'est une façon, également, de lutter contre les feux de forêt qui ravagent annuellement des milliers d'hectares et d'offrir plus de vitalité aux zones arides et semi-arides qui ont été sévèrement affectées par la sécheresse de cette année. Cette aridité a touché, également les 65 barrages en exploitation qui totalise plus de 72% de l'eau emmagasinée.

Malheureusement, même le bassin du système aquifère du Sahara septentrionale, plus connu sous l'acronyme « SASS », s'étalant sur une superficie de plus d'un million de km², dont l'Algérie détient plus de 700 000 km², s'épuise. Il représente une réserve de plus de 60 milliards de m³, d'une profondeur atteignant plus de 3000 m à certains endroits. Cette ressource hydrique de grande importance couvre les besoins du pays en alimentation, irrigation et élevage. Sans cette ressource vitale, l'Algérie s'expose à un risque de déficit hydrique aux conséquences lourdes, aussi bien pour la population rurale qu'urbaine. En effet, le pays consacre 65% de ses ressources en eau au secteur agricole. Elle encoure donc un impact quantitatif et qualitatif en cas de déficit et les régions du sud, comme Ouargla et El Oued à vocation agricole, risquent d'être abandonnées en raison de la baisse du rendement des terres... L'aridité extrême est à l'origine de la consommation élevée de l'eau par les irrigants dans les régions d'Adrar, Biskra, Oued-Righ...etc. Elles ont des oasis qui ingèrent de très importantes quantités d'eau. Pour préserver cette nappe phréatique, l'Algérie a décidé de plafonner le volume de l'eau à pomper et a préconisé l'utilisation de nouveau système d'irrigation à pivot central.

Ces mesures visent à limiter le gaspillage de l'eau et à augmenter son rendement agricole, à condition toutefois que l'urbanisation des terres agricoles soit limitée. De plus, le gouvernement préconise une agriculture bio et peu utilisatrice de pesticides. Cette pratique n'est pas encore suffisamment répandue étant donné l'utilisation toujours répandue chez les agriculteurs algériens d'intrants.

L'Algérie, pays particulièrement atteint par les changements climatiques, semble donc déterminée à s'engager vers le renforcement de son système agricole et de ses zones rurales. Des résolutions sont adoptées afin de favoriser le développement d'une agriculture résiliente et adaptée aux contraintes climatiques actuelles et à venir. Par ailleurs, des réformes sont engagées pour modérer l'exploitation des ressources naturelles et préserver les écosystèmes fragiles. Si cette évolution doit être saluée et poursuivie, il n'en demeure pas moins que les défis restent immenses et les besoins de coopération avec les partenaires internationaux nécessaires pour poursuivre les efforts déployés.

Bibliographie / Pour plus d'information

- Centre de développement des énergies renouvelables, Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche scientifique, Direction générale de la recherche scientifique et du développement technologique, Algérie.
www.cder.dz
- Ministère de l'Agriculture, du développement rural et de la pêche, Algérie.
www.minagri.dz
- Mediterranean Agricultural Market Information Network, MED-Amin.
www.med-amin.org



Agriculture in Spain and the climate change issue

Prof. Dr. M. Inés Mínguez

Director, Research Centre for the Management of Agricultural and Environmental Risks of the Technical University of Madrid (CEIGRAM-UPM), Spain

The Iberian Peninsula is almost an island that lies between temperate and subtropical zones and has complex orography. In Spain, where average altitude is 600 m above sea level (asl) cropping and pasture areas receive annual rainfall between 300 to 1200 mm/year against a reference evapotranspiration (ET₀) from 500 to 1200 mm/year.

Climate is mostly Mediterranean and varies from the humid, Atlantic climate of the North-North West that is much affected by the Northern Atlantic Oscillation to the arid areas of the South East on the Mediterranean coast and adjacent inland territory. Maximum temperatures in summer are above 30°C in most cropped areas but may exceed 35°C in the south and centre during periodic heat waves that mostly penetrate north from the African Sahel. This implies that climate change will affect the agricultural regions differently and that given the large evaporative demand that water supply is and will remain the main issue to add to current high and extreme temperature events.

Climate change projections and crops

Several international initiatives are trying to establish trends in future climate in the Mediterranean region where complex interactions and feedbacks within ocean-atmosphere-land-biogeochemical processes play a prominent modulating role over a range of spatial and temporal scales. As reported in the CORDEX project¹, the Mediterranean region is expected to be one of the most prominent and vulnerable climate change “hot spots” of the 21st century, but the physical mechanisms underlying this remain unclear.

The climate variability phenomena such as the Atlantic and Pacific Niños connection, the El Niño’s impact on the Sahelian and Euro-Mediterranean rainfall, and the basic properties of explosive cyclones, are currently affecting the Iberian Peninsula and behave differently depending on the time period analyzed. This non-stationary behavior seems to be caused by natural oscillations as the Pacific Decadal (PDO) and the Atlantic Multidecadal (AMO) oscillations, as well as by the anthropogenic Global Warming (GW) signal in the ocean. Current droughts are mainly related to climate variability and it is expected that the trends in climate change will affect this variability.

Climate projections are commonly based on simulations from Global Climate Models (GCM) run under various emission scenarios to describe the future driving forces, see for example the SRES scenarios (Special Report on Emission Scenarios). Higher resolutions of climate variables can be obtained by other methodologies, including ensembles of regional climate models (RCM) nested in those GCMs. For the Iberian Peninsula, these RCMs still predict a bias for temperature (higher than observed) and rainfall (lower than observed) under current climate (e.g. with ENS-EOBS or ENS-Spain02). Although a correction can be made to reduce the uncertainty linked to the use of RCMs it cannot be checked for future climate (Ruiz-Ramos et al. 2015).

Projected precipitation has great uncertainties although an average decrease is expected, especially for the South-East of the Peninsula. For crop and pasture production more important issues will be changes to intensity and seasonal distribution, especially to delays in the onset of autumn rainfall. Temperature increases focus on the evolution of daily T_{max} (maximum temperature), in particular Extreme T_{max} events, but also on T_{min}, and on diurnal range (T_{max}-T_{min}).

¹ <http://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/BAMS-D-14-00176.1>

Frost incidence on vines and olive orchards has diminished, consistent with records of weather stations and the experience of insurance companies. Chilling hours of fruit crops and vernalization requirements in annual crops are currently being studied for near-future (2015-2024) and future (>2024) climate projections.

In Spain as a consequence of climate change awareness, as well as competition for water, two approaches are receiving important National and European funds for research. On the one hand those related to improvement of seasonal forecasts (e.g. TROPA-FIS-UCM²) to manage current cropping systems, and on the other hand those addressing climate change projections for use in vulnerability/impact/adaptation assessment studies considering the Mediterranean as a fully coupled environmental system (AgSystems Research Group at CEIGRAM).

Crop production is directly and non-linearly related to climatic variables. In the Mediterranean basin, agriculture has always been affected by large natural climate variability (e.g. del Río et al., 2007 for the Iberian Peninsula), and will continue to be affected in future. Studies on climate change, considering forced changes due to the buildup of atmospheric carbon dioxide (CO₂) and other greenhouse gases, suggest escalating temperatures, and different or increased climate variability, and other new extremes in the Mediterranean area (Sánchez et al., 2004 and CLIVAR project³). Agriculture faces a scenario of increasing total variability (natural and forced).

Future impacts and adaptations of crop production can only be evaluated by using crop simulation models driven by the outputs from climate models run under chosen emission scenarios. Large International and European consortia such as AgMIP⁴ and MACSUR⁵ demonstrate the effort invested.

Spanish agricultural systems under climate change

Agricultural land (crops, pastures, agro-forestry systems) cover 40% of the 50.5 Mha area of Spain. The driving forces that shape these agricultural systems are markets and the Common Agricultural Policies (CAP), as well as climate. For example, more diversified rotations are now used in response to specific subsidies in the form of direct payments to farms > 30 ha that grow at least 3 crops in each cropping season.

A description of the important agricultural systems is presented here according to the land area occupied with some comments on impacts and adaptations. Horticulture - vegetables and fruits-, olives, and vines represent over 50% of agriculture production value⁶.

Changes in cereal grain quality, pest and disease evolution, weed control would need a specific chapter and are not dealt with here, and similarly for extensive and intensive animal production. Mitigation measures linked to specific crop practices mostly relate to good agricultural practices that should have been long been applied; e.g. minimum or no till, soil cover on tree crops, residue management are recommended for semiarid areas.

Cereal-based systems

The area sown annually to cereals in Spain is around 6 Mha and production usually exceeds 25 Mt (2015). Pre-crop fallow can occupy an additional 2.8 Mha. In 2012, however, drought reduced cereal production to 17.5 t. The two large plateaux in the Centre-North and in Central Spain are the main production areas where barley and wheat are mostly grown under rainfed conditions. Barley occupies more area than wheat because it is more resistant to terminal drought. Strategic irrigation may be applied on farms that also grow vines, sugar beet, alfalfa, or other high value crops. Highest cereal prices are obtained in the Guadalquivir valley for malting-quality barley and for durum wheat for pasta. The quantity of total nitrogen (N) varies depending on grain and fertilizer prices so that wheat grain can be produced for either bread (more N added) or animal fodder.

² <http://tropa.fis.ucm.es/research>

³ <http://www.clivar.es/>

⁴ www.agmip.org

⁵ www.macsur.eu

⁶ <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/esyrce/>

Farms that also manage sheep use flocks to graze stubble, and also unharvested crops following severe drought conditions. The numbers of animals in 2015 were 16.5 M sheep and 3.0 M goats. Ten years previously there were more than 22 M sheep but goat numbers the same.

Maize and rice are summer crops grown under irrigated or flooded conditions and are managed with high inputs with yields close to potential. The extent of their cultivation depends on grain prices and competition for water from the horticultural and urban sectors. Where flooded rice can be cultivated in the future is still a matter of study because it will have to contend with the impacts of raising sea levels. Phenology and heat stress resistance or avoidance are main topics for research. Other adaptations are non-flooded rice, earlier sowing dates and longer crop cycles to compensate faster development rates.

Many studies have been undertaken using crop simulation models to evaluate adaptations to climate change; direct effects of CO₂ on crops are taken into account in the crop simulation models following the Free Air Carbon Experiments (FACE) results. Studies focus on phenological development - including changes in vernalization requirements - as well as responses to sowing dates. These processes are relatively well understood.

Crops develop faster under higher temperature so the crop cycle is shortened and timing of key vulnerable stages, e.g. the extreme sensitivity of flowering to high temperature, are changed. Adaptation involves choosing cultivars or changing crop species to achieve a better synchrony of development with weather conditions (rainfall and frost occurrence). Other proposed changes relate to selection for root systems to improve soil exploration and extend activity during grain filling, or to characteristics such as cultivar vigor, or increased radiation-use efficiency and larger specific leaf area are being explored with the simulation models. Collaborative work with breeders is required so that changes proposed are achievable with available genetic material.

Olive and viticulture

Approximately 2.6 Mha of olives and 1.0 Mha of vines are grown under rainfed and irrigated conditions. Drip irrigation has boosted productivity of both olive oil and wine.

Olive management has changed dramatically in Spain in the last decades: irrigation, mechanization, and changes in tree architecture have increased yield and quality. Traditional olive orchards provide much temporal employment in the South. The introduction of super-intensive hedge-rows orchards using low vegetative vigor cultivars seems a success, and has lowered demand for hand labor diminishing production costs.

The studies around this intensification are taking into account more sustainable soil and an improved pest management, thus expanding these practices to more traditional olive orchards. Tilled soils on hilly slopes cause very high erosion rates (soil loss > 40 t/ha.year) and these are issues of great importance under current climate that should not be forgotten.

The phenological development of the many cultivars that differ in chilling requirements and/or heat resistance is currently simulated under climate change projections to map their best locations. Soil and irrigation management can also lower temperatures in olive canopies to better withstand heat events.

Wine quality has improved significantly due to choice of trellis systems, cultivars, monitored irrigation, in parallel with disease and pest control, and oenological improvements. The objective of avoiding frosts and keeping adequate (T_{max}-T_{min}) amplitude for wine quality has made this sector very much aware of climate impact on their products. The use of cover crops between rows is improving soil quality and rainfall infiltration rates in various important commercial companies.

Two strategies initially considered for future warmer conditions are being put in place now with positive effects under current climate: 1) trellis systems that lift grape bunches from the soil to avoid infrared radiation in particular during the night (lower T_{min} for the grapes) and sprawled shoots that protect these bunches during the daytime (to lower T_{max} for the grapes); and 2) new vineyards in cooler areas or at a greater altitude, evaluating frost probabilities.

Horticulture and greenhouses

Fruit and vegetables are the corner stone of the agricultural sector in Spain. They represent 40% of production and provide 50% of employment in agriculture. They are grown over 1.5 Mha including 90 thousand ha of greenhouses, with ca. 17 billion € of value for more than 24 Mt of fresh products. Exports of 13Mt are worth 13 billion €. Water, temperature (mild winter temperatures), pest and disease management, and nutrient supply as well as a high number of sun daily hours, are at the basis of these production systems. Water for agriculture in the eastern and southeastern regions competes mainly with the urban (and tourist) sectors, as is common around the entire Mediterranean coast.

Fruit tree production, including nuts, is a dynamic sector that is addressing the prospect of temperatures increase with the evaluation of the chill requirements of cultivated species and cultivars, as well as the need for heat avoidance and water access for irrigation. Research on improved irrigation systems, including the utility of deficit and precision irrigation will have a continuing positive effect for future climate.

Greater productivity within greenhouses, plastic or recently established glasshouses, could be attained in cooler areas than where they are currently used. Greenhouses of southern and southeastern regions rely more and more on desalination and groundwater so their sustainability should be studied with care under current climate; water for agriculture in those regions is competing with urban (including tourist sector). Migration of these cropping systems to cooler areas is a possibility. Nevertheless technology, production costs, and markets may be a shorter term issue to deal with.

Dehesa systems and pastures

The dehesa is a rainfed agro-forestry system of evergreen oaks and pastures where cattle, sheep, and high value Iberian pigs are raised. It is a sub-climax agricultural system that extends to ca. 4 Mha. Together with native pastures it covers ca. 8 Mha. Acom production diminishes markedly in years of low rainfall (Iglesias et al., 2016)- and may increase sudden death syndrome in ever green oak - which in turn reduces an essential component of fodder supply for finishing Iberian pigs.

Pastures are mainly based on C3 annual species in the Mediterranean regions and perennial in the Atlantic zones. Pastures in the former are adapted to the summer dry months. Overgrazing has to be addressed under current climate to protect soil from erosion on mostly undulating areas. This problem will be exacerbated in future if rainfall is more intense. Effect of higher temperatures on evergreen oaks and on the introduction of C4 plants with less protein content should be considered.

Conclusions

Climate change awareness is pushing research and innovation in agriculture. Studies are booming on phenology and heat stress physiology - in parallel with improvement of their simulation in crop models- water use, irrigation requirements and improvement - be it deficit, strategic or precision irrigation-, cereal grain quality, and pest and disease evolution; large international and European research projects are working on these and mapping new areas for cultivation or species/cultivar changes.

Bibliography / More information

- Del Río, S., Fraile, R., Herrero, L., and Penas, A. 2007. *Analysis of recent trends in mean maximum and minimum temperatures in a region of the NW of Spain (Castilla y León)*. Theor. Appl. Climatol.
- Iglesias, E., Báez, K., and Diaz-Ambrona, C. H. 2016. *Assessing drought risk in Mediterranean Dehesa grazing lands*. Agricultural Systems, 149, 65-74.
- Ruiz-Ramos M., Rodríguez A., Dosio A., Goodess C. M., Harpham C., Mínguez M.I. and Sánchez E. 2015. *Comparing correction methods of RCM outputs for improving crop impact projections in the Iberian Peninsula for 21st century*.
- Sánchez, E., Gallardo, C., Gaertner, M. A., Arribas, A., and Castro, M. 2004. *Future climate extreme events in the Mediterranean simulated by a regional climate model: a first approach*. Glob. Planet Change.

Tunisie : une nouvelle politique agricole pour relever les défis de la durabilité

Leith Ben Becher

Président du Syndicat des Agriculteurs de Tunisie SYNAGRI

NDLR

Cet article est extrait d'une note d'argumentaire élaborée au cours de l'année 2016 par un groupe de travail composé de membres du SYNAGRI et d'experts, qui ont bien voulu apporter leur contribution à cette réflexion, conduite sous la direction de Leith Ben Becher. L'article, plus long que le format habituel des textes publiés dans la Watch Letter, a été inséré dans ce numéro dédié aux agricultures méditerranéennes et aux enjeux du climat, car il représente une analyse en prospective des défis auxquels la Tunisie doit faire face pour être en mesure de produire plus et mieux dans un contexte de transitions sociopolitiques et environnementales.

L'agriculture joue encore dans notre pays un rôle économique important et constitue une composante majeure du tissu social. Elle intervient par ailleurs, dans les équilibres territoriaux, environnementaux, voire politiques. Cependant, en dépit de ce rôle stratégique proclamé, elle semble aujourd'hui en panne, car les modèles de développement agricole adoptés jusque-là, ont montré leurs limites. En effet, nous devons plus que jamais résoudre une difficile équation : produire mieux pour assurer la sécurité alimentaire du pays tout en préservant nos ressources naturelles et en garantissant un revenu à nos agriculteurs.

Ainsi, il apparaît urgent de définir un nouveau modèle de développement pour notre agriculture et notre monde rural, répondant aux attentes non seulement des producteurs, mais aussi de l'ensemble des citoyens. Il conviendra donc ici, d'apporter des éléments de réponse à la question suivante : quelle nouvelle politique agricole et quelle(s) agriculture(s) voulons nous pour la Tunisie de demain ? Si la révolution de janvier 2011 a sans doute manqué de lyrisme, les choix politiques et économiques de nos gouvernants actuels manquent cruellement de perspective. Et cela n'est pas de nature à dissiper nos craintes pour l'avenir du pays et des paysans.

Pour nous qui partageons le métier d'agriculteur et la passion de la terre, les ambitions et les attentes sont à la mesure des enjeux ; c'est à dire vitaux. Vivant encore une transition politique, mais aussi économique et sociale, les agriculteurs doivent être mieux écoutés. Par ailleurs, le Plan de développement économique et social 2016-2020 ne nous semble pas apporter, pour l'économie nationale en général et le secteur agricole, en particulier, une vision stratégique novatrice. Enfin, la perspective des négociations qui s'ouvrent entre la Tunisie et l'Union européenne (UE) dans le cadre de l'Accord de libre-échange complet et approfondi (ALECA), et qui s'étendront cette fois aux produits agricoles, n'est pas sans risques. Ces négociations constituent même un motif de légitime inquiétude. Cela nous oblige à redéfinir nos choix stratégiques en matière de développement agricole. Au-delà de la libéralisation des échanges, nos autorités devraient œuvrer avec l'UE pour instaurer à terme une politique agricole méditerranéenne visant à non seulement renforcer les économies des pays du Sud de la région, mais aussi à préserver une sorte de « label » méditerranéen.

Il est donc plus que jamais urgent de définir, pour les prochaines décennies, les grandes orientations de l'agriculture tunisienne, en lien avec la sécurité alimentaire, le développement rural et la durabilité des ressources et en prenant en compte les effets attendus du changement climatique. Ces orientations devront aussi contribuer à appuyer la petite agriculture et à réduire la pauvreté des populations rurales, notamment dans les régions qui souffrent d'un retard de développement. L'agriculture est un secteur très important pour la croissance et la stabilité des populations rurales et un moyen de lutte contre le phénomène de migration, aussi bien interne qu'externe. La richesse qui en est issue doit être équitablement partagée en vue d'assurer un développement harmonieux de nos territoires et un cadre de vie décent pour les populations rurales.

Diagnostic du secteur agricole

Déni rural et biais urbain

Un retour rapide sur l'histoire récente de l'agriculture et de sa place dans les stratégies de développement peut constituer un fil conducteur pertinent. Depuis l'Indépendance, l'agriculture n'a jamais fait l'objet d'une politique « pour elle-même », avec des objectifs spécifiques cherchant à répondre à des questions de développement agricole et rural. Au contraire, les politiques de développement ont assujéti le secteur agricole et par là-même les agriculteurs, au bénéfice d'autres secteurs. Durant les premières décennies après l'Indépendance, le poids de l'agriculture dans l'économie nationale était évalué par sa contribution au PIB. Pendant cette période l'effet de la conjoncture agricole sur la croissance du PIB était important. La diversification économique entreprise par la suite et la croissance économique plus rapide du PIB non agricole par rapport à la croissance du PIB agricole (près de 5% en terme réel pour le PIB non agricole et proche de 3% pour le PIBA) a eu comme conséquence une baisse structurelle du poids du secteur agricole dans l'économie (30-40 % du PIB dans la décennie suivant l'Indépendance et autour de 8-10% en 2015).

Cette analyse du secteur agricole basée sur sa contribution au PIB risque de paraître incomplète et doit être à notre sens complétée par un système d'information multidimensionnel efficace et collaboratif. Cela nécessite un nouveau système statistique et une analyse qui inclut les informations relatives à l'endettement des exploitants agricoles, à la situation foncière (notamment l'accès à la propriété et la situation complexe du cadastre et du registre fonciers), les circuits de commercialisation et les nouveaux canaux de distribution informels, les pertes de terres suite à l'érosion et aux mauvaises pratiques culturales, etc. L'analyse devrait prendre en compte la multifonctionnalité de l'agriculture et donc mettre en place une approche qui intègre les externalités positives produites par l'agriculture (les services environnementaux, préservation des paysages, etc.). Enfin, comme nous le verrons plus loin, l'absence d'un véritable statut de l'agriculteur, constituée à nos yeux, un véritable déni à la face de ces hommes et de ces femmes qui ne comptent pas leur peine pour garantir la sécurité alimentaire nationale.

Parallèlement à ce déni du monde rural, il y a ce que l'on appellera un « biais urbain », c'est à dire une préférence accordée au consommateur aux dépens du producteur. Ceci s'est très vite traduit à travers des instruments de fixation de prix à la production déconnectés de la réalité des coûts de revient. Cette politique qui a été mise en œuvre très tôt après l'Indépendance, pour permettre des salaires bas dans les secteurs industriels et touristiques naissants, tout en préservant le pouvoir d'achat des salariés, a sans doute permis d'assurer une certaine « paix sociale », mais a largement défavorisé les producteurs agricoles.

Performances et contraintes du secteur agricole

Malgré cette tendance lourde, peu favorable au secteur agricole, l'agriculture tunisienne a réalisé un certain nombre de performances dont notamment l'amélioration de la couverture des besoins internes (autosuffisance en lait, viandes, fruits et légumes) et a permis de dégager une part importante de la production pour l'exportation. Mais, ces performances, qui sont le fait d'une agriculture à dominante familiale (dans sa diversité), n'ont cessé d'être remises en cause depuis la mise en place du Programme d'ajustement structurel en 1986/1987. En effet, cette « politique » a mis à mal les capacités de résilience de l'agriculture tunisienne en forte difficulté du fait de la détérioration des termes de l'échange, de la volatilité des prix, de la forte pression sur les ressources naturelles et des conditions de l'emploi en dehors de l'agriculture favorisant la pluriactivité. La situation risque même de s'aggraver sous le double effet du changement climatique et de la libéralisation des échanges, avec notamment l'ouverture programmée de nos frontières aux produits agricoles dans le cadre des accords de l'OMC et de l'ALECA avec l'UE.

Des éléments de diagnostic, souvent très pertinents, ont été établis dans de nombreux documents et études, notamment à la suite de la crise alimentaire et financière de 2008. Mais, aucune réelle correction n'a été apportée quant aux choix à faire en matière de politique agricole. Cependant, si l'agriculture contribue aujourd'hui pour près de 10% au PIB et pour plus de 14% à l'exportation (pour la décennie 2000-2010) et occupe encore près du quart de la population active, elle rencontre de sérieuses contraintes.

Il convient d'en rappeler ici les plus importantes :

- Un niveau de productivité relativement faible sur des productions importantes comme les céréales et les olives.
- Une production agricole fortement dépendante des conditions climatiques dont l'aridité sera accentuée par le changement climatique.
- La faible performance de la recherche et l'inadéquation de la formation agronomique par rapport aux besoins du pays.
- L'extension des superficies de certaines cultures sur des sols inaptes ; poussée de l'urbanisation sur les terres agricoles ; intensification des techniques de production entraînant une forte pression sur les ressources naturelles (sols et eau) et une dégradation de l'environnement.
- L'augmentation des coûts de production, notamment des prix des intrants et du matériel agricole, entraînant une dégradation du revenu des agriculteurs et une baisse de la compétitivité de nos produits.
- La volatilité des prix et ses conséquences négatives sur l'exportation et l'importation des produits agricoles.
- L'augmentation continue du nombre des ayants-droits agricoles (sont-ils vraiment agriculteurs?), aggravant la tendance au morcellement.
- Le vieillissement de la population des exploitants et une formation et un recyclage insuffisants.
- Un faible soutien à une agriculture essentiellement familiale de petite taille.
- Un recul des investissements publics en agriculture (pistes rurales, travaux de CES, etc.), en termes de pourcentage des investissements totaux, et une stagnation de l'investissement privé.
- Un très faible accès au crédit et aux assurances, outre l'endettement qui constitue aujourd'hui une véritable contrainte.
- Un faible maillage et un manque d'appui aux organisations professionnelles.
- Des filières insuffisamment structurées et une faible autonomie des organisations des producteurs.
- Les effets perturbateurs du commerce parallèle.

Pour lever ces contraintes, il paraît urgent d'adopter un nouveau modèle de développement de l'agriculture et d'en définir les composantes techniques, économiques et sociales, ainsi que les modes de gouvernance. A cet effet, il est important de susciter un débat sur les orientations d'une nouvelle politique agricole et d'aboutir à l'appropriation de propositions concrètes à l'horizon des 20 ou 30 prochaines années. Car, au-delà de sa fonction de production de biens alimentaires, l'agriculture contribue à façonner la configuration de l'ensemble de la société tunisienne et les rapports entre urbains et ruraux.

Le débat sur la politique agricole devrait ainsi aborder, tout autant les questions de sécurité et/ou de souveraineté alimentaire, celle du développement local et des rapports entre villes et campagnes. Mais, cette question ouvre aussi sur des problématiques plus larges portant sur l'insertion de la Tunisie dans son environnement international à travers les choix en termes d'ouverture du marché et de libéralisation des échanges des produits agricoles et alimentaires.

L'agriculture facteur d'équilibre territorial et de stabilité sociale

L'accès à la terre

Malgré plus d'un siècle de réformes et une législation récente sur l'immatriculation foncière, l'accès à la terre reste marqué par l'inégalité et l'insécurité. Le dualisme agraire résulte de deux dynamiques : le morcellement des terres et la concentration foncière qui induisent l'augmentation des prix du foncier !

L'indivision, l'absence de généralisation du cadastre et la diffusion du faire-valoir indirect avec des baux de très courtes durées alimentent l'insécurité foncière. Les terres du domaine privé de l'État constituent un patrimoine important, mais restent un problème majeur, dans la mesure où elles n'ont fait l'objet ni d'une véritable évaluation de leurs usages (Agro-Combinats ; SMVDA, etc.) ni d'une planification à moyen et long termes de leur affectation. Avec près de 300.000 ha, elles représentent pourtant une part importante des terres agricoles à haut potentiel.

Il convient de souligner que les choix faits pour attribuer les terres domaniales n'ont pas toujours été heureux et ont contribué à dilapider une bonne partie de ces réserves. Sans aller jusqu'à proposer une réforme agraire généralisée, il sera sans doute nécessaire, d'engager une action sérieuse de remembrement. Enfin, il convient de souligner qu'il existe une discrimination dans l'accès à la terre selon le genre et l'âge qui défavorise les femmes et les jeunes. Par ailleurs, les femmes, qui représentent la majeure partie de la main-d'œuvre agricole saisonnière et qui contribuent non seulement à la création de richesses mais aussi à la réduction de la pauvreté dans les régions rurales, souffrent de l'absence de protection sociale et de couverture contre les accidents du travail.

La répartition des terres entre différents usages

Les superficies des terres cultivées et des forêts sont relativement stables depuis 1960. Mais les terres agricoles subissent de nombreuses dégradations suite à l'envahissement de l'urbanisation, à l'érosion et à l'utilisation de mauvaises techniques de travail du sol. De plus, des changements notables ont eu lieu au sein des terres agricoles. Les surfaces irriguées ont augmenté pour atteindre 8% des terres cultivées, les terres de jachère ont diminué et les surfaces en arboriculture ont plus que doublé. Les usages des terres sont très différents selon les régions.

Les cultures s'organisent selon un gradient Nord-Sud qui reflète la succession des zones climatiques : cultures irriguées ou pluviales et forêts dans le Nord du pays, pastoralisme et cultures pluviales, notamment l'arboriculture (olivier) dans les plaines centrales et système oasien dans le Sud. Des différences existent également au sein de ces régions. Une partie des terres cultivées pour assurer la sécurité alimentaire du pays est utilisée pour fournir des produits d'exportation faisant de la Tunisie, au passage, un exportateur d'«eau virtuelle». Parallèlement, 27% des terres arables sont cultivées en blé. Mais cela n'empêche pas les importations qui continuent d'augmenter. Pour atteindre l'autosuffisance en blé, il faudrait doubler la superficie ou multiplier les rendements par deux ! De fait nous dirons, qu'avec près de 50% de ses besoins céréaliers importés, la Tunisie est aujourd'hui indirectement importatrice de « terres virtuelles ».

La gouvernance de l'agriculture

Malgré les réels progrès techniques réalisés, notre agriculture et nos agriculteurs pâtissent de graves problèmes et plus encore d'un « déficit d'image » hérités d'une certaine conception des priorités économiques des régimes politiques successifs, autant que de la désaffection, sinon d'un mépris des élites dirigeantes qui s'est très peu démenti depuis l'Indépendance. De fait, c'est le secteur où la profession, pourtant nombreuse (près de 500 000 agriculteurs au dernier recensement agricole de 2009), est la plus marginalisée et la moins bien écoutée politiquement.

Le rôle des acteurs

Pour nous, l'agriculture doit être reconnue comme une profession à part entière. D'abord pour sécuriser les producteurs et leur permettre d'accéder aux aides et aux soutiens publics et, ensuite, pour éviter que des intrus ou des producteurs « occasionnels » ne détournent ces mêmes aides à leur avantage de façon indue. En outre, l'absence d'un statut définissant le métier d'agriculteur est non seulement perçue comme une injustice supplémentaire faite à la profession (statut fiscal, couverture sociale), mais encore comme une cause de mauvais usage des ressources financières allouées aux agriculteurs (crédits, avantages fiscaux ou financiers, intrants subventionnés, etc.).

Par ailleurs les structures agricoles à caractère économique (coopératives, mutuelles, etc.) n'ont guère évolué depuis l'Indépendance. Bien plus, beaucoup ont disparu ou ont été contraintes à la liquidation depuis la période collectiviste des années 60, et les rescapées ont gardé de lourdes séquelles. Le retour à une politique économique plus libérale à partir des années 1970, ne s'est pas accompagné d'un renouveau des organismes agricoles, ni d'un réel regain d'intérêt pour la paysannerie. Cette situation perdure jusqu'à aujourd'hui. La loi de 2005 sur les sociétés mutuelles, en cours de révision, reste une véritable entrave au développement du secteur coopératif. Ainsi, que ce soit au travers des sociétés mutuelles, des offices publics (céréales, huiles, etc.) ou des groupements dits interprofessionnels, l'État dirige depuis trop longtemps et maintient sous une tutelle pointilleuse l'essentiel de l'agriculture avec beaucoup d'énergie gaspillée et très peu de succès au final.

Pourtant, des agriculteurs tentent de s'organiser en sociétés mutuelles, en groupements de développement ou encore en associations spécialisées (élevage, céréaliculture, gestion des ressources naturelles) pour mieux se prendre en charge et tenter de se réapproprier ce qui leur a été trop longtemps dénié, c'est à dire le droit d'exprimer leurs attentes et de tenter d'y répondre, d'autant que l'État s'est mis dans une perspective de désengagement progressif du soutien à l'agriculture depuis le programme d'ajustement structurel en 1986/1987. Preuve de ce désengagement, l'investissement public en agriculture a baissé de 13% à 10% entre 1997 et 2011.

La conception qui doit se dessiner d'une agriculture au service du développement redéfinit les rôles des producteurs, du secteur privé et de l'État.

- Les agriculteurs et les acteurs privés doivent avoir en charge l'organisation de chaînes de valeur, permettant à la fois une meilleure maîtrise du marché et une meilleure répartition de la valeur ajoutée;
- L'État-qui a de nouvelles capacités et des formes de gouvernance- doit définir les contours d'une gestion interprofessionnelle des filières agroalimentaires, arbitrer en cas de crise et réglementer la concurrence. Il peut aussi participer de manière stratégique à des partenariats avec le secteur privé pour promouvoir la structuration des filières et favoriser une plus grande inclusion des petites exploitations familiales, autant que l'amélioration des droits économiques et sociaux d'une main d'œuvre agricole essentiellement féminine.

Les contours d'une nouvelle gouvernance agricole

Dans un contexte mondial marqué par la libéralisation des échanges, il est impérieux de repenser notre gouvernance agricole, dispendieuse et obsolète. De la recherche, à la production, en passant par le financement du secteur agricole, l'appui aux producteurs, la structuration des filières et l'organisation des marchés, tout est à revoir en profondeur, dans le cadre d'une politique agricole ambitieuse mais concertée. C'est la condition pour améliorer les performances de notre production nationale, de préserver notre capital productif et de sécuriser nos approvisionnements.

En somme, la nouvelle gouvernance agricole devrait permettre :

- La pleine expression du pluralisme syndical
- La redéfinition du cadre juridique des organisations de base et le renforcement de leurs capacités
- L'établissement d'un nouveau système statistique collaboratif permettant de mieux structurer la gouvernance du secteur agricole
- La mise en place des cadres de concertation pour définir les politiques agricoles et accompagner le développement sur le terrain : Conseil National de l'Agriculture réformé et Chambres d'agriculture au niveau régional
- L'instauration des structures interprofessionnelles pour gérer des filières agricoles intégrées
- La réforme du Ministère de l'Agriculture, en réduisant le nombre des directions et/ou en fusionnant certaines et en séparant les activités de production et celles de régulation (comme les Offices), pour un service public agricole plus efficient.

Produire durablement

Les modèles techniques à proposer dans le cadre de la nouvelle politique agricole doivent plus que jamais permettre de résoudre une difficile équation : produire plus et mieux pour assurer la sécurité alimentaire du pays tout en dégageant une part pour l'exportation, mais produire durablement en préservant les ressources naturelles assez fragiles et en garantissant un revenu équitable aux agriculteurs.

Quels modèles techniques pour une agriculture durable ?

Depuis l'Indépendance, les stratégies d'accroissement de la production agricole ont été orientées en priorité vers les zones à potentiel élevé et vers des techniques d'intensification basées sur l'utilisation de matériel végétal à haut rendement, l'irrigation, l'utilisation accrue des intrants et sur l'introduction de races animales, notamment bovines, à potentiel de production élevé, mais peu adaptées et très exigeantes. En dépit d'une tradition agronomique certaine, la Tunisie a sans doute cédé, depuis les premières années de l'Indépendance, à une vision trop « techniciste » de l'agriculture, fondée sur une mobilisation des ressources naturelles comme un levier inépuisable au service du développement, au risque d'en faire parfois un usage excessif.

Il devient donc urgent de revoir nos systèmes de production pour intégrer dans les stratégies agricoles une approche plus horizontale, axée sur les critères de la durabilité, entendue comme la nécessaire conciliation entre la performance écologique, l'efficacité économique et l'équité sociale. Car c'est bien d'un changement de paradigme qu'il s'agit : produire mieux et durablement. Certains s'y sont engagés. Mais les entend-on assez ? Davantage d'attention doit être accordée à l'agriculture pluviale. Les systèmes de culture actuellement pratiqués accordent de moins en moins de respect aux assolements, en pratiquant souvent une monoculture céréalière entraînant une baisse de la fertilité des sols et une pullulation des maladies et des adventices.

L'agro-écologie pour faire face au changement climatique

La Tunisie est confrontée depuis très longtemps aux défis majeurs de la rareté de l'eau au niveau des nappes souterraines, mais aussi de l'irrégularité et l'aspect souvent torrentiel des précipitations, engendrant érosion et dégradation des terres. Ces phénomènes assez caractéristiques du climat méditerranéen sont souvent accentués par de mauvaises pratiques culturales. Ce phénomène qui concerne plus de 13.000 ha de terres perdues annuellement, devrait se confirmer les années à venir ; tout cela malgré les actions entreprises dans les premières années de l'Indépendance, pour lutter contre l'érosion.

En effet, les conditions climatiques et naturelles (intensité des pluies d'automne, topographie parfois difficile, faible épaisseur du sol, faibles capacités d'infiltration et de rétention de l'eau dans le sol) ainsi que les conditions socio-économiques et culturelles (régime successoral conduisant souvent à un morcellement excessif des terres, mise en culture de terres fragiles, techniques culturales conventionnelles peu appropriées et mauvaise pratique de la jachère) favorisent la dynamique érosive dont résulte la détérioration des sols. Cela va même jusqu'à contrecarrer tout l'effort fait en matière de mobilisation des ressources hydrauliques, tant il est vrai qu'il est aussi important de savoir préserver l'eau dans les sols, en appliquant des techniques conservatoires, que de la stocker à grands frais dans les barrages, par ailleurs menacés d'envasement.

L'agriculture pluviale et plus particulièrement les grandes cultures (céréales, fourrages, légumineuses à graines, etc.) sont concentrées au nord du pays, sur moins du cinquième du territoire, et sur environ 1,3 million ha dans les zones climatiques humides, subhumides et semi-arides, là où la pluviométrie annuelle moyenne dépasse les 350 mm/an, mais avec de fortes variabilités interannuelles. Tout cela, conjugué à une recherche agronomique insuffisamment soutenue et à une politique des prix pratiquée souvent au détriment des producteurs, met l'agriculture tunisienne, mais aussi les populations rurales de ces régions, en grave danger.

Les systèmes de culture en pluvial, qui constituent la plus grande partie des espaces agricoles du pays, soit 4/5 de la SAU, doivent recevoir une attention particulière pour mieux les adapter à l'aridité qui devrait s'accroître sous les effets attendus du changement climatique. Les techniques permettant une gestion efficace de l'eau dans le sol et une augmentation de la fertilité des terres, telles que l'agriculture de conservation, ainsi que l'introduction des légumineuses alimentaires et fourragères dans les assolements, sont à encourager. En effet, Les techniques basées sur une mécanisation importante, l'utilisation systématique des pesticides, la surexploitation des terres, ne nous ont pas apporté une réelle autosuffisance dans les productions pourtant déclarées stratégiques, comme les céréales, la viande, et même le lait fortement dépendant des importations de maïs et de soja. Il est donc impérieux de revoir la politique de développement agricole et surtout d'intégrer dans les stratégies de développement une approche plus horizontale, soucieuse des équilibres naturels et axée sur les critères du développement durable.

Mais un autre défi, bien plus aigu, se pose : celui de la gestion des ressources et principalement de l'eau sous l'effet d'un changement climatique qui se précise. L'eau est rare et ce constat est encore plus vrai dans cette partie du bassin méditerranéen à laquelle nous appartenons. Si l'effort de mobilisation des ressources hydrauliques qui a atteint plus de 95% est remarquable, celles-ci ne sont pas toutes renouvelables. Le risque de déficit est donc réel, d'autant que la demande est encore en progression et qu'il s'agira très vite d'arbitrer entre les différents usages agricoles, industriels, touristiques et ménagers. Les pouvoirs publics ont adopté jusque-là une politique de gestion de l'offre, ayant pour objectif de satisfaire une demande sans cesse croissante, ce qui entraîne souvent un gaspillage et une surexploitation de la ressource, notamment dans les régions du Sud où les réserves sont quasi fossiles.

Pour l'agriculture qui en est le principal utilisateur, l'enjeu est d'améliorer ce qu'il est convenu d'appeler l'efficacité de l'eau. L'agriculture irriguée utilise plus de 80 % des ressources en eau mobilisées, constituées pour moitié par les eaux de surface et pour l'autre moitié par des eaux souterraines. Compte tenu de la rareté des ressources en eau, il est important d'adopter plutôt une politique de gestion de la demande, basée sur une utilisation efficace de l'eau d'irrigation adoptant les techniques d'économie d'eau et favorisant les cultures classées comme stratégiques (céréales pour la consommation humaine) ou celles ayant une forte valeur ajoutée et dont les produits sont en partie exportés (olives, dattes, agrumes, légumes, primeurs, etc.).

Il convient de signaler, par ailleurs, qu'il est important de renforcer le contrôle phytosanitaire au niveau de nos frontières pour préserver notre agriculture de l'introduction de nouveaux agents pathogènes et ravageurs dangereux, comme cela a été le cas, ces dernières années, avec l'apparition du feu bactérien, de la Tristeza, du charançon rouge, ou de la mineuse de tomate. Deux maladies très dangereuses qui sévissent dans certains pays voisins constituent une véritable menace pour notre agriculture : la *Xylella fastidiosa* de l'olivier et le Bayoud du palmier dattier.

« De la fourche à la fourchette » : Importance des filières alimentaires

Le concept de « filières » ou de « chaînes de valeurs », impliquant un ensemble d'acteurs pour un produit donné, permet d'intégrer les différents intervenants dans la production, la transformation et la commercialisation agricoles en vue de définir le rôle de chacun. Il contribue à la réduction des pertes, à l'amélioration de la sécurité alimentaire, à l'accroissement des revenus des petits agriculteurs tout en diminuant les prix à la consommation.

Le contrôle des pertes et du gaspillage des produits agricoles et alimentaires, le long de toute la chaîne de valeur permet de couvrir une bonne partie de nos déficits. Les données sur cet aspect manquent beaucoup pour ce qui concerne la Tunisie. Néanmoins, la FAO estime à 30 à 50 % de pertes et de gaspillage de produits agricoles dans le monde. Toujours selon la FAO, ces pertes sont évaluées dans les pays d'Afrique du Nord et de l'Asie de l'Ouest à 30 %.

Un rapport récent de l'INRA-CIRAD indique que la réduction de la moitié des pertes et gaspillages le long de la chaîne alimentaire permettrait d'économiser une quantité de ressources alimentaires équivalente à 25 % de la production agricole dans le monde. Une attention particulière devrait être accordée à ce problème en Tunisie, en améliorant la protection des cultures et des produits après récolte par des approches de lutte intégrée contre les maladies et ravageurs et en sensibilisant les citoyens pour limiter les gaspillages au niveau de la consommation.

Conclusion

Cinq ans après la Révolution, nous n'avons qu'une certitude, celle d'être plus que jamais à la croisée des chemins ! Et la transition qui semble s'installer manque cruellement de mise en perspective des questions économiques et sociales, et plus encore de la question agricole et rurale. Or voilà précisément que s'ouvrent, en plus, des négociations cruciales, dans le cadre de l'ALECA avec l'UE, et qui risquent d'engager l'avenir du pays pour de nombreuses années. Au cœur de ce nouveau round de négociations se trouve la question agricole, jusque-là épargnée des accords commerciaux aussi bien bilatéraux que multilatéraux.

Avons-nous pour autant réellement pris la mesure des effets d'une libéralisation rampante et parfois dévastatrice et d'une mondialisation sans régulation efficace ? A-t-on tiré les leçons de la crise alimentaire de 2007/2008 qui a probablement précipité la chute de nombreux régimes dans notre région ? Car en ne cherchant pas à remédier à l'impact de la hausse des prix des produits de base et qui trouve ses origines dans la dérégulation de l'économie mondiale, on a laissé s'aggraver une dépendance excessive vis-à-vis des importations de produits de consommation courante (céréales, lait, huiles de graines...). Enfin, l'absence d'une politique publique efficace a accentué la paupérisation de nombreuses franges de la population et notamment celles rurales et péri urbaines.

Pour nous agriculteurs, les attentes sont à la mesure des enjeux, c'est-à-dire vitaux. Très simplement, agriculture et ruralité ne doivent plus rimer avec pauvreté ! Dans un contexte mondial marqué par la libéralisation des échanges et l'extrême volatilité des prix, il est impérieux de repenser notre modèle de développement agricole, trop dispendieux et pas assez efficace. De la recherche et la formation, à la production, en passant par le financement du secteur agricole, l'appui aux producteurs, la structuration des filières et l'organisation des marchés, tout est à revoir en profondeur, dans le cadre d'une nouvelle politique agricole ambitieuse et concertée. Car, il est vital de stabiliser notre production nationale, de préserver notre capital productif et de sécuriser nos approvisionnements.

Enfin, une évaluation du secteur agricole dans son interdépendance avec la ruralité et l'alimentation, telle que nous l'avons décrite précédemment, devrait permettre une meilleure compréhension du rôle fondamental de ce secteur dans la préservation des équilibres socio-économiques, de la sécurité alimentaire et de la souveraineté du pays. Cette nouvelle approche doit conduire à l'élaboration d'un nouveau contrat social favorable au développement de l'agriculture dans sa multifonctionnalité.



Supporting the adaptation of the Portuguese agriculture to climate change

Rui Rosario

Chair of the Scientific Board, National Institute for Agrarian and Veterinary Research (INIAV), Portugal

The agricultural, forestry and veterinary research permanently face important and decisive challenges. For the next decades the production of food, feed and fiber need to grow in order to meet the foreseen increased demand. It also has to be able to adapt to the change in consumers preferences and to the new processing and market requirements. At the same time the climate change is an unavoidable reality that obliges farmers and researchers to come forward with suitable technological and innovative solutions for the adaptation of agricultural, livestock and forestry production and systems to the new climate realities.

Apart from the adaptation processes, the mitigation of the emission of greenhouse gases, the increased use of renewable energy and the expansion of the potential of the circular economy, the reduction of food loss and waste are compelling topics to the agricultural research institutions. It is crucial that these issues should be included to their work programs. The change on the climate conditions also brought along new crop, forest and livestock diseases boosted by the increase and the intensification of the globalization process in the recent decades. This new reality has already significant impact on the amount and quality of the supply of these goods.

It is no longer possible to increase the supply significantly by bringing up new productive areas. The intensification seems to be the way out, but the society does not accept anymore the intensification of processes based on the solutions that worked in the past. The growth of the supply was mostly based on techniques with too high non-accepted environmental impacts. Today there is a unanimous opinion that any growth of the supply of food and fiber products should safeguard the environmental impact on the ecosystems.

On the other hand, the consumers and industries require constantly higher quality and safeguard standards. This happens both in the domestic as well as in international markets. It constitutes a strong point for the paradigm for the agricultural and forestry development research nowadays.

At the same time, new technologies should ensure its economic and financial feasibility. Sometimes we refer to it as economically sustainable solutions, meaning the ability that a technological solution has to be adopted and disseminated by farmers in the medium-term so that it ensures a positive and well-accepted level of economic return. A compromise between the environmental impact of a specific technology and its capacity to ensure the economic and financial return should then be ensured.

Briefly, we should be able to produce more, with a higher degree of quality and safeguard, increasing income and reducing costs, ensuring a higher level of efficiency of the resources used, preserving or even promoting healthier environmental conditions for the ecosystems.

This compromise is one of the most complex challenges that the agricultural, forestry and veterinary research is facing today. The outcome of the research should be evaluated by the capacity to create feasible solutions to be adopted by the “real world”. Moreover, a sound technology should be the one that contributes positively to the balance of the natural resources used, that preserves or even improves the ecosystems health, allowing conditions to perpetuate their productive potential.

Therefore it is today essential that research projects integrate this compromise since the beginning. It is vital to have around the same table different scientific disciplines. It is also essential that the private perspective should be taken on board, seating farmers and the industry altogether at that same table, at the same time.

The main climate change concerns

The climate evolution in Portugal points out to the increase of general unfavorable production conditions as a result of a reduction of precipitation and the raise in temperature. The rise in the frequency and intensity of extreme weather conditions and the increased susceptibility to desertification in the Southeastern regions are part of the evolution observed in recent years. Winters tend to be less cold. Spring rainfall reduces and autumn rainfall increases. The transitional seasons become shorter, as well. Summer tends to be hotter and longer, with the corresponding increase in the number of continuous hot days without rain.

Among other factors, these new realities and their intensity changes quite remarkably from North to South and from East to West. This heterogeneity is due to the combined climate influences of the Atlantic Ocean from West, the inland of the Iberian Peninsula from East, of the Northern Africa from South and the orographic shape of the country.

Box 1

Concerns regarding the adaptation of the agricultural sector to climate change

Arable crops:	Diversification of cultural systems and promote the balance of crop rotation. Conservation techniques and soil protection. Monitoring the health and growth stage of the crop. Genetic improvement, definition of technical itineraries, environmental impact and protection of soil. Dissemination of irrigation techniques.
Horticulture:	Adoption of systems and efficient irrigation practices and integrated production systems. Adjusting technical itineraries and extending the production cycle. Adoption of best varieties adapted to heat and water stresses. Conversion to protected culture systems. Development of new adapted varieties. Strengthening the use of environmental control equipment in protected crops. Relocation of production. Balancing crop rotation.
Olive oil:	Adoption of regional, local and arid regions varieties resistant to rising temperatures and drought. Adaptation of cultural practices: deficit irrigation, fertilization, pest control, pruning. Prediction of the onset of disease. Preservation of intervarietal and intravarietal biodiversity and genetic improvement.
Wine:	Optimize and reduce water consumption. Health monitoring and prediction of the emergence of new pests and diseases. Adaptation of oenological strategies adapted to the new features of production. Relocation of production. Installation of more resistant to water stress grafts. Classification of vine varieties regarding maturity groups and in terms of the growth cycle. Adaptability of varieties obtained from warmer and arid geographical origins.
Fruit:	Diffusion of species, cultivars and rootstocks resistant to drought and other stress factors. Adoption of the most appropriate cultural practices of soil protection and management. Increasing the efficiency of irrigation and adoption of deficit irrigation practices. Testing of anti hail net, anti scald and shade nets Adoption of hedges to reduce wind speed effects. Effectiveness of sun protection products of the fruit in different species.

Source: Adapted from "Strategy of adaptation of agriculture and forestry to climate change", Ministry of Agriculture, Lisbon, 2013 (Portuguese only)

The combination of the diversity of production systems and its distribution along the territory, the difference of expected regional climatic evolution does foresee the occurrence of multiple and varied effects of climate change. However, actually there are some general main concerns due to the amplitude and the combined effects of those phenomena, promoting the degradation of the productive conditions and social habitability of large areas of the territory. The impact of this process can be huge for the activities located in these areas. For example, regarding forestry ecosystems, more than one half (about 60%) of the forest area is located in areas of greatest susceptibility to desertification, with special incidence of the settlements of holm oak, cork oak and stone pine.

Climate evolution of the last decades has resulted in the widening of the areas susceptible to desertification and increased dramatically over the last decades. The process of desertification represents a vulnerability that could worsen in Portugal as the expected reduction in rainfall becomes more pronounced mostly in regions that today are already susceptible to desertification. In such a process the actual low level of soil fertility and the high risk of water erosion will be aggravated.

In these cases the adaptation of agriculture and forestry to climate change and the combat against desertification process represent the two faces of the same coin. This is already a rather complex issue but we have to add to this the problematic of regional development associated to the aging and depopulation we witness in the most affected areas.

Box 2

Concerns regarding the forestry sector and climate change

Breeding and plant health:	Continuity of the breeding program for high-productivity plants dedicated to the regions that maintains or increases production capacity; launching a new breeding program specifically adapted to the regions of lower future production ability. Development of soil quality recuperation techniques. Strengthen the resilience to biotic agents. Improve the monitoring and control of diseases methodologies. Identifying the causes of the oak decline and integrated forms of protection. Availability of approved plant protection products suitable to biotic agents of main impact.
Forest fires:	Resilience of different composition and structure of forest to the change of fire regime. Improve the knowledge about the causes of occurrence of forest fires and fire behaviour. To develop innovative fire management practices.
Forest management:	Develop policy instruments which allow overcoming the constraints associated to the high level of fragmentation of property, adapted to small farms Preventing the abandonment of forests, promoting the diversification of production and income and increasing the resilience of ecosystems. To disseminate active forms of management of forest areas.
Inland waters:	Impact of the dispersion of alien and invasive species. Changes in the eutrophication process in water bodies and degradation of its ecological status. Developing techniques of bio manipulation as an eutrophication control tool, improved fishing value and the ecological status of water bodies.

Source: Adapted from "Strategy of adaptation of agriculture and forestry to climate change", Ministry of Agriculture, Lisbon, 2013 (Portuguese only)

The main short-term critical factors for agriculture to adapt to the climate change are related with the capacity of the production systems to become more resilient to the consequences of the increased climate variability (see some examples in Box 1 regarding agriculture and Box 2 regarding forestry). The effectiveness of the installed irrigation capacity, keeping soil fertility conditions, preventing the erosion process to be installed and the risk management to face to extreme weather events are important elements for this adaptation process. In addition, the new weather conditions favor the appearance of new harmful organisms to crops, forests and animals introducing or aggravating imbalances in the ecosystems. Some of these new realities can even induce the emergence of public health problems.

The capacity of ecosystems to adapt to the new weather conditions and the capacity of farmers to redesign their production systems are the key factors for the future of the agricultural sector in the medium and long term. To address the complexity of these issues, a good coordination between central and local institutions is needed. An active participation of both the scientific and civil society communities is essential.

During the last decades the climate change became an important element of the public policies in Portugal. Many discussion fora have been working in this area and in the framework of the Paris Summit a second governance structure for the “climate change policy” is in place. It includes three standing committees for Agriculture, Forest and Biodiversity. They aggregate a quite large number of experts, from private sector to the administration, representatives of central and regional authorities and relevant scientific institutions. Portugal is also an active partner in the international fora.

The INIAV's approach

INIAV congregates all the research capacity on the agricultural, forestry and veterinary areas of the Ministry of Agriculture. It has also the responsibility for the conservation and valorization of the national genetic resources and the support to the national and EU policies on food security, food safety and animal and plant health. It is the National Reference Laboratory for these areas. The plant and animal gene bank and other reference collections and the associated technical knowledge constitute important assets of INIAV as well.

They contribute to its strategic position to undertake applied research initiatives in many different fields. It has a quite extensive institutional work program, supported by several regional research infrastructures and laboratories distributed all over the country, allowing a deeper regional and value chain integration in its activity.

The organization of the research undertaken in recent years at INIAV followed the most common model: a work program composed by a cloud of atomized and independent short-term research projects, conceived as a result of independent initiatives of its internal or external promoters. Usually the project team has a low degree of differentiation of the scientific disciplines involved. Projects usually focus on rather specific issues.

This type of project should always exist in the research institutions. Although it is considered that a research program on climate change has to incorporate projects with larger horizons of action and with a stronger integration and differentiation of scientific disciplines. They should also be focused on a “problem solving” type of approach, defined according with the view of those who could have a direct interest on the adoption of the outcomes.

INIAV's research teams always include partners from other scientific institutions and representatives of the private sector are commonly involved. This is considered to be a very positive and balanced composition of the research teams.

The research more directly linked to the climate change undertaken by INIAV in recent years focused on the technological development and innovation in production and processing, the sustainable management of natural resources and the ecosystems and biodiversity management (INIAV, 2015). Between these areas there are quite strong interactions that lead to the interest on launching a gradual process of integration of the research initiatives.

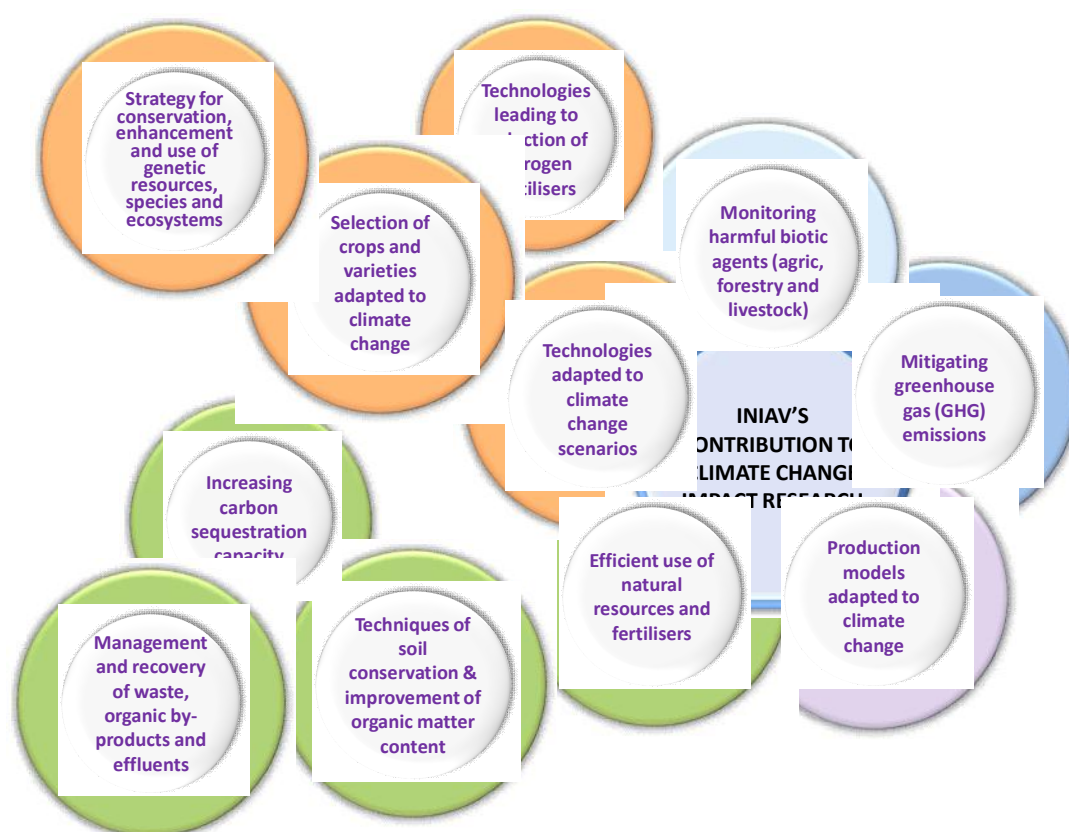
The ongoing strategy to adapt the research work program is based upon the following axes:

- The coexistence of complementary scientific disciplines, covering a wide range of areas of expertise;
- The existence of a remarkable genetic heritage and collections built up over decades, associated with resident relevant technical and scientific skills;
- The coexistence of a network of reference laboratory infrastructures, covering a large set of scientific areas in the agricultural, forestry and veterinary fields;
- The existence of decentralized research stations and experimental farms, creating favorable conditions to the promotion of the integration of field and environmentally controlled work;
- These structures are taken as proximity structures to the regional economic agents, creating conditions to an easier establishment of working partnerships adapted to the applied research on targeted concrete issues; in some cases experiments are undertaken at the private partners premises;
- The central and decentralized structures are equipped to allow the development of a flexible knowledge transfer program, increasing on-farm and farmer-to-farmer type of information transfer regarding innovative research outcomes directly linked to innovation;
- The promotion of a deeper integration of the research work program with universities and laboratories regarding high technological research dedicated to specific technological innovation, complemented by a national wide network of experimental fields evolving different types of institutions dedicated to regional development issues in the framework of a common work program;
- The promotion of a higher level of integration of the work plan with different regional realities, from arid and semi-arid Southern regions up to Northern regions of the Mediterranean, sharing expertise and knowledge and testing adapted technological solutions.

Key research areas

The design of the research program is based on five research areas: the development of technologies adapted to climate change scenarios, the promotion of a more efficient use of natural resources, the monitoring of harmful biotic agents, the mitigation of greenhouse gas emissions and finally the research on farming systems adapted to climate change (see Figure 1).

Figure 1
Initial thematic decomposition of the research program on climate change



Several areas of special pertinence are identified. The conservation, enhancement and use of genetic resources, species and ecosystems was considered to be the key activity that should be safeguarded to allow the selection of crops and varieties adapted to the new climate conditions. Lowering the use of nitrogen fertilizers is an important element for the type of technological development. The balance of nitrogen and salts in the soil, the decrease in dependence of nitrogenous fertilizers, the biological fixation of nitrogen achieved through the symbiosis between plants and bacteria and the use of bio-fertilizers in grass using micro-organisms that promote plant growth and health, are the examples of ongoing technological research work in this domain.

The second case refers to the efficient use of natural resources. The management and recovery of waste, organic by-products and effluents and the increase of the carbon sequestration capacity are research topics that conduct to the development of techniques of soil conservation and improvement of its organic matter content.

The third area refers to the prevention, fight and control of new diseases of plants and animals and to the weed chemical and bio control technologies. Apart from the research of already established health problems, there is continuous work to be done to prepare new pests and disease emergence and to identify the most suitable control techniques. Pests and diseases that usually had a secondary role tend now to become major health concerns. In this field it is also important to be able to monitor the geographical distribution and incidence of the most important pests and diseases considering different scenarios of climate change.

On the mitigation of greenhouse gas emissions the work program established as a priority the research on livestock emissions. It includes the study of the most important origins of this type of emission, the metabolic responses related to environmental temperature changes, conducting experimental controlled studies to obtain additional amounts of methane enteric emissions mitigation. The improved digestive efficiency and the study of alternative food for mitigation of emissions of greenhouse gases is one area of study that is currently under development.

Finally, there is a great interest to develop the capacity to move from the activity-based research to a farming system approach. This is a quite complex area of study that requires the availability of specific adherent and feasible data that still has to be improved. Nevertheless, the study of the impact of drought periods on the structure and income level of both intensive and extensive production systems is needed. The development of a standardized assessment of the ecological footprint of the main agricultural production systems could be a relevant step forward to better understand the expected behavior of the farming systems. This could allow the identification of political measures to promote the adaptation of those systems to more suitable environmental impact.

This initial design of a research program should be viewed as a first step and it is expected that it will be shaped accordingly with other research initiatives. The plasticity of its shape is a main element of its conceptualization.

The timeframe that is necessary to develop feasible results in the research on these domains is unavoidably long. The common “three year projects” are not adapted to the majority of the cases. Due to biological constraints, the study on the reaction of plants, animals or ecosystems to different weather conditions requires long periods that overpass the logics and the rationale behind the financial support policy programs dedicated to research. The development of a new variety of an annual crop, resistant to a certain disease or adapted to a probable level of lack of irrigation requires at least 6 years. After such a period we still have to do some extra work to ensure or confirm the outcomes. If we move to the fruit, olive or vineyard sectors the timeframe increases significantly. The study of forestry and agro-forestry ecosystems needs even longer periods of time.

Due to these reasons the financial support of a research program on climate change and agriculture should be adapted to those biological conditions. There is no unique solution to this problem. The funding of such a work program has to ensure a wide range of financial sources, using each of them in the most appropriate circumstances.

This is a quite exigent framework, as it needs a multiple coordinated actions with very different partners and sponsors. The achievements are most of the time independent on from one another and the financing inflow are obtained within different time lags. This means that a step-by-step type of approach and a high level of flexibility are needed to build such program.

Final remarks

The importance of the agricultural and forestry sectors to the Mediterranean communities, the strategic importance they have regarding economic and social development, boosted the societal concern about the persistent changes of the climatic conditions observed in recent decades. The scientific community should be able to improve the effectiveness of the efforts regarding the resilience of agriculture and the rural societies to those changes.

This improvement could be achieved by the combination of different factors. At a Mediterranean level, an international higher coordinated approach of the national research work plans could allow benefits for the countries involved. The complementary of scientific and technical knowledge and experiences would allow a better understanding of the process in its multiple sheds. The Mediterranean region is a “living laboratory” where several climatic realities and societies highly dependent of agriculture and forest co-exist. It should be noted that there is an important dependence of food imports in this region too.

The case of Portugal is somehow paradigmatic due to its climatic diversity as pointed out above. Its relevant experience in the development of adapted technologies to new climatic conditions could be enhanced and enlarged if it integrates and shares its working plan with other Mediterranean research institutions.

This can be seen as a way to adapt the scale of the resources to the scale of phenomena that represents a common major concern. The approximation of the existent “knowledge capital” and of the work plans at the highly qualified research structures disseminated around the Mediterranean can positively contribute to develop a shared scientific effort to better face the complexity of a common challenge.

An increase on the level of integration of the research projects is also recommended in order to handle the higher level of complexity of the object studied. Climate change is a multifaceted societal issue and a societal approach should then be considered on the organization of the research activity. This leads to a greater interest to incorporate the views of the beneficiaries in the research strategy definition as well as in the composition of the research teams.

The commitment of both private and scientific communities on medium term research programs and on its interim periodic evaluation could have a very positive influence to the increase of the effectiveness of the research investment at medium term. It will tend to increase the problem solving perspective of the projects ensuring a better capacity of the outcomes adoption.

Bibliography

- Ministry of Agriculture, “Strategy of adaptation of agriculture and forestry to climate change”, Lisbon, 2013 (Portuguese only).
- National Institute for Agrarian and Veterinary Research, “The design of a research project on climate change and agriculture”, Lisbon, 2015 (working paper, Portuguese only).



L'agriculture face à un contexte d'incertitude croissant : plus de diversité pour des systèmes de production plus robustes ?

Nicolas Urruty

Docteur, Institut national pour la recherche agronomique (INRA), France

Au cours des XIX et XX siècles, les systèmes agricoles ont profondément changé en France, passant de la polyculture-élevage à des systèmes beaucoup plus spécialisés et ayant un recours intensif aux intrants achetés à l'étranger. Du fait de la forte croissance démographique observée depuis la seconde moitié du XX^{ème} siècle, cette modernisation de l'agriculture s'est accélérée. Elle s'est plus particulièrement déroulée dans le paradigme du contrôle, c'est-à-dire à travers des systèmes agricoles qui cherchent à maximiser l'expression du potentiel génétique des espèces végétales et animales domestiques en s'affranchissant, ou du moins en se détachant, des facteurs biophysiques du milieu.

Ce paradigme, fondé sur l'idée de stabilité et l'hypothèse de simplicité, a permis d'augmenter très fortement la productivité agricole, notamment en ciblant les progrès génétiques sur un petit nombre de variétés et de races animales. Mais ce paradigme a également eu pour corollaire une homogénéisation des ressources, une dégradation des différents compartiments de notre environnement (sol, air, eau, biodiversité) et une diminution de la diversité des variétés, des pratiques agricoles, des exploitations et des paysages.

Un nouveau paradigme

Aujourd'hui, le contexte croissant d'incertitudes (climatique, économique, socio-politique) définit désormais un environnement défavorable à l'élaboration des performances dans le paradigme du contrôle (Tichit, 2014). L'urgence imposée par le calendrier climatique pousse notamment les agronomes à de nouvelles réflexions sur la manière de transformer les systèmes agricoles actuels afin qu'ils s'adaptent mais également qu'ils luttent contre les effets des changements climatiques. Face au contexte de volatilité des prix, les systèmes agricoles devront également s'adapter afin que les plus consommateurs en intrants achetés à l'extérieur soient moins vulnérables.

Un faisceau croissant de connaissances empiriques et scientifiques suggère que nous avons négligé la diversité au sens large et sous-estimé son potentiel pour la durabilité des systèmes agricoles, notamment dans un monde qui évolue rapidement et parfois brutalement. La recherche de performances multiples (Guyomard et al. 2013) repositionne dans l'agenda scientifique l'intérêt de la diversité et encourage à promouvoir un nouveau paradigme, celui de la robustesse.

D'après sa définition générale, la robustesse est définie comme la capacité du système étudié à maintenir ses performances malgré des changements du milieu. À l'inverse du paradigme du contrôle, les systèmes agricoles développés dans le paradigme de la robustesse se caractérisent par une meilleure prise en compte des incertitudes et des risques et une meilleure adaptation face aux contraintes du milieu.

Augmenter la diversité pour augmenter la robustesse ?

Depuis toujours les exploitations agricoles font face à des aléas et des incertitudes qui peuvent compromettre la durabilité des systèmes de production. Les agriculteurs et agricultrices du monde entier ont toujours cherché à s'adapter à ces conditions changeantes, soit de façon stratégique par le choix d'espèces ou de variétés particulières, soit de façon tactique par l'adaptation de leurs itinéraires techniques. Face à la variabilité des conditions climatiques, différentes options peuvent être mises en œuvre, comme par exemple le recours à l'irrigation (création d'infrastructures d'irrigation ou raccordement à un réseau) ou encore l'optimisation de la gestion des ressources disponibles par des techniques plus économes en eau (agriculture et irrigation de précision).

Au-delà de ces options techniques, la diversification des ressources végétales à l'échelle des systèmes de culture, mais aussi des paysages, pourrait offrir de nouvelles marges de manœuvre en vue de concilier performance et robustesse des systèmes de culture. Cependant, cette diversification ne doit pas être envisagée comme un simple « retour en arrière », qui entraînerait une baisse trop importante des niveaux de productivité, mais comme la base d'une nouvelle ingénierie agro-écologique appliquant les concepts de l'écologie à la production agricole (Griffon, 2013).

Pour tirer le meilleur profit de la diversité, nous aurons besoin de mieux comprendre les mécanismes liés à la diversité. Ces derniers, largement étudiés dans les systèmes écologiques s'appuient sur la complémentarité, la redondance, la facilitation mais également la compétition et les relations antagonistes. Ces mécanismes pourraient être intéressants à mobiliser dans les systèmes agricoles afin d'augmenter leur capacité d'adaptation, de résilience et leur aptitude à concilier différents types de performances.

Les bénéfices attendus de la diversité en agriculture

Face à un contexte croissant d'incertitude, encourager des systèmes agricoles valorisant mieux la diversité, notamment fonctionnelle, permettrait tout d'abord de mieux répartir les risques auxquels sont exposées les exploitations agricoles (théorie de la diversité du portefeuille). D'autres bénéfices sont également à prévoir comme la réduction des risques parasites, l'amélioration de la complémentarité entre les espèces et l'optimisation de l'utilisation des intrants. Le calendrier des travaux agricoles pourra également être mieux étalé afin de réduire les périodes de surcharge de travail pour les agriculteurs. Enfin, accroître la diversité au sein des exploitations agricoles pourrait permettre l'organisation de paysages qui assurent un meilleur compromis entre les différents services écosystémiques (paysage multifonctionnel). Ces pistes de diversification sont néanmoins à décliner en fonction du contexte initial et du type de système de production. Il faut également souligner que tout ne se joue pas uniquement à l'échelle des exploitations agricoles et que la mise en œuvre de cette diversification n'ira pas forcément de soi tant elle n'est pas toujours compatible avec l'organisation actuelle des filières qui se sont spécialisées pour accroître leur efficacité économique (Meynard et al. 2013). Plusieurs pistes de diversification sont présentées ci-après et les questions de recherche sous-jacentes sont discutées.

Diversifier les cultures en adaptant l'assolement au niveau de l'exploitation agricole

L'assolement de l'agriculteur, c'est-à-dire le panier d'espèces et de variétés cultivées sur l'exploitation agricole, est généralement adapté localement de façon à optimiser l'usage des ressources disponibles, qu'elles soient naturelles (apportées par le sol, le climat, le recyclage de biomasse, ...) ou exogènes (eau d'irrigation, intrants de synthèse, amendements, ...). Toutefois, la diversité de l'assolement dépend également de la présence de débouchés et de la possibilité de valoriser des productions de niche (lin, chanvre, luzerne, ...).

A l'échelle de l'exploitation agricole, deux niveaux de diversification peuvent être utilisés :

- Diversification des espèces: intégration de nouvelles cultures permettant de mieux esquisser les risques de stress hydrique ou tolérant mieux un défaut d'irrigation (diversifier l'assolement avec du sorgho par exemple). Face à un contexte d'augmentation des prix des intrants, la diversification peut également s'orienter vers des cultures moins exigeantes en charges de culture (intégration d'espèces légumineuses pour réduire le recours aux engrais minéraux de synthèse).
- Diversification des variétés: pour une même espèce, l'agriculteur peut également jouer sur la diversité des caractéristiques des variétés (précocité, sensibilité aux maladies, ...). Face à des perturbations abiotiques (gel, échaudage thermique, déficit hydrique ou azoté...) ou biotiques (maladies fongiques, insectes, ...) par nature imprévisibles, le recours à une gamme de types variétaux la plus large possible permet de mieux répartir le risque et de le rendre plus supportable à l'échelle de l'exploitation agricole. Les critères agronomiques et la méthodologie de construction de ce portefeuille de variétés doivent néanmoins être affinés localement afin d'optimiser les performances attendues par les agriculteurs tout en minimisant les variations interannuelles.

Diversifier la composition des couverts cultivés

Au sein d'une même parcelle, la diversification des espèces et des variétés peut également permettre d'accroître la robustesse face aux aléas climatiques et bénéficier de différents atouts, via les techniques suivantes :

- Mélanger des variétés différentes pour valoriser la complémentarité de résistance aux maladies et réduire les risques de contournement. L'utilisation de mélanges de variétés a fait l'objet de nombreux travaux, notamment en blé tendre (Lannou et al., 2005), où ses bénéfices ont été observés vis-à-vis de la rouille (De Vallavieille-Pope et al., 2006). En arboriculture, des résultats similaires ont pu être observés dans le cas du pommier vis-à-vis de la tavelure, mais seulement avec une organisation très précise du verger (Brun et al., 2007).
-
- Associer plusieurs espèces dans la même parcelle (cultures associées à graines ou prairie à flore complexe). Là encore de nombreux travaux ont montré que cela permet de mieux valoriser les ressources du milieu par complémentarité de niche et facilitation entre types de plantes. Les travaux de C. Naudin et de G. Hellou (ESA Angers) ont montré que les associations entre blé tendre et pois protéagineux amélioraient l'efficacité de l'utilisation des ressources du milieu, la céréale valorisant l'azote minéral et la légumineuse l'azote symbiotique. Le rendement et la qualité des grains sont également améliorés relativement à une culture monospécifique. Ceci a en particulier été démontré dans le cadre d'associations blé dur - pois (Bedoussac et Justes, 2010).

Diversifier les cultures dans le temps : la rotation

C'est l'une des pratiques les plus citées pour améliorer la robustesse des systèmes de culture. En effet, la diversification des rotations permet de réduire la sélection d'adventices spécialisés et de pathogènes résistants qui peuvent survenir rapidement dans une monoculture.

Une rotation longue et diversifiée (alternant cycles culturaux d'été et d'hiver, types botaniques et types d'enracinement différents...) permet des ruptures efficaces dans l'accomplissement des cycles parasites : les stocks d'inoculum ou d'adventices peuvent ainsi rester faible et le risque d'explosions parasites être suffisamment réduit pour que l'objectif de réduction de l'usage des pesticides soit envisageable. Ainsi, réduire la fréquence dans la rotation des oléoprotéagineux (tournesol, colza, pois...) réduit le risque d'apparition du sclerotinia dans les sols réceptifs.

Enfin, les cultures intermédiaires (en période d'interculture) composées d'espèces et de variétés différentes des cultures de vente peuvent rendre divers services écosystémiques : amélioration de la fertilité en azote des sols, stockage du carbone, piège à nitrate, réduction de l'érosion hydrique et des adventices, lutte contre certains nématodes ou champignons telluriques, etc. (Justes et al. 2012). Obligation réglementaire dans certaines régions françaises pour couvrir les sols en automne, les cultures intermédiaires sont également un moyen d'intensification écologique qu'il convient de mieux exploiter.

Diversifier les variétés et les cultures au niveau du paysage

Cette dernière piste de diversification, qui intègre un plus grand nombre d'acteurs, permet une gestion plus territoriale de la protection des cultures. L'objectif est par exemple de construire une mosaïque des résistances à l'échelle paysagère afin de réduire les infestations de bioagresseurs (en évitant par exemple d'associer inoculum et cultures sensibles). L'exemple le plus connu est celui d'une expérience de mise en place de mélanges variétaux de riz en Chine (Zhu et al. 2000) pour lutter contre la pyriculariose (maladie fongique causée par *Magnaporthe grisea*). L'expérience avait été en partie conçue avec des agriculteurs, ce qui avait permis d'adapter le principe du mélange aux pratiques locales (en particulier en alternant des rangs de chaque variété, ce qui était possible dans ce cas car le travail était essentiellement manuel). Le résultat, une quasi disparition de la maladie sur la variété sensible, avait tellement séduit les agriculteurs locaux que le mélange est ensuite devenu une pratique courante dans la région, couvrant jusqu'à deux millions d'hectares d'une zone dans laquelle une variété sensible à la maladie mais commercialement intéressante était cultivée sans aucun apport fongicide et sans dommage significatif lié au parasite (Lannou et al. 2013).

Autre exemple de diversification des cultures à l'échelle des paysages : en organisant mieux la localisation des cultures dans un bassin versant, il est possible de mieux protéger la qualité de l'eau et des sols en permettant aux flux polluants d'être interceptés par d'autres couverts (et non par un sol nu) avant d'atteindre les zones de captage.

Enfin, de nombreux travaux s'intéressent aujourd'hui à la valorisation des espaces naturels entre les parcelles et l'aménagement de haies pour leurs services de régulation écologique et la fourniture d'une plus grande diversité de ressources pour les pollinisateurs pendant l'été et les auxiliaires des cultures. Ce secteur de recherche et de développement connaît aujourd'hui un intérêt croissant avec des travaux importants sur la biologie des organismes et sur l'écologie des paysages.

Implications pour la recherche agronomique

En premier lieu, il nous apparaît important de s'interroger sur les meilleures pistes de diversification à développer pour améliorer la robustesse des exploitations agricoles. En effet, dans un système agricole, il existe de multiples sources de diversité au sein des différentes composantes du système : diversité biologique (animale et végétale) mais aussi diversité technique, diversité des produits issus du système, etc. Il convient donc d'examiner, en fonction des spécificités locales (état initial, type de sol, système de production, débouchés, etc.) à quel niveau il serait le plus avantageux d'introduire plus de diversité. Nous rappelons également que le niveau d'échelle est primordial : comment favoriser la mise en œuvre de cette diversité à des échelles extra-exploitation ? Comment intégrer à ces questionnements les acteurs non-agricoles qui sont également concernés par ces problématiques ?

Pour concevoir des systèmes agricoles valorisant la diversité, nous allons également devoir considérer la diversité d'un point de vue fonctionnel et du point de vue de la fonctionnalité des liens entre les composantes des systèmes agricoles. Il s'agira par exemple d'explorer les associations de traits pour mieux valoriser la complémentarité entre espèces et mettre au point des systèmes plus diversifiés et plus robustes. A ce titre, nous aurons besoin de mieux coupler les connaissances des praticiens et des scientifiques pour accélérer la transition des systèmes actuels issus du paradigme du contrôle vers des systèmes plus robustes.

Enfin, il convient de souligner que la diversité n'est pas nécessairement une panacée et qu'elle aura un coût. Le niveau d'intégration de cette diversité, c'est-à-dire les interactions entre les différentes composantes du système, est tout aussi important que la diversité des composantes. Avons-nous besoin d'un maximum de diversité et d'intégration ? Quel niveau de diversité permettrait de renforcer la robustesse des systèmes agricoles actuels sans entraîner trop de coûts pour les agriculteurs ? Comment mieux valoriser cette diversité et les atouts qu'elle apporte ? Il est donc important d'interroger la diversité en passant en revue ses limites.

En guise de conclusion

La diversification des espèces et variétés est théoriquement un moyen efficace pour concilier performance et robustesse des systèmes de culture face à un contexte de variabilité climatique et de volatilité des prix, car elle répartit les risques sur plusieurs cultures ou variétés aux exigences contrastées, et combine au sein de couverts ou d'assolements des cultures ou variétés assurant une gamme de services écosystémiques. Vieux concept, son actualisation ne va cependant pas de soi et de nombreux travaux sont encore nécessaires pour optimiser et maîtriser les modifications de pratiques envisageables. D'ores et déjà, la question de la diversification avec un objectif d'intensification écologique de l'agriculture renouvelle la réflexion des agronomes pour concilier des travaux de recherche génériques et la nécessité d'adaptations locales des concepts.

La diversification des cultures et des variétés n'est pas toujours compatible avec l'organisation actuelle des filières qui se sont spécialisées pour accroître leur efficacité économique. Ainsi des verrous existent tout au long de la filière : du sélectionneur au transformateur, en passant par le collecteur mais aussi le producteur. En conséquence, il reste à analyser si une diversification poussée peut être valorisée au-delà de marchés de niche et voir comment faire évoluer l'organisation des filières. Par ailleurs, la problématique de la gestion coordonnée des territoires (par exemple pour la gestion des résistances variétales) et la mise en place d'une organisation spatiale des systèmes de culture constituent un véritable défi socio-économique, aussi bien pour la recherche agronomique et que pour tous les acteurs de l'agriculture.

Bibliographie / Pour plus d'information

- Bedoussac, L., Justes, E., 2010. *The efficiency of a durum wheat-winter pea intercrop to improve yield and wheat grain protein concentration depends on N availability during early growth*. Plant and Soil 330
- Brun, L., Didelot, F., Parisi, L., 2007. *Stratégies de protection innovantes contre la tavelure du pommier: conception, évaluation et intégration en verger*. Innovations agronomiques 1
- De Vallavieille-Pope, C., Belhaj Fraj, M., Mille, B., Meynard, J.-M., 2006. *Les associations de variétés: accroître la biodiversité pour mieux maîtriser les maladies*. Les Dossiers de l'environnement de l'INRA 30
- Griffon, M., 2013. *Qu'est-ce que l'agriculture écologiquement intensive?*, Editions Quae
- Guyomard, H., Huyghe, C., Peyraud, J.L., Boiffin, J., Coudurier, B., Jeuland, F., Urruty, N., 2013. *Volume 2 : Conception et évaluation de systèmes innovants en agriculture conventionnelle. Vers des agricultures à hautes performances*. INRA.
- Justes, E., Beaudoin, N., Bertuzzi, P., Charles, R., Constantin, J., Dürr, C., Hermon, C., Joannon, A., Le Bas, C., Mary, B., Mignolet, C., Montfort, F., Ruiz, L., Sarthou, J.P., Souchère, V., Tournebize, J., 2012. *Réduire les fuites de nitrate au moyen de cultures intermédiaires : conséquences sur les bilans d'eau et d'azote, autres services écosystémiques*. Rapport d'étude, INRA.
- Lannou, C., Hubert, P., Gimeno, C., 2005. *Competition and interactions among stripe rust pathotypes in wheat-cultivar mixtures*. Plant Pathology 54
- Lannou, C., Papaix, J., Monod, H., Raboin, L. M., Goyeau, H., 2013. *Gestion de la résistance aux maladies à l'échelle des territoires cultivés*. Innovations Agronomiques, 29
- Meynard, J.-M., Messéan, A., Charlier, A., Charrier, F., Le Bail, M., Magrini, M.-B., Savini, I., 2013. *Freins et leviers à la diversification des cultures: étude au niveau des exploitations agricoles et des filières*. OCL 20, D403.
- Zhu Y.Y., Chen H.R., Fan J.H., Wang Y.Y., Li Y., Chen J.B., Fan J.X., Yang S.S., Hu L.P., Leung H., Mew T.W., Teng P.S., Wang Z.H., Mundt C.C., 2000. *Genetic diversity and disease control in rice*. Nature 40



Avec le changement climatique, quel avenir de l'agriculture en Tunisie ?

Raoudha Gafrej

Enseignant chercheur, Université Tunis El Manar, Institut Supérieur des Sciences biologiques Appliquées de Tunis, Tunisie

La Tunisie est caractérisée par la variabilité et l'irrégularité de la pluviométrie annuelle qui lui offre un apport d'eau moyen annuel de 36 Milliards de m³ variant de 11 Milliards de m³ en année sèche et environ 90 Milliards de m³ en année pluvieuse.

Ainsi, la répartition spatio-temporelle de la pluie et la configuration spatiale de l'occupation du sol fait ressortir une forte aridité à laquelle s'ajoute la pression humaine sur les ressources naturelles et les territoires. En effet, la superficie de la Tunisie est occupée à 5% de zones humides, 32% de terres cultivées, près de 13% de forêts, 0,5% de terres urbanisées et 50% de terres inexploitées. Les forêts abritent 8% de la population Tunisienne et les deux tiers de la population sont situés sur le littoral qui abrite également 90% de l'activité socio-économique. Cette configuration des habitats présente une menace sur la durabilité des services environnementaux que les écosystèmes rendent à l'économie Tunisienne. Surtout que le potentiel en eau n'est que de 4,8 Milliards de m³ par an, ce qui indique une disponibilité des ressources renouvelables d'eau bleue de l'ordre de 419 m³/an/hab. pour une mobilisation actuelle des ressources en eau de surface d'environ 93% du potentiel.

Concernant les ressources naturelles et la protection de l'environnement, le coût de la dégradation de l'environnement a été évalué en 2007 à 2,7% du PIB, un taux largement dépassé sur les cinq dernières années. La prolifération de l'exploitation illicite a fait grimper le taux d'exploitation des nappes profondes qui est passé de 100% en 2010 à 114,3% en 2014. Les difficultés matérielles pour l'entretien et la réhabilitation des infrastructures de l'eau, le vandalisme et les multiples infractions ont entraîné une baisse drastique des rendements dans les réseaux. C'est le cas pour l'eau potable où le rendement dans les réseaux de distribution est passé de 85,3% en 2002 à 74,8% en 2015.

Les défis économiques de l'agriculture

La place de l'agriculture dans l'économie Tunisienne est importante car elle contribue à hauteur de 8,66% au PIB national, emploie 17% de la main d'œuvre et participe donc à l'équilibre de la balance commerciale à travers les exportations.

L'agriculture est pratiquée sur une superficie agricole totale d'environ 10 millions d'ha dont une superficie labourable égale à 5 millions d'ha et une superficie équipée pour l'irrigation d'environ 4% des terres agricoles et 8,2% des superficies labourables. L'agriculture est assurée à travers 516.000 exploitations d'une taille moyenne de 10 ha avec environ 75% des exploitants disposant d'une superficie de moins de 10 ha. L'élevage constitue le tiers du PIB agricole et emploie 39% de la main d'œuvre agricole, avec 70% des éleveurs de bovins et ovins qui détiennent des superficies inférieures à 10 ha ce qui signifie un manque d'intégration entre production de fourrage et l'activité d'élevage.

L'essentiel de l'agriculture est pratiqué dans des conditions naturelles des plus fragiles. Elle a donc un coût environnemental relativement important. La non durabilité économique pourrait, dans ces conditions, poser le problème de la faisabilité socio-politique des choix d'ouverture et de croissance. Cette dimension est l'une des questions clés de la recherche de la durabilité de l'agriculture, qu'elle soit économique ou écologique.

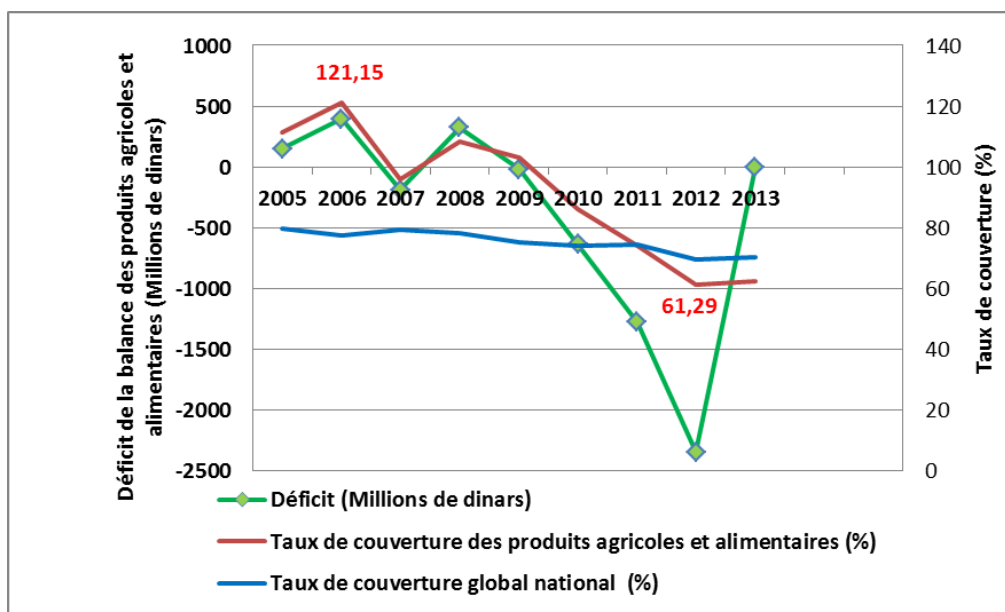
Le secteur irrigué qui occupe 425.000 ha au cours de l'année consomme environ 81% des ressources en eau et contribue à hauteur de 37% au PIB agricole. La diminution des ressources en eau conjuguée à l'impact du changement climatique présente une menace sur ce secteur irrigué et donc sur l'équilibre économique du pays.

A cela s'ajoute une capacité compétitive en baisse expliquée par une dépendance des systèmes de production agricoles de l'importation des différents intrants (semences et fourrages), une structure de production peu favorable caractérisée par un morcellement et une compétition avec les autres secteurs pour l'usage des facteurs de production primaires en particulier sur la ressource en eau (oasis, Gabès, Cap Bon...), ce qui rend le soutien public de plus en plus difficile à justifier.

Sur la période de 2005 à 2015, les échanges commerciaux de la Tunisie sont orientés globalement vers la hausse. Le taux de couverture a amorcé une tendance à la baisse au cours des dernières années. En effet, à l'échelle nationale, le taux de couverture du commerce global a été de 74,46 % en 2011, 69,53 % en 2012, 70,11 % en 2013, 67,56 % en 2014 et 69,61 % en 2015. Le déficit de la balance des produits agricoles et agroalimentaires se creuse de plus en plus (Figure 1). Ce déficit est en grande partie lié aux deux principaux produits échangés qui sont les céréales et l'huile d'olive, deux productions particulièrement impactées par la variation du climat. En effet, l'importation des céréales explique cette part de déficit qui s'est aggravée depuis 2007, à l'exception de 2009 où la balance agro-alimentaire a été excédentaire.

Le taux de dépendance d'importation des céréales (toutes céréales confondues) est en moyenne de 62,5% sur la période 2005-2015 et représente 47% de la valeur moyenne des importations alimentaires. Pour l'huile d'olive qui représente 40% des exportations, la moyenne de production sur la période 2005-2015 a été de 178 200 tonnes. La pluviométrie, très faible en 2013 et 2014, a été à l'origine d'une production d'huile d'olive de 70 000 tonnes alors que celle de l'année 2014/2015 a été de 340 000 tonnes. Autre produit exporté et posant un problème de taille, les dattes, dont environ 60% sont produites à Kébili où le taux de surexploitation des nappes est le plus important : 197,11%. Ce taux élevé de surexploitation est induit par la prolifération des forages illicites : 6123 forages en 2014 dont 3323 forages déjà recensés depuis 2008. S'agit-il d'une difficulté d'application de la réglementation de protection de la ressource ou de la peur de baisse de l'exportation de la Deglet Nour dont 73% sont produites à Kébili ? Ce constat alarmant témoigne de l'ampleur du coût économique et environnemental de l'usage de la ressource sachant que dans le cas de Kébili il s'agit des nappes du Complexe Terminal et du Continental intercalaire toutes deux partagées avec la Lybie et l'Algérie et dont les ressources sont non renouvelables. Est-il économiquement et écologiquement rentable de produire des dattes dont la consommation d'eau est d'environ 3,4 m³/kg ?

Figure 1
Evolution du déficit de la balance commerciale et du taux de couverture



Les défis environnementaux et sociaux

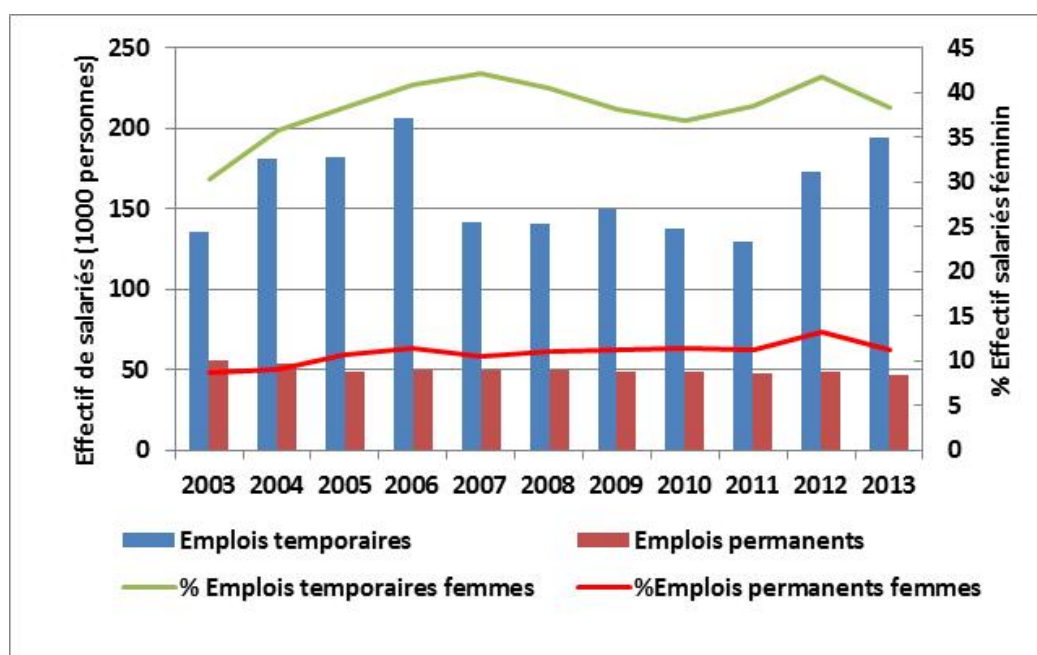
Le secteur est naturellement un grand usager des ressources naturelles et tout particulièrement l'eau (81% des ressources). Or le coût environnemental induit par l'activité est de plus en plus élevé du fait des diverses dégradations et surexploitations des ressources observées (hydromorphie et salinisation des sols, érosions des terres de culture de céréales, surexploitation des zones forestières et des parcours ne permettant par la régénération naturelle, désertification avancée pour le Sud...). De plus, le secteur agricole doit faire face à d'autres défis environnementaux qui sont essentiellement liés à :

- L'utilisation intensive des ressources non renouvelables dans le Sud du pays pour les besoins des oasis ;
- L'utilisation des eaux de fortes salinités et les sols non adaptés. On estime que 60 % des sols des périmètres publics irrigués en Tunisie sont moyennement à fortement sensibles à la salinisation secondaire suite à l'irrigation. Ce taux atteint 86% dans les périmètres privés ;

- L'extension peu maîtrisée de l'urbanisme ;
- La baisse de fertilité des sols irrigués constituant une forme de dégradation dominante ;
- La pollution chimique dans les périmètres irrigués essentiellement due à l'utilisation abusive ou inadéquate des engrais minéraux et des produits de traitement phytosanitaire des cultures ;
- La réduction des rendements due aux impacts du changement climatique.

A ces défis, il conviendra d'ajouter l'évolution de l'effectif des salariés permanents qui tend à la baisse au profit d'un effectif de salariés temporaires qui représente en moyenne 76% de la main d'œuvre globale sur la période de 2003 à 2013. On constate également que la main d'œuvre agricole se « féminise » (figure 2). En effet l'effectif salarié féminin est passé de 24,1% en 2003 à 33,03% en 2013. Cette mutation est en partie due à la disponibilité d'une main d'œuvre « bon marché » ou plutôt à la surexploitation des femmes pour lesquelles l'agriculture demeure la seule activité de développement envisageable dans les zones arides et semi arides.

Figure 2
Evolution de l'effectif des salariés et du taux de femmes salariées dans le secteur agricole



Enfin l'agriculture pluviale fait face à une réalité du monde rural qui combine le vieillissement des exploitants, leur niveau d'instruction bas (44 % des exploitants sont analphabètes, 39% ont un niveau d'instruction primaire et seulement 2,5% ont une formation supérieure), l'exode rural et l'absentéisme. En ce qui concerne l'âge des exploitants agricoles, il est à signaler que la proportion des exploitants âgés de plus de 60 ans est passée de 21% au début des années soixante à 37 % en 1994 pour se situer en 2004 à 43%. Aussi, la situation foncière est dominée par un morcellement des exploitations agricoles qui tend à s'accroître sous l'effet des partages successoraux et de la pression démographique.

Ainsi le nombre d'exploitants agricoles est passé de 325 000 en 1962 à 470 000 en 1995 et à 516 000 en 2005. Aussi, la superficie moyenne de l'exploitation agricole en 2005 n'est que de 10,3 ha alors qu'elle était de 16 ha en 1962. De plus, 50% des exploitations ont des superficies inférieures à 5 ha ces exploitations représentaient 41% de la superficie totale en 1976 et 53% actuellement. Cette situation foncière représente un frein pour l'accès aux crédits et à d'autres mécanismes comme l'assurance agricole.

L'agriculture entre l'impact du changement climatique et la libéralisation des échanges

Le secteur agricole est appelé à se métamorphoser vis-à-vis des changements dans son environnement économique et naturel. La libéralisation des échanges, l'intensification des événements climatiques extrêmes et la satisfaction des besoins du planificateur constituent l'essentiel des changements anticipés.

Dans ce nouveau contexte, le secteur aura à réaliser des taux de croissance relativement importants même si la réduction, voire la suppression du soutien à des systèmes de production peu performants affectera la durabilité économique de la catégorie d'agriculture sociale puisque l'essentiel de cette agriculture est pratiqué dans des conditions naturelles des plus fragiles rendus encore plus vulnérables sous conditions de changement climatique.

En effet, les projections climatiques réalisées en Tunisie en 2005 présagent :

- Une augmentation moyenne annuelle de la température sur l'ensemble du pays de +2,1 °C à l'horizon 2050.
- Une baisse des précipitations moyennes à l'horizon 2050 qui varie de -10% à -30% selon les régions, par rapport à la période 1961-1990.
- Une augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes extrêmes de sécheresse et d'inondation et de perturbation de la répartition saisonnière des précipitations.

Aussi, l'évaluation de la vulnérabilité au littoral à l'élévation accélérée du niveau de la mer à l'horizon 2050 laisse prévoir une augmentation moyenne du niveau de la mer de +30 à +50 cm, induisant un rythme annuel de retrait des plages de 20 à 135 cm, selon les littoraux et les régions.

Les effets directs et indirects du changement climatique (diminution de la pluviométrie, l'élévation de la température qui augmenterait les besoins en eau des différents secteurs socio-économiques et l'élévation accélérée du niveau de la mer) vont fortement impacter les ressources en eau et surtout les eaux souterraines fortement surexploitées. Ainsi la situation va s'aggraver dans les années avenir sous l'effet des changements climatiques, avec une baisse des ressources en eaux conventionnelles estimée à environ 28 % à l'horizon 2030 et une diminution des eaux de surface de 5% environ.

Ces projections climatiques indiquent aussi que sous l'effet de la sécheresse les superficies des céréales diminueraient de 20% et celles oléicoles de 40% à l'horizon 2020. L'effet de la sécheresse s'accompagnerait d'une baisse de la production des céréales, en pluvial, à environ 40% en 2030, la production oléicole en sec accuserait une baisse de 52 % pour le même horizon. La production animale diminuerait de 36 à 50%, respectivement, pour les espèces ovines et caprines.

En revanche, en cas de périodes à pluviométrie favorable, l'hydromorphie rend la pratique des cultures maraîchères difficile, ce qui sera à l'origine d'une baisse des superficies de ces cultures d'environ 50 000 ha. Celles des cultures pluviales (céréales et arboriculture) bénéficieraient d'une augmentation des rendements à concurrence de 20%. L'élevage bénéficierait également d'une hausse de son rendement à concurrence de 10%. Ces projections sous conditions de changement climatique sont inquiétantes et remettent en cause un recours massif à la plantation de l'olivier surtout alors que l'évaluation de vulnérabilité au changement climatique du système oléicole dans le gouvernorat de Médenine a fait ressortir que bien que l'olivier soit connu par son adaptation aux conditions climatiques très difficiles, le changement climatique devrait influencer négativement les possibilités d'expansion de la plantation de cet arbre. Par conséquent, les experts recommandent aux planificateurs et aux décideurs de dissuader et d'avertir les agriculteurs que l'extension de l'oléiculture serait de plus en plus risquée dans les grandes régions du gouvernorat où les précipitations vont diminuer considérablement dans les décennies à venir.

De plus, des enquêtes auprès d'agriculteurs témoignent d'une perte de productivité assez spectaculaire sur les dix dernières années. Certaines cultures ont même été abandonnées. L'une des principales raisons serait l'ouverture sur l'extérieur qui a créé une forte dépendance pour l'acquisition des semences sélectionnées des grandes cultures, des cultures maraîchères et des produits de traitement des vaches de races pures, des produits de traitement de mauvaises herbes, etc. Ceci a été conduit au dépend du patrimoine génétique national auquel il faudra sans doute faire recours pour s'adapter aux changements climatiques.

Enfin, le coût environnemental relativement important (dégradation des sols, surexploitation des nappes, pollution chimique, etc.) représente un problème de faisabilité socio-économique des choix d'ouverture et de croissance. Cette dimension constitue une des questions clés de la recherche de la durabilité de l'agriculture, qu'elle soit économique ou écologique.

La reconversion de certaines activités qui sont économiquement non rentables et climatiquement non durables, la révision et l'adaptation de la carte agricole à l'impact du changement climatique ou l'adoption de nouvelles technologies de production et de consommation durables constituent des mesures d'adaptation à intégrer dans la planification nationale. Plusieurs de ces mesures ont été considérées dans la Contribution Prévue et Déterminée au niveau Nationale (CPDN) soumise lors de la COP21 en août 2015 qui prévoit pour le secteur de l'agriculture, des forêts et l'utilisation des terres, un plan d'atténuation qui comprend l'intensification des capacités d'absorption de CO₂ de la forêt et de l'arboriculture, grâce à l'intensification des actions de reboisement, de consolidation et d'augmentation des réserves de carbone dans les milieux forestiers et pastoraux.

Il est également prévu d'alléger le bilan carbone de l'agriculture par le recours à des pratiques moins génératrices d'émissions telles que l'agriculture biologique ou de conservation ainsi que la valorisation énergétique des déchets des animaux ou l'optimisation de leurs régimes alimentaires. Ces mesures d'atténuation sont également des mesures d'adaptation compte tenu des bénéfices environnementaux qui en découlent : protection des barrages, augmentation de la fertilité des sols, stabilisation de la production par rapport de la variabilité du climat, amélioration du bilan fourrager pour l'alimentation du bétail, création d'emplois et d'activités génératrices de revenus dans les zones rurales ainsi que la réduction de l'exode rural. Sur les 18 milliards de dollars nécessaires à l'atténuation des gaz à effet de serre prévus pour la CPDN de la Tunisie, 1 533 milliard de dollars sont prévus pour l'agriculture, les forêts et l'utilisation des terres.

Comme les impacts socio-économiques et environnementaux toucheront notamment les ressources en eau, l'agriculture, les écosystèmes naturels et artificiels, le littoral, la santé et le tourisme, la CPDN a également prévu des mesures d'adaptation pour un investissement global de 2 milliards US\$ dont 69,7% sont en faveur des ressources en eau, de l'agriculture et des écosystèmes, 29% pour le littoral et 1,3% pour le tourisme et la santé.

Ces mesures prioritaires (sécurisation de l'alimentation en eau potable, protection des écosystèmes, la mise en place de système d'alerte précoce, etc.) sont les plus urgentes à mettre en œuvre sachant que des mesures innovantes sont également à initier comme la valorisation des inondations qui sont appelées à s'intensifier dans le futur.

Compte tenu de la situation précaire dans laquelle se trouve le secteur agricole en Tunisie et des défis majeurs auxquels il doit faire face pour lutter contre les changements climatiques, un Accord de libre-échange complet et approfondi (ALECA) avec l'Union européenne pourrait constituer une menace pour la durabilité de ce secteur et aussi pour la stabilité du territoire. L'état des ressources en eau, le morcellement des terres, la typologie des exploitations, les niveaux d'instruction des exploitants et leurs âges avancés, ainsi que la compétitivité agricole dans sa forme actuelle, ne peuvent concurrencer les exploitations européennes. En l'absence de mesures d'accompagnement avec des instruments solides mais souples, le secteur agricole ne pourra pas résister à ce double forçage (économique et climatique).

Ces mesures comprendront des réformes profondes du secteur, voire une révision de l'aménagement du territoire, la révision du statut de l'agriculteur, la mise à niveau des exploitants ainsi que l'organisation de la profession et des syndicats. Une réflexion nationale mérite d'être entamée pour fixer les objectifs que l'on pourra assigner au secteur agricole dans une perspective de rééquilibrage régional, comme imposé par la nouvelle constitution du 26 Janvier 2014, afin d'orienter les négociations vers un ALECA qui mènera vers la prospérité de l'agriculture et des agriculteurs.

D'où viendrait l'eau pour l'agriculture en Tunisie ?

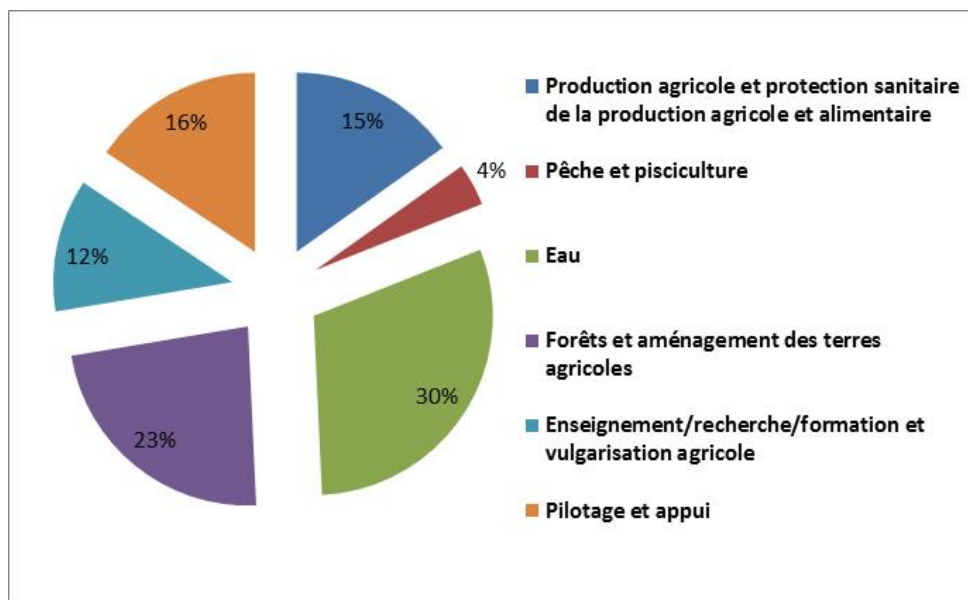
Sans eau il est quasiment impossible de pratiquer l'agriculture en Tunisie, comme dans le reste du Monde. C'est pourquoi la moyenne sur les cinq dernières années (2011-2015) montre que les deux tiers du budget du Ministère de l'agriculture sont réservés aux programmes de l'eau, des forêts et aménagement des terres agricoles ainsi que l'enseignement, la formation et la vulgarisation (Figure 3). La contrainte de la ressource en eau et les défis auxquels on devrait faire face font que le budget du programme eau représente à lui seul en moyenne de 30% (variant de 39% en 2012 à 20% en 2014) du budget du secteur pour couvrir les quatre objectifs majeurs : la mobilisation des eaux, l'économie de l'eau et la lutte contre les pertes, la satisfaction des besoins en eau potable dans les zones rurales ainsi que la protection et la préservation des ressources en eau et leur gestion durable.

Tous ces investissements ne semblent pas régler les problèmes de l'agriculture qui sont ailleurs comme le montre cette analyse. Le recours à l'importation massive d'eau virtuelle à travers les importations des produits alimentaires pratiqué depuis plusieurs années a masqué les problèmes réels du secteur. En effet, comme le montre la figure 1, le déficit de la balance des produits agricoles et alimentaires font état de deux constats importants :

- Le recours à l'importation de l'eau virtuelle pour faire face au déficit de production locale pour des causes multiples citées ci-dessus ;
- La fragilité des exportations tunisiennes fortement tributaire du climat (cas de l'huile d'olive) et des ressources non renouvelables (cas des dattes Deglet Nour à Kébili).

Le plan de développement 2016-2020 prévoit un taux de croissance de l'agriculture de 5% et prévoit un budget d'environ 2 409 milliards de dinars pour la protection de l'environnement, le développement durable et l'économie verte dont 12% pour la lutte contre la pollution, 40% pour l'assainissement, 19% pour la gestion des déchets, 23% pour la protection du littoral et seulement 1,3% pour la protection des ressources naturelles. En l'absence de l'intégration de la volatilité climatique dans la politique agricole et économique du pays, ce schéma d'investissement à lui seul sauvera-t-il le secteur agricole en Tunisie ?

Figure 3
Répartition des investissements du secteur agricole



Bibliographie / Pour plus d'information

- ONAGRI (www.onagri.nat.tn)
- OTEDD, 2013. *Rapport général sur la durabilité de l'agriculture en Tunisie*
- OTEDD, 2016. *Rapport national sur l'état de l'environnement et du développement durable de l'année 2015*
- Ministère des finances, 2016. *Programme d'Analyse de Performance du secteur agricole* (<http://www.gbo.tn>)



Abstracts

Climate Change and the Mediterranean Agriculture: Expected Impacts, Possible Solutions and the Way Forward

Mladen Todorovic (*CIHEAM-Bari*)

Climate and agriculture have been inherently linked since the early beginnings of our civilization. The area around the Mediterranean sea presents a transition zone between the temperate and rainy climate of continental Europe and the arid and hyper-arid climate of North Africa. This incites the interactions between the mid-latitude westerlies and tropical processes originated on the South which, associated with the limited availability of land and water resources, contribute to characterize the region as highly vulnerable to climate change. Therefore, the impact of climate change on the Mediterranean agricultural systems and the mitigation and adaption policies and measures are of great importance to the region in order to preserve limited natural resources and assure sustainable ecosystems functioning and resilient rural development.

Climate Change and Food Security: Risks and Responses

Alexandre Meybeck (*Centre international de recherche sur l'environnement et le développement, CIREN*)

Vincent Gitz (*Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO*)

Climate change threatens to reverse the progress made so far in the fight against hunger and malnutrition. As highlighted by the latest assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate change (IPCC), climate change augments and intensifies risks to food security for the most vulnerable countries and populations. The earliest and the more impacted are the most vulnerable countries and populations, including in arid and semi-arid areas, landlocked countries and small island developing states. Climate change will also have broader impacts through effects on trade flows, food markets and price stability and could introduce new risks for human health. This paper provides an overview of the cascading impacts of climate change on food security and nutrition, from physical impacts on agro-ecosystems to livelihoods and food security. It describes how the cascade of impacts acts on a series of vulnerabilities. It presents ways to adapt and build resilience to climate change to ensure food security and nutrition.

Climate Change and Mediterranean Soils Management

Pandi Zdruli (*CIHEAM Bari*)

Soils are both sinks and sources of carbon (C). Soil organic matter contains more organic carbon than global vegetation and the atmosphere combined. Overall the C stocks could reach as much as five times that of the atmosphere. The annual flux of carbon dioxide (CO₂) between soil and the atmosphere globally is estimated at seven times that derived from fossil fuels. The large amount of C stored into the soil is equivalent of about 300 times the amount released annually from burning fossil fuels. Emissions from land use change are estimated to make up between 20 to 25 per cent of atmospheric CO₂ through loss of biomass and soil organic matter (SOM). Agricultural activities contribute, both directly and indirectly, about 30 per cent of the total anthropogenic emissions. The significant effects of land use intensification on soil ecosystems may help to improve predictions regarding their response to climate change. This makes GHG emissions from soils a key topic in global change issues, in climate research, and for agricultural and forestry management.

Assurer le secteur agricole face aux changements climatiques

Alice Pauthier (Consultante indépendante, France)

Face aux changements climatiques, les récoltes tout comme les revenus des agriculteurs pourraient être plus aléatoires dans certaines régions du monde. Cela pourrait alors porter atteinte aux efforts menés dans le cadre des Objectifs du Développement Durable et notamment à celui d'éradiquer la pauvreté dans les milieux ruraux. Dans un contexte où les gouvernements ne sont pas en mesure d'assurer seuls la protection de la population, de nouveaux mécanismes d'assurance semblent pouvoir répondre aux besoins de cette frange de la population.

Adoption of the Mediterranean Strategy for Sustainable Development 2016-2025

Investing in Environmental Sustainability to Achieve Social and Economic Development

Julien Le Tellier, Nelly Bourlion (*Mediterranean Action Plan, Blue Plan*)

Food and agriculture security is of primary importance in the Mediterranean since the region is deficient in agricultural production, with a strong imbalance between some Northern countries (exporter) and the Southern ones (importer). Food production patterns are unsustainable due to lack of land resources, water resources scarcity, and climate change impacts. Agriculture is suffering climate change effects and is the most dependent sector on climate. On the other hand, agriculture sector represents opportunities of adaptation and mitigation response to climate change, for instance regarding carbon sequestration of crops. In addition, it is recognized that less food and agriculture security means more risk of social and politic instability. Food and agriculture security and rural development are at the core of the new United Nations (UN) Agenda 2030 for sustainable development adopted by United Nations in September 2015, New York. Investing in the agricultural sector can address not only hunger and malnutrition but also other challenges including poverty, water and energy use, climate change, and unsustainable production and consumption patterns. The revised Mediterranean Strategy for Sustainable Development (MSSD 2016-2025) is a declination of the global sustainable development agenda at the Mediterranean scale. Due to the overwhelming relevance of sustainable agriculture as well as food security and nutrition for sustainable development and poverty reduction, these issues have been given high priority in several MSSD objectives and strategic directions.

L'oléiculture face aux changements climatiques en Méditerranée

Francesco Serafini (*Conseil oléicole international, COI*)

La culture de l'olivier est l'un des principaux signes distinctifs de l'identité agricole du bassin méditerranéen. Il est en effet considéré comme étant le premier arbre à avoir été cultivé il y a environ six mille ans au Proche-Orient d'où il s'est diffusé dans l'ensemble de la Méditerranée. Toujours cultivé en régime pluvial et associé à d'autres cultures, cette espèce n'a cessée d'être sélectionnée et clonée par les agriculteurs dans le but de développer ses rendements et de la rendre plus résistante aux facteurs biotiques et abiotiques. Au fil des années l'olivier s'est adapté aux différentes conditions climatiques et certaines variétés ont ainsi développé des caractéristiques spécifiques adaptées à leur environnement. Or, le changement climatique est un phénomène qui évolue si rapidement qu'il est impossible pour l'olivier de s'adapter rapidement à un changement si soudain. Bien que les avis sur l'impact possible de ce phénomène sur l'oléiculture diffèrent, le changement climatique aura un impact important sur les aires de culture actuelles.

Understanding and Reducing Yield Gap Under Mediterranean Climate - Searching for Adapted Wheat Varieties

Ana Sofia Almeida, Benvindo Maçãs, José Coutinho, Rita Costa, Nuno Pinheiro, Conceição Gomes, João Coco, Armindo Costa, Ana Bagulho (*National Institute for Agrarian and Veterinarian Research, Portugal*)

Stéphane Jézequel (*Arvalis – Institut du Végétal, France*)

The Portuguese Institute of Agrarian and Veterinarian Research (INIAV), a research institute under the umbrella of the Ministry of Agriculture, the Portuguese farmer's association for cereals and pulses (ANPOC) and ARVALIS – Institut du Végétal, an agricultural applied research French organization financed and managed by producers, established since 2011, a research Program aiming to study and evaluate the performance and response of French and Portuguese bread and durum wheat varieties and advance lines (obtained by INIAV breeding program), in both countries. This research Program aims to: understand and reduce the yield gap in bread and durum wheat in the Mediterranean part of southern Europe; to increase yield efficiency, by defining best fit traits of a wheat ideotype enabling agricultural systems adaptation to climate change scenarios, that are expected to occur in the near future and to adjust inputs management (nitrogen, water, pesticides) fitting on-going crop season potential - climatic potential.

Contribution des micro-algues au développement durable dans la région méditerranéenne

Jean-Louis Rastoin, Kelly Robin (*Institut de prospective économique du monde méditerranéen, IPEMED*)

Le secteur des microalgues est actuellement conditionné par des modèles économiques à ce jour non compétitifs dans leur univers concurrentiel, principalement du fait que nous ne sommes pas encore sortis de la « civilisation » du carbone fossile et de l'industrie lourde. A contrario, notre entrée progressive dans l'âge du développement durable devrait permettre aux microalgues de connaître une forte croissance, car elles sont souvent en phase avec les exigences de la bioéconomie: économie circulaire, décarbonée, décentralisée et donc territorialisée, en réseaux participatifs.

En effet, les algues, et en particulier le plancton microalgal situé dans les mers, les lagunes et les eaux douces, riche de sa diversité et de son fonctionnement physiologique représentent la moitié du gisement mondial en biomasse, avec un effet « puits de carbone » correspondant. Les microalgues présentent de nombreux autres avantages pour l'agriculture méditerranéenne.

Agriculture and Water Management Strategies over a Range of Mediterranean Climate Conditions

Paulo Brito da Luz (*National Institute of Agrarian and Veterinary Research, INIAV, Portugal*)

In most regions influenced by the Mediterranean climate type, the changes and uncertainties regarding the water cycle variables (e.g. rainfall, evapotranspiration) are increasing and contributing to water supply and food shortage crisis. With particular focus on agriculture issues, actions to mitigate actual/potential physical and economic water scarcity phenomena are being developed. This study aims, as a main objective, to present and discuss possible scenarios for agriculture systems, using the Aridity Index (UNESCO, 1979) to classify four different conditions of Mediterranean climate, which may be found in Southern Portugal. This approach shall be helpful in implementing viable measures to further improve the effectiveness of services, structures and projects related to water management (e.g. catchment, storage, treatment, distribution and application). Consistently, agro-environmental strategies (at local and regional scale), related to water availability, supply and demand, particularly when droughts and water shortage periods are expected to increase imbalances, represent a challenge to authorities, technicians, stakeholders and farmers of countries around the Mediterranean Basin.

Impact du changement climatique sur les territoires ruraux au Sud et à l'Est de la Méditerranée

Hervé Maurice Lévite (*Center for Mediterranean Integration, World Bank*)

Avec respectivement de 5 à 15 % du PIB, et de 30 à 40 % des emplois, l'agriculture reste un secteur essentiel des économies des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée. Mais les territoires ruraux sont souvent fragilisés : sols dégradés par une agriculture de plus en plus intensive en réponse à une demande alimentaire croissante, empiètement urbain sur les terres agricoles, tensions sur l'eau, les forêts et les espaces pastoraux, aménagement et pollution du littoral et des zones côtières, surexploitation des ressources halieutiques, et plus récemment pressions induites par des afflux de réfugiés dans les pays voisins de la Syrie et également en Afrique du Nord. Nul ne conteste aujourd'hui que les changements climatiques vont considérablement renforcer l'ensemble de ces contraintes sur les systèmes de production agricoles, forestiers et halieutiques. Dans le cadre des discussions sur le climat qui auront lieu à la COP22 de Marrakech en novembre prochain, il nous semble opportun de nous interroger sur l'état de l'engagement politique en matière d'action dans le domaine de l'agriculture et du développement rural. Ces engagements, qui concernent principalement l'adaptation se sont exprimés en particulier dans les CPND déposées avant la COP21. Quelles ont été les intentions exprimées par les pays pour adapter leur secteur agricole si vulnérable aux changements climatiques ? Sont-elles en phase avec les messages des bailleurs de fonds et notamment de la Banque mondiale ? Et comment maintenant faciliter la transformation de ces intentions en programmes bancables ?

Climate Change: Impacts & Responses for Sustainable Agriculture in Egypt

Mahmoud Medany (*Climate Change Information Center and Renewable Energy, CCICRE, Egypt*)

Climate change poses a major challenge to Egyptian agriculture because of the complex role agriculture plays in rural and national social and economic systems. Climate change has the potential to both positively and negatively affect the location, timing, and productivity of crop, livestock, and fishery systems at local, national, and global scales. It will also alter the stability of food supplies and create new food security challenges by 2050. Agriculture exists as part of the national economy and agricultural exports have outpaced imports as part of the overall balance of trade. However, climate change will affect the quantity of produce available for export and import as well as prices (El-Ramady et al. 2013). There is a possibility of significant decline in Nile streamflow under climate change. Nile water availability is likely to be increasingly stressed due to higher water demands and evaporative losses resulting from higher temperatures in the semi-arid region, which are projected consistently across various climate models. Coastal zone and water resource impacts also have serious implications for agriculture: sea level rise will adversely impact agriculture: sea water intrusion and increased demand by crops in warmer climate. Extreme weather events are increasingly threatening the farmers as heavy rains hit the delta last October 2015 causing serious damages to more than a million acres, mainly was devoted for wheat cultivation. Concerted efforts for adaptation to climate change must be undertaken at all levels to increase the resilience of Egyptian societies and economies to the many extra challenges. Major efforts are made in the field short duration crop varieties in order to save 30% of irrigation water. The anticipated crops are: rice, wheat corn and barley.

Comment gérer les épisodes de sécheresse au Maroc ? Quelques enseignements de l'expérience 2016

Mohammed Sadiki (*Ministère de l'Agriculture et de la pêche maritime, Maroc*)

Le Plan Maroc Vert (PMV), stratégie de déclinaison de la politique agricole du Maroc, a été lancé en 2008 pour impulser une mise à niveau du secteur et devenir l'un des moteurs de la croissance de l'économie nationale, ainsi qu'un pourvoyeur d'emplois, tant en milieu rural que dans les villes. En faisant le choix d'une agriculture territorialement diversifiée, sociologiquement plurielle et durable, cette stratégie inscrit l'agriculture marocaine dans la trilogie du développement durable conjuguant l'efficacité économique, l'équité sociale et la préservation des ressources naturelles à travers une meilleure compréhension des dynamiques géographiques, spatiales et économiques propres à chaque espace agricole national. Il est intéressant d'examiner ces dynamiques à l'heure où le Royaume vient de connaître une sécheresse historique, qui nous rappelle l'intimité du lien entre agriculture et climat. Cet article présente l'action des pouvoirs publics conduite pour gérer à court comme à moyen-terme ce défi majeur des aléas météorologiques dans un pays au climat capricieux.

Agriculture and Climate Change in Turkey

Inci Tekeli (*Climate Change and Watershed Research Group Coordinator Soil and Water Resources Department, Turkey*)

The Mediterranean Basin is shown among the regions which will be affected maximally from global warming and climate change and therefore it is identified by the Fourth Evaluation Report of IPCC as one of the most vulnerable region to future climate change. Future predictions have showed that the largest precipitation decrease caused by less storm track activity over the eastern Mediterranean, would occur over southwestern Turkey in 2095. Different regions of Turkey have already been affected by climate change at different ways and levels. This article is dedicated to the Turkey's agriculture facing climate change and the adaptations measures developed by the country.

Les produits de la finance agricole pour le développement durable : expérience du Groupe Crédit Agricole du Maroc

Leïla Akhmisse, Mariem Dkhil (*Groupe Crédit Agricole du Maroc pour le Développement Durable*)

En accueillant du 7 au 18 novembre 2016 à Marrakech la 22ème Conférence des Parties à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (COP22), le Maroc voit son action pour le développement durable et la lutte contre les changements climatiques, engagée depuis plusieurs années, reconnue et saluée à l'échelle internationale. En effet, après avoir adopté à l'issue d'un dialogue avec toutes les composantes de la société marocaine une Charte Nationale de l'Environnement et du Développement Durable, le Maroc a élaboré une Stratégie Nationale pour le Développement Durable couvrant tous les secteurs et favorisant l'équilibre entre les dimensions environnementales, économiques et sociales avec pour objectifs l'amélioration du cadre de vie des citoyens, la gestion durable des ressources naturelles et la promotion des activités économiques respectueuses de l'environnement. En concordance avec les aspirations nationales, le Groupe Crédit Agricole du Maroc (GCAM), qui s'est distingué par son engagement depuis plus de cinquante ans en faveur du développement de l'agriculture et du monde rural, a également élaboré dès 2010 une stratégie de développement durable.

L'initiative 4 pour 1000: les sols pour la sécurité alimentaire et le climat

Murielle Trouillet (*Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, France*)

Hervé Saint-Macary (*Centre de coopération international en Recherche agronomique pour le développement, CIRAD*)

Un taux de croissance annuelle du stock mondial de carbone des sols de « 4 pour mille » permettrait d'absorber et de stocker l'équivalent des émissions anthropiques annuelles de CO₂ soit 75 % des émissions de gaz à effet de serre. Accroître la teneur en carbone des sols agricoles permet également d'améliorer la sécurité alimentaire, de s'adapter aux dérèglements climatiques et de développer la biodiversité des sols. En s'appuyant sur la recherche scientifique et des actions concrètes sur le terrain, l'initiative «4 pour 1000» vise à montrer que sécurité alimentaire et lutte contre le changement climatique sont complémentaires et à faire en sorte que l'agriculture apporte des solutions.

From Climate Perception to Action: Strategic Adaptation for Small Island Farming Communities – a Focus on Malta

Charles Galdies (*University of Malta*)

The Maltese Islands are experiencing increasing temperatures, adversely impacting agriculture (e. g. by facilitating pests; inhibiting crop development). Adaptation reduces these impacts (Nicholas 2012) but requires public commitment. Understanding the perceptions of local farmers allow response measures to be strategic. Farmers' perceptions and responses to climate change are confined and context specific, and are strongly linked to the farmers' typology identified in a previous study (Galdies et al., 2016). Farmers who perceive higher risks are less likely to be subject to wishful thinking, fatalism or denials of climate change risk. Moreover, the higher their perception of climate change risks is, the stronger their adaptive intentions. Farmers are less likely to adapt when they deny climate change and/or are fatalistic. A link exists between the will to adapt and profitability, especially among local livestock farmers. There is a need for an incremental type of adaptation, selected on the choice of actions highlighted by the farmers. The current extended farm services favour this line of action, however, farmers expressed that this could be more focused. The Gozitan farming sector requires a top-down strategy with a mix of 'autonomous' (farm level) and 'conscious' (government level) measures (Bryant et al., 2000; Galdies et al., 2016). Based on these findings, this article proposes a novel adaptation strategy for the local farming community that is based on coherent processes and horizontal engagement among all relevant stakeholders.

« Beef Carbon », un plan carbone européen pour la viande bovine

Josselin Andurand, M. Jean-Baptiste Dollé (*Institut de l'élevage, France*) et Caroline Guinot (*Association nationale inter-professionnelle du bétail et des viandes, INTERBEV, France*)

The Life Beef Carbon and Life Carbon Dairy projects, aim to better measure GHG emissions and carbon storage, identify, demonstrate and disseminate innovative good practices on farm to significantly reduce greenhouse gas (GHG) emissions and the milk and beef carbon footprint by 15% to 20% from now to 2025. Life Beef Carbon takes also place Ireland, Italy and Spain.

Relever le triple défi « adaptation, atténuation et sécurité alimentaire » en Méditerranée et en Afrique de l'Ouest

Guillaume Benoit (*Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des forêts, France*)

En Afrique de l'Ouest comme dans le Sud méditerranéen, la variabilité climatique, dans ses évolutions récentes, est déjà vécue comme une véritable malédiction. Même de petits incréments de risques, sous la forme de pluies retardées ou diluviennes, de sécheresses prolongées ou de températures plus élevées, sont devenus une source majeure de pauvreté et d'insécurité pour les ruraux vulnérables. La vulnérabilité au dérèglement climatique est à la fois « socio-économique » et « environnementale ». Or le dérèglement climatique a pour effet de réduire encore la disponibilité en eau, de changer défavorablement la géographie agricole, de renforcer le processus de minéralisation aux dépens de l'humification ainsi que de réduire les rendements. Le risque est donc celui d'une désertification généralisée, d'une paupérisation accrue et d'une forte croissance de la dépendance alimentaire. La science et nos sociétés se retrouvent donc face à une situation totalement inconnue avec de graves risques de crises à la clef, surtout au Sahel. Ces risques, il va bien falloir les gérer, d'abord en les anticipant pour en réduire la portée. Nous sommes donc en face d'« un grand sujet de géopolitique » car la question agricole et alimentaire, autrefois déclencheur des révolutions européenne, a, de même, contribué au déclenchement des révolutions du monde arabe et pèsera encore bien davantage dans ces prochaines décennies.

Climatic Changes : Scenarios and Strategies for the Livestock Sector in Portugal

Olga Conde Moreira, Nuno Carolino, Carlos Belo (*Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, INIAV, Portugal*)

The scenarios of climatic evolution for Portugal point to unfavorable conditions for agricultural and forestry activities by the end of the 21st century, resulting from the reduction of precipitation and temperature increase towards an increased susceptibility to desertification, which already affects large areas of the country. Over the last century and with higher incidence after 1970, disturbing climate changes were already observed. Regarding the temperature, increases in annual average, decreased temperature range by rising of the minimum temperature and increases in very hot days and heat waves, were registered. The total annual rainfall decreased, with extension of the dry season, smaller amounts of rain in the spring and more frequent and intense droughts. Farms production conditions throughout the interior of the country are conditioned by the nature of the soil, mainly by the low levels of organic matter, tending to a rapid decline due to the continuous high temperatures during the summer. Erosion and leaching of soil nutrients are a problem in some regions. The area of permanent pasture is currently about 50% of the utilized agricultural area (UAA), most of it under oaks, especially cork and holm oaks that currently reach around 700 and 400 thousands ha respectively, supporting an increasing number of ruminants, particularly cattle and sheep. This group participated in the elaboration of the Portuguese document on the Agriculture and Forestry Adaptation Strategies to Climate Change (ENAAS, 2013) considering that, for the livestock production systems, the adaptation measures to climatic changes should be foreseen at three levels: breeding and selection, productive efficiency and manure management and valorization.

Valorisation de l'eau d'irrigation dans le Bassin du Système aquifère du Sahara septentrional

Maxime Thibon (*Observatoire du Sahara et du Sahel, OSS, Tunisie*)

Le Système Aquifère du Sahara Septentrional est partagée par l'Algérie, la Lybie et la Tunisie. Il est la ressource en eaux principale pour l'eau potable et l'agriculture des territoires, ce qui lui confère une forte importance socio-économique. Les dernières études menées sur la zone du SASS ont mis en avant la faisabilité et l'acceptabilité d'innovations techniques et sociales sur des zones pilotes des trois pays permettant de traiter les principales problématiques de l'agriculture saharienne (pénurie d'eau, hydromorphie, salinisation des eaux et des sols, inefficience de l'irrigation) et donc une meilleure valorisation des eaux souterraines. Le succès des solutions proposées laisse envisager une réplique de ces approches sur des zones de production à plus grande échelle, en intégrant l'ensemble des dimensions biophysiques, biotechniques et sociales pour confirmer ces résultats et les porter à un niveau politique.

Climatic Changes and their Impact on Crop Water Productivity Under Limited Water Resources in Egypt

Samia El Marsafawy (*Soil, Water and Environment Research Institute, SWERI; Agricultural Research Center, ARC, Egypt*)

Egypt's per capita water resources have dropped significantly in the last seven decades and could reach levels of absolute water scarcity by 2025. In 2012, the International Fund for Agricultural Development (IFAD) warned Egypt could face large-scale drought by the end of the century if it fails to make efficient use of its water. In addition, temperature fluctuations could prompt a 20 percent drop in rainfall. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) listed the Nile Delta as one of the areas most vulnerable to climate change globally. Climate change will affect Egypt mainly in three ways: temperature rise, sea level rise and decreased water availability. These impacts will have an adverse effect on existing environmental and natural-resource stresses faced by Egypt, namely pressures on irrigable land for food production and for human habitation along the Nile Delta. Climate change could decrease national production of many crops and increase in irrigation requirements. Yield of cotton would be increased in comparison with current climate conditions. As a result of reduced crop production and increased water needs the crop water productivity will decline accordingly. the average reduction in crop water productivity will reach about 21%.

Soil water balance has response to climate change and evaluation of soil water change is one of the most important items of climate change impact assessment. To mitigate the adverse impact of climate change on crop water productivity and the optimization of the water unit, in addition, the preservation of natural resources under current and future conditions, many good agricultural practices were suggested.

Effects of Climate on Mediterranean Fisheries: the Balearic Islands, Spain, as a case study

Pere Oliver, Antoni Quetglas, Enric Massutí (*Instituto Español de Oceanografía, Centre Oceanogràfic de les Balears, Spain*)

Now a days nobody doubts that environmental fluctuations must be taken into account when analyzing fishing impacts on marine resources and ecosystems. In fact, the first trials to relate fluctuations of fishing catches with climate come from the 1950s, even earlier, but the successes were very limited. In any case, it is clear that fluctuations in landings cannot be exclusively explained by the fishing exploitation itself. Based on this premise, the Spanish Institute of Oceanography started a systematic sampling of landings from the Balearic Islands (western Mediterranean) during the late 1970s. A fluctuation with a pronounced periodicity in the historical time series of hake (*Merluccius merluccius*) and red mullets (*Mullus* spp.) landings of the bottom trawl fleet from the Balearic Islands (western Mediterranean) was observed during the period 1980-1991 (Oliver, 1993). Posterior analyses of the population dynamics of these species revealed that such fluctuations might be related to underlying environmental factors because the reproductive success of marine organisms is highly dependent on oceanographic conditions.

Nature et agriculture : l'Algérie fait de son mieux

Samira Bourbia (*Journaliste, Algérie*)

C'est une ambition algérienne : bénéficier d'un équilibre alimentaire et sanitaire tout en préservant ses ressources naturelles. Pour exaucer ce souhait et parvenir à concilier environnement protégé et sécurité alimentaire, il est nécessaire de trouver des solutions afin de lutter contre la désertification et le stress hydrique menaçant le pays depuis plusieurs années. Il est temps pour notre société de prendre des mesures adéquates pour protéger l'environnement au risque de voir apparaître des dégradations irréversibles pour les générations futures qui en subiront les conséquences. Au risque de demeurer au stade des intentions, les déclarations et promesses faites par le gouvernement algérien au cours des dernières années, notamment lors de la COP 21, devront se traduire en actions. La sonnette d'alarme est déjà tirée depuis des années, concernant les risques de désertification, de déboisement et de la détérioration des rendements agricoles.

Spain and the Climate Change Issue

Ines Minguez Tudela (*Research Centre for the Management of Agricultural and Environmental Risks, Spain*)

The Iberian Peninsula is almost an island that lies between temperate and subtropical zones and has complex orography. In Spain, where average altitude is 600 m above sea level (asl) cropping and pasture areas receive annual rainfall between 300 to 1200 mm/year against a reference evapotranspiration (ET_o) from 500 mm to 1200 mm. Climate varies from the humid, Atlantic climate of the North-North West that is much affected by the Northern Atlantic Oscillation to the arid areas of the South East on the Mediterranean coast and adjacent inland territory. Maximum temperatures in summer are above 30°C in most cropped areas but may exceed 35°C in the south and centre during periodic heat waves that mostly penetrate north from the African Sahel. This implies that climate change will affect the agricultural regions differently and that given the large evaporative demand that water supply is and will remain the main issue to add to current high and extreme temperature events.

Une nouvelle politique agricole tunisienne pour relever les défis de la durabilité

Leïth Ben Becher (*Syndicat des Agriculteurs de Tunisie, SYNAGRI*)

L'agriculture joue encore dans notre pays un rôle économique important et constitue une composante majeure du tissu social. Elle intervient par ailleurs, dans les équilibres territoriaux, environnementaux, voire politiques. Cependant, en dépit de ce rôle stratégique proclamé, elle semble aujourd'hui en panne, car les modèles de développement agricole adoptés jusque-là, ont montré leurs limites. En effet, nous devons plus que jamais résoudre une difficile équation : produire mieux pour assurer la sécurité alimentaire du pays tout en préservant nos ressources naturelles et en garantissant un revenu à nos agriculteurs. Ainsi, il apparaît urgent de définir un nouveau modèle de développement pour notre agriculture et notre monde rural, répondant aux attentes non seulement des producteurs, mais aussi de l'ensemble des citoyens. Il conviendra donc ici, d'apporter des éléments de réponse à la question suivante : quelle nouvelle politique agricole et quelle(s) agriculture(s) voulons nous pour la Tunisie de demain ?

Supporting the Adaptation of the Portuguese Agriculture to Climate Change

Rui Rosario (*Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, INIAV, Portugal*)

The Portuguese National Institute for Agriculture and Veterinary Research (INIAV) is setting up an innovative multidisciplinary research program on the adaptation of the Portuguese agriculture to the new farming conditions. A broad number of science disciplines and research structures have been working together with farmers and the industry developing sustainable technologies and promoting the knowledge transfer to the private sector. This article provides an overview of the research undertaken in recent years by INIAV in this domain and on the new research organization that is now being put in place.

Etude de l'impact de la réduction des pesticides sur le rendement du blé en France

Nicolas Urruty (*PhD Student Institut national de recherche agronomique, INRA, France*)

Au cours des XIX et XX siècles, les systèmes agricoles ont profondément changé en France, passant de la polyculture-élevage à des systèmes beaucoup plus spécialisés et ayant un recours intensif aux intrants achetés à l'étranger. Du fait de la forte croissance démographique observée depuis la seconde moitié du XXème siècle, cette modernisation de l'agriculture s'est accélérée. Elle s'est plus particulièrement déroulée dans le paradigme du contrôle, c'est-à-dire à travers des systèmes agricoles qui cherchent à maximiser l'expression du potentiel génétique des espèces végétales et animales domestiques en s'affranchissant, ou du moins en se détachant, des facteurs biophysiques du milieu. Ce paradigme, fondé sur l'idée de stabilité et l'hypothèse de simplicité, a permis d'augmenter très fortement la productivité agricole, notamment en ciblant les progrès génétiques sur un petit nombre de variétés et de races animales. Mais ce paradigme a également eu pour corollaire une homogénéisation des ressources, une dégradation des différents compartiments de notre environnement (sol, air, eau, biodiversité) et une diminution de la diversité des variétés, des pratiques agricoles, des exploitations et des paysages.

L'agriculture tunisienne face aux changements climatiques

Raoudha Gafrej (*Ministère de l'Enseignement supérieur, Tunisie*)

La Tunisie est caractérisée par la variabilité et l'irrégularité de la pluviométrie annuelle qui lui offre un apport d'eau moyen annuel de 36 Milliards de m³ variant de 11 Milliards de m³ en année sèche et environ 90 Milliards de m³ en année pluvieuse. La répartition spatio-temporelle de la pluie et la configuration spatiale de l'occupation du sol fait ressortir une forte aridité à laquelle s'ajoute la pression humaine sur les ressources naturelles. Cette configuration des habitats présente une menace pour la durabilité des services environnementaux que les écosystèmes rendent à l'économie Tunisienne. Face aux défis économiques, sociaux et environnementaux, l'agriculture tunisienne est aujourd'hui amenée à entamer des réformes afin de développer un secteur durable, capable de nourrir la population tunisienne et de représenter un réservoir d'emplois pour les jeunes générations.

Watch Letters published

2007

1. Water Resources and Agriculture
2. Identity and Quality of Mediterranean Products
3. Zoonoses and Emerging Diseases

2008

4. Aquaculture Sector
5. Sociopolitical Impacts of the Rising Food Prices
6. Forest Fires
7. Organic Farming

2009

8. Agro-Business
9. Drought Management and Desertification
10. Agricultural Policies Outlook
11. Agriculture and Fisheries in the Islands

2010

12. Climate Change and Agriculture
13. Food, Nutrition and Health
14. Women in Agriculture
15. Agricultural Trade and Liberalization

2011

16. Olive Growing
17. Financing Agricultural and Rural Development
18. Urban Agriculture
19. Labelling Mediterranean Products

2012

20. Agri-Food Chain and Logistics
21. Enhancing Research
22. Education and Training
23. Cereals Trade and Markets

2013

24. Rural Development
25. Mediterranean Forests
26. Farmer's Trade Union
27. EU CAP Reform and the Mediterranean

2014

28. Land Issues in the Mediterranean
29. Corporate Social Responsibility
30. Food Waste and losses
31. The Mediterranean Sea: Fisheries and Beyond

2015

32. Feeding Expo Milano with Mediterranean Perspectives
33. Invasive species: New emerging issues and risks
34. Agenda post 2015 and Mediterranean Futures
35. Milk and Dairy products in the Mediterranean

2016

36. Crises and Resilience in the Mediterranean
37. Mediterranean Agriculture and Climate Change: Impacts, adaptations and solutions

Next Issues scheduled

38. Rural Innovations and Digital Revolution in Agriculture
39. Producer Organizations and Cooperatives for responsible investments and sustainable agricultural development in the Mediterranean
40. Animal Health in the Mediterranean

Access to the Watch Letter

All the issues are available on www.ciheam.org

Communication Policy

The Watch Letter is dispatched electronically to more than **20,000 recipients** in the Euro-Mediterranean World (decision makers, ministers, journalists, researchers, students, documentation and research centres, universities, etc.).

Constant efforts are made to ensure a wide variety of contributor profiles in both geographic and professional terms. In the 37 issues published so far, we have published **325 articles** involving **550 authors**.

Contributing to the Watch Letter

We invite persons who have relevant expertise in Agriculture, Food and Rural Development Areas (teachers, researchers, students, decision makers, etc.) and wish to contribute to the Watch Letter to contact us at the following email: watch.letter@ciheam.org





www.ciheam.org

*This publication has been edited with the support of
the 'Fondation Crédit Agricole du Maroc pour le Développement durable'*



FONDATION CREDIT AGRICOLE DU MAROC
POUR LE DEVELOPPEMENT DURABLE



GROUPE CREDIT AGRICOLE DU MAROC

UN ENGAGEMENT DURABLE