

L'adaptation au changement climatique: pour un nouveau paradigme du développement et une transition agroécologique à grande échelle

Guillaume Benoît

Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux (France)

1. Vulnérabilité au dérèglement climatique et montée des problèmes

Au niveau mondial, la région Moyen-Orient et Afrique du Nord, notamment le Maghreb, apparaît comme une des régions particulièrement vulnérables au dérèglement climatique.

L'eau est déjà un facteur limitant du développement et elle le sera bien davantage encore demain. Alors que la demande totale en eau, sur la rive Sud de la Méditerranée, du Maroc à la Syrie, représente 105% de la ressource potentielle conventionnelle, et que la plupart des nappes sont déjà gravement surexploitées, des baisses des précipitations et des écoulements jusqu'à 40% sont en effet annoncées (Figure 1). Tous les agro-écosystèmes et tous les secteurs de l'économie seront touchés.

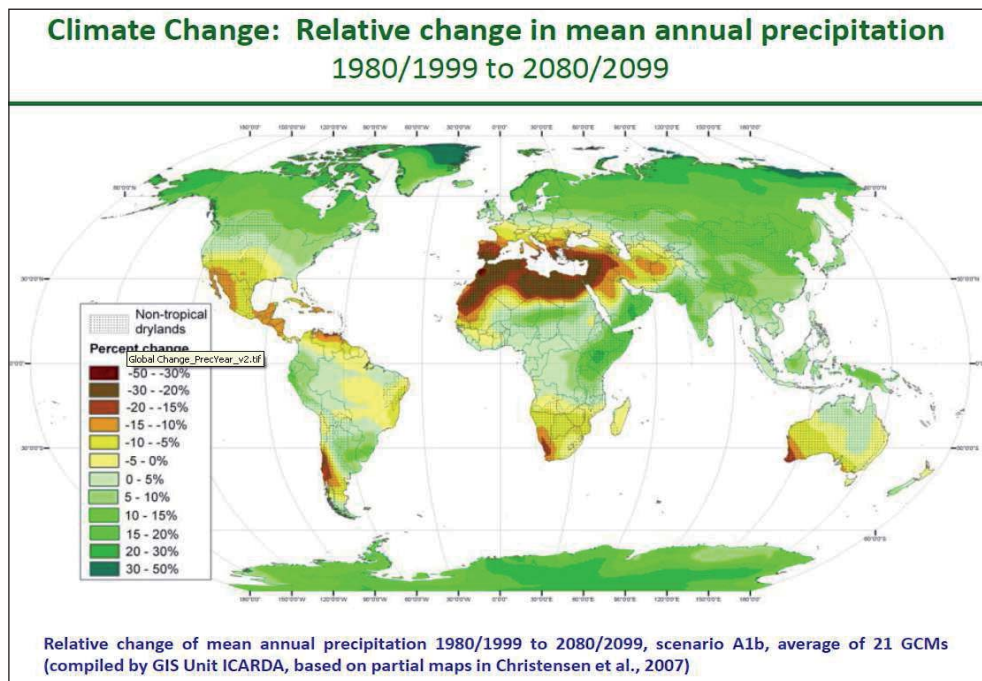


Figure 1: La baisse annoncée des précipitations: la Méditerranée, site critique du changement climatique.

Les sols sont, pour la plupart très pauvres en matière organique (taux < 2%) et en voie de forte dégradation (perte de fertilité, salinisation, érosion hydrique et éolienne...). Alors que les besoins alimentaires sont croissants, la capacité nourricière des sols est décroissante. L'envasement rapide des retenues des barrages représente une perte majeure d'investissements et une menace à terme pour toute l'économie marocaine.

Une autre cause de vulnérabilité vient de la pauvreté rurale. Les écarts entre, d'un côté, les zones favorisées (le littoral et ses villes ouvertes sur la mondialisation, les plaines fertiles du *bour* favorable et les grands périmètres irrigués modernes), et, de l'autre, les zones défavorisées intérieures (montagnes, zones semi-arides et arides non irriguées), représentent un facteur majeur de risque pour la stabilité à terme du pays.

La faible productivité de l'agriculture, signe du mal développement agricole et rural, s'ajoute aux autres causes (croissance démographique, rareté de la ressource en eau, dégradation des sols) pour expliquer la très forte dépendance alimentaire régionale de la région Afrique du Nord-Moyen Orient (Figure 2).

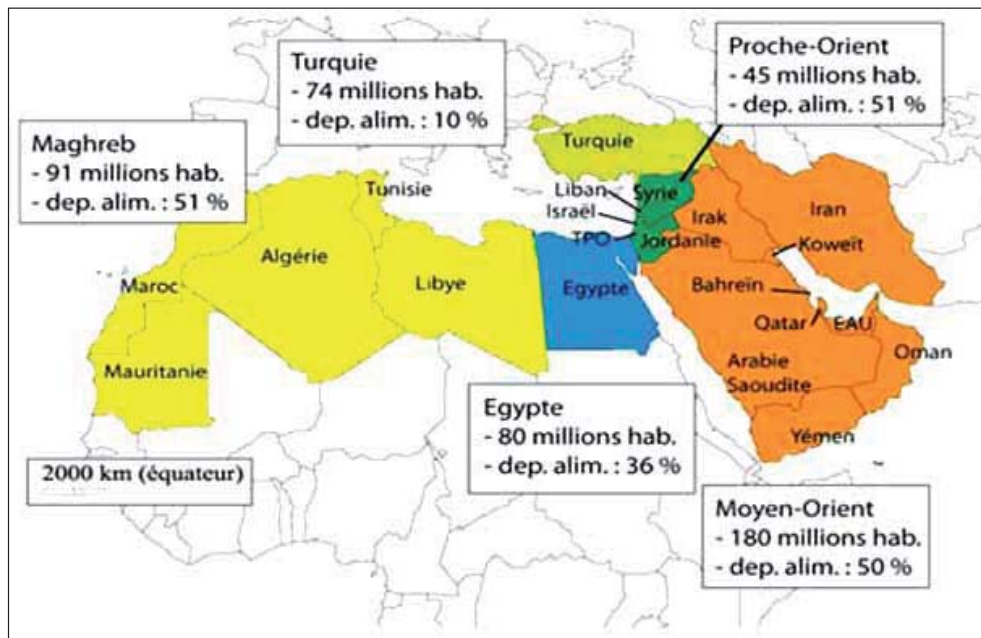


Figure 2: Moyen-Orient et Afrique du Nord: part des kilocalories consommées couvertes par des importations.

(Source: étude Pluriagri, INRA, 2015).

C'est donc le commerce international qui permet de sécuriser les approvisionnements alimentaires de la région et de s'attacher à tirer au mieux

parti des rares ressources en eau présentes pour produire davantage de valeur ajoutée et d'emplois par m³ d'eau consommé (spécialisation). Mais cela est-il durable? La spécialisation est-elle toujours compatible avec la résilience des systèmes? La plantation en masse d'oliviers est-elle une solution durable pour le Maroc dans le nouveau contexte climatique? Et pourra-t-on sécuriser les approvisionnements sur le marché mondial à un prix acceptable alors que les perspectives agricoles et alimentaires (Agrimonde) annoncent un doublement ou triplement des déficits de production régionale en Afrique et Asie de l'Ouest et du Sud et que le changement climatique a déjà des effets délétères sur la production mondiale? Les prix agricoles mondiaux ne vont-ils pas, comme en 2007-2008, flamber à nouveau et peut-être rester hauts?

Le changement climatique aura en effet bien d'autres conséquences qu'une réduction des précipitations et des écoulements dans le Bassin méditerranéen. Avec lui, on connaîtra à la fois une forte aggravation des problèmes de sécheresses et d'inondations et des pertes élevées de productivité agricole. L'augmentation de température a en effet pour impacts, outre une forte augmentation de l'évapotranspiration (ce qui accroît les besoins en eau des cultures et réduit les écoulements et les recharges des nappes), une importante baisse relative des rendements de la plupart des productions agricoles. L'augmentation des températures et la modification du cycle de l'eau auront aussi pour effet un changement de la géographie agricole, c'est-à-dire, pour le Maroc, une forte réduction du *bour* favorable et des superficies cultivables. Il faut donc s'attendre à des "terroirs mutants" et reconnaître que de nombreuses zones mises en cultures à tort ces dernières décennies, sans doute plus de 1 million ha de céréales, devront être abandonnées ou retrouver seulement une vocation pastorale.

Le dernier rapport du GIEC a d'ailleurs alerté très fort sur les risques croissants tout au long du siècle pour la sécurité alimentaire, et ce, dans ses 4 dimensions: la disponibilité, l'accès à l'alimentation des plus vulnérables, la stabilité et la qualité.¹ Avec les sécheresses et inondations, la baisse de productivité agricole, le manque d'accès à l'eau d'irrigation et la croissance démographique, le risque est celui de "ruptures des systèmes alimentaires et de pertes de moyens d'existence" dans nombre de régions vulnérables, sinon à l'échelle globale.

L'Afrique sub-saharienne (dont le taux d'irrigation est encore très faible: 3%) est particulièrement menacée mais aussi l'Asie du Sud et la région Moyen Orient-Afrique du Nord. Sauf à beaucoup mieux valoriser les ressources

1. 5^{ème} rapport du GIEC. IPCC, "Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability."

rurales (humaines et naturelles), notamment de l’Afrique sub-saharienne, on pourrait donc connaître des migrations Sud-Sud mais aussi Sud-Nord de grande ampleur et un accroissement jusqu’à 600 millions du nombre de personnes sous-alimentées au niveau mondial. La question de la relation eau/terre/agriculture et celle du *développement agricole/rural* devraient donc être comprises comme étant d’une importance géopolitique première.

Si l’Europe voisine sera nettement moins affectée, elle est pourtant déjà très touchée et le sera bien davantage encore demain. Ainsi par exemple en France, les rendements en blé stagnent depuis une quinzaine d’années malgré la poursuite du progrès génétique, la baisse des débits d’étiage annoncée pour 2050 est de 30 à 50% (hors gestion des barrages), et, dans les années 2080, “60 à 80% du territoire français devraient connaître de très longues sécheresses du sol (> 3 mois), d’une intensité et extension inconnues et quasiment sans retour à la situation normale, définie selon le climat actuel.”²

2. Les apports de la COP 21: la nécessité de conjuguer l’adaptation, l’atténuation et la sécurité alimentaire; l’eau et les sols

Alors que la négociation climatique est restée longtemps focalisée sur les questions énergétiques et d’“atténuation” (mesures visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre), le dernier rapport du GIEC et la COP 21 ont permis de porter la question de l’“adaptation,” c’est-à-dire des mesures visant à réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains contre les effets réels ou attendus du changement climatique, au même rang que celle de l’atténuation, les premières priorités ressortant des contributions nationales³ étant l’agriculture (91%) et l’eau (88%).

Si le GIEC a alerté très fort sur la montée des problèmes relatifs à l’eau et à la sécurité alimentaire, il a aussi affirmé le caractère “unique” du *secteur des terres* (agriculture, forêt et sols), soulignant à la fois i) son importance vitale, conférée par sa fonction alimentaire et par son rôle sur l’emploi et l’équilibre territorial, ii) sa grande vulnérabilité au dérèglement climatique, et iii) sa contribution majeure possible à la réussite de l’atténuation, le secteur représentant 40% de la solution climatique à l’horizon 2030.

La photosynthèse et le cycle de l’eau biosphère/atmosphère permettent en effet aux végétaux d’agir positivement sur un autre cycle: celui du carbone. Car les champs, les pâturages et les bois peuvent capter une partie du CO₂ en excès dans l’atmosphère pour en stocker le carbone dans la biosphère (sols et

2. Météo France. Projet ClimSec: “Impact du changement climatique en France sur la sécheresse et l’eau du sol.” France/CNRS/CEMAGREF/MINES PARIS TECH/CERFACS, mai 2011.

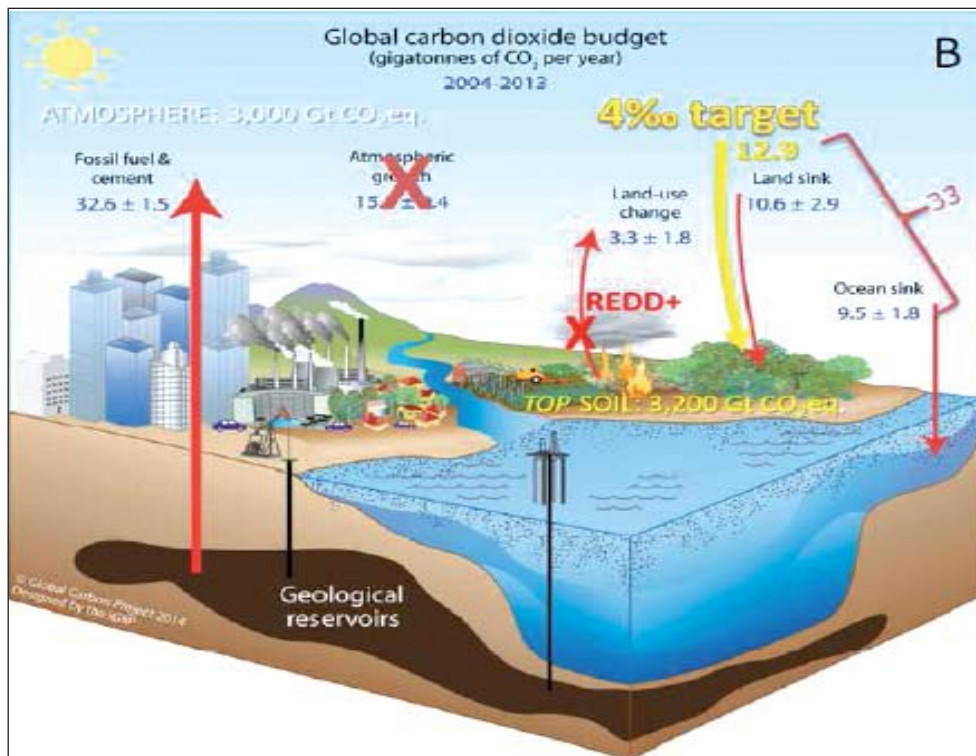
3. INDCs: Intended Nationally Determined Contributions.

biomasse: fonction de “puits,”) puis mettre à disposition du marché en quantité croissante des produits bio-sourcés (fibres, bioénergies, chimie du végétal) qui se *substituent* à des produits conventionnels (charbon, hydrocarbures, ciment, acier, plastiques à base de pétrole...) très émissifs de GES (gaz à effet de serre). Alors que 1 m³ de béton provoque l'émission de 471 kg de carbone, 1m³ de bois en contient au contraire 230 kg captés dans l'atmosphère. Encore faut-il pouvoir produire beaucoup à l'échelle mondiale pour à la fois: i) satisfaire les besoins alimentaires, ii) réduire la déforestation et iii) faire des bois, des champs et prairies de vraies “*pompes à carbone*” capables de donner toute l'ampleur voulue à l'effet de *substitution*, bien plus important à long terme pour l'atténuation que l'effet de *stockage*. La réussite mondiale passe donc par une *gestion dynamique de la forêt* et par l'*intensification durable de la production agricole*, donc par la *gestion productive de l'eau, des sols et de la végétation*.

Quant à l'accord de Paris, après avoir reconnu dans son préambule “la priorité fondamentale consistant à protéger la sécurité alimentaire et à venir à bout de la faim, et la vulnérabilité particulière des systèmes de production alimentaire aux effets néfastes des changements climatique,” il stipule dans son article 2 que “l'Accord vise à renforcer la riposte mondiale à la menace climatique a) en contenant l'évolution de la température nettement en dessous de + 2°C et b) en renforçant la capacité à s'adapter et à promouvoir un développement à faibles émissions de GES *d'une telle façon que la production alimentaire ne soit pas menacée*.” Ce faisant, l'accord a bien résumé un des très grands défis du siècle: réussir ensemble l'atténuation, l'adaptation et la sécurité alimentaire.

Le “*Plan d'Action Lima-Paris*”⁴ a permis d'avancer dans cette direction. L'initiative “*4 pour 1000: les sols pour la sécurité alimentaire et le climat*,” introduite par la France et aujourd'hui soutenue par 160 signataires, a été lancée avec succès. 4/1000, c'est l'augmentation annuelle du stock de carbone dans les sols superficiels qui permettrait d'arrêter pendant quelques décennies la croissance de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère (Figure 3 et tableau) tout en renforçant la résilience des systèmes productifs et la capacité de l'humanité à nourrir 9,5 milliards d'habitants en 2050. Enrichir les sols en matière organique, c'est en effet rendre nos systèmes plus fertiles, plus autonomes et plus résilients, car plus de carbone organique dans les sols, c'est aussi plus de rétention en eau, plus de productivité, plus de biodiversité et moins de pollution de l'eau. C'est dire l'importance de la transition agro-écologique.

4. Le plan d'action Lima-Paris (LPAA), ou “Agenda des solutions,” est une initiative des gouvernements français et péruvien, du secrétaire général des Nations unies et du secrétariat de la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques. L'objectif est d'associer l'ensemble des acteurs de la société civile pour prendre des engagements sur le climat et déployer immédiatement des actions opérationnelles.



Stocks de carbone (GtC) et flux de carbone (GtC/an)	
Stock de carbone dans l'atmosphère (sous forme de CO ₂)	828
Stock de carbone organique dans les sols superficiels de 0 à -40 cm (permafrost non compris)	820
Emissions annuelles de carbone fossile (sous forme de CO ₂)	8,9
Emissions annuelles de carbone (CO ₂) par changement d'utilisation des sols (déforestation, urbanisation...)	0,9
Puits de carbone/séquestration par la biosphère terrestre	-2,8
Puits de carbone/séquestration annuelle par les océans	-2,6
Emissions nettes de CO ₂ (8,9-2,8-2,6) à compenser en cas d'arrêt de la déforestation	3,5
Puits de carbone additionnel si augmentation annuelle de stocks de 4/1000 dans les sols superficiels de 0 à -40 cm	-3,5 (4/1000x 820)

Figure 3: Les stocks et flux de carbone (2004-2013) et la cible du 4/1000.

Note: 1 eq C = 3,67 eq CO₂. Un stockage additionnel de 3,5 Gt C/an dans les sols correspond donc à une capture additionnelle de 12,9 Gt de CO₂/an dans l'atmosphère et le stock de carbone des sols superficiels, 820 Gt, correspond, en équivalent CO₂ à 3.200 Gt.

Les travaux du GIEC⁵ confirment un potentiel technique élevé de recarbonation de la biosphère (sols et forêts) et invitent à faire de la restauration des terres dégradées une priorité mondiale de premier rang. Mais c'est toute l'agriculture, la sylviculture et l'élevage et tous les sols sur lesquels on peut agir qui doivent progresser. Le défi climatique devrait ainsi logiquement conduire à s'occuper enfin sérieusement du développement agricole et rural et donc de l'agriculture familiale, notamment pluviale, trop oubliée des politiques de développement dans tant de régions de la planète, ainsi qu'à promouvoir des systèmes d'intensification à triple gain (sécurité alimentaire, adaptation et atténuation).

3. La transition agro-écologique à grande échelle est possible mais elle reste à opérer au Maroc et en Méditerranée du Sud

La transition agro-écologique est nécessaire mais elle est aussi possible, et c'est la condition première d'une transition réussie, à triple gain.

Cette transition est multiforme et plusieurs exemples récents de réussites à relativement grande échelle peuvent être cités mais encore aucun en Méditerranée du Sud. Il est important d'en faire état, d'en souligner la pluralité possible, et d'interroger les obstacles à surmonter pour une large diffusion au Maghreb, notamment au Maroc.

L'agriculture de "conservation" (ou d'amélioration)

Les pratiques de *l'agriculture de conservation* sont apparues dans les années 1930 aux États-Unis en réponse aux sécheresses, tempêtes de poussière et mauvaises récoltes. Elles associent perturbation minimale des sols (zéro labour...), rétention des résidus de cultures ou entretien d'une culture de couverture et rotation des cultures/diversification des espèces cultivées. Au niveau mondial, plus de 105 millions d'hectares sont aujourd'hui concernés dont 25 au Brésil.

Les bénéfices de l'agriculture de conservation peuvent être considérables: l'érosion est réduite jusqu'à 98%, les rendements peuvent doubler et l'utilisation de l'eau peut être réduite de 20 à 50%.⁶ Les exploitations passées en semis direct sous couvert végétal (SCV) montrent également des gains majeurs possibles en termes d'atténuation (forte augmentation du taux de carbone organique dans les sols, réduction des émissions de gaz à effet de serre), d'adaptation (résistance aux sécheresses) et de revenus (grâce à l'effet cumulé

5. 5^{ème} rapport du GIEC. IPCC "Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change."

6. Winterbottom, Rick et al., "Amélioration de la gestion des terres et de l'eau." *Document de travail, épisode 4 de Création d'un avenir alimentaire durable* (Washington, DC: World Resources Institut, novembre 2014). Accessible sur: <http://www.worldresourcesreport.org>.

des augmentations de rendements et des baisses de charges opérationnelles: moins de consommation d'énergie, d'engrais, de pesticides et de machinisme agricole). Ainsi par exemple, l'exploitation de M Brandt de 1150 acres dans l'Ohio (USA) a vu le taux de matière organique de ses sols passer de 0,5 à 8% de 1971 à 2015: ses rendements sont aujourd'hui supérieurs de 15 à 45% par rapport à ses voisins alors que ses charges à l'hectare sont réduites de moitié. Au Zimbabwe, avec le passage au semis direct, il a été calculé que le stock de carbone dans les sols a augmenté de 104% en seulement quatre ans (2004 à 2008) et que l'infiltration de l'eau s'est accrue de 65%.⁷ L'agriculture de conservation permet aussi d'améliorer la productivité de l'eau et la résilience aux sécheresses. Chez M Quillet en France, céréaliculteur en Touraine, passé au SCV en 1995, les racines s'enfoncent si profondément dans les sols que les effets de sécheresse sont retardés de 1 à 2 semaines par rapport à ses voisins (rôle d'ascenseur hydrique). Or, en 15 jours il peut pleuvoir. Avec l'infiltration, l'eau ne ruisselle plus, ce qui réduit les risques d'inondations et contribue à la recharge des nappes. Et dans ses terres irriguées, le SCV a permis de faire un tour d'eau de moins pour le maïs.

Au Maroc, les instituts de recherche agronomique (ICARDA, INRA) confirment les grands mérites du semis direct (résilience, productivité de l'eau, stockage de carbone, réduction par 10 des émissions de GES par rapport aux systèmes travaillés à la charrue à disques...) et ils estiment que 63% des terres céréalières du Maroc central sont adaptées aux systèmes du semis direct. Pourtant, après une quinzaine d'années de recherche et développement, la surface concernée reste toujours très faible (quelques milliers d'hectares), comme c'est le cas dans les autres pays sud-méditerranéens et africains. Les facteurs contribuant à expliquer cette faiblesse dans ces pays sont le défaut de soutien des gouvernements et le défaut de matériel adapté (semoirs spécialisés), le manque de marché et de prix rémunérateurs pour les légumineuses et, surtout, la concurrence dans l'utilisation des résidus de cultures.

En effet, le bétail broute librement après la récolte (droit de vaine pâture) ou les agriculteurs ont tendance à ôter les résidus pour les donner à leurs animaux ou pour les vendre. Pour dépasser cet obstacle le Maroc a récemment engagé un projet innovant car assorti d'un système de paiements pour services environnementaux. C'est en effet en subventionnant le maintien des résidus de cultures dans les champs pour stocker du carbone dans les sols et compenser les pertes de ressources financières à court terme qu'on

7. Christian Thierfelder et Patrick Wall 2012, "Effects of conservation agriculture on soil quality and productivity in contrasting agro-ecological environments of Zimbabwe," *Soil Use and Management* 28 (2) (March 2012), 209-20.

pourra sortir du cercle vicieux actuel de la dégradation pour passer à la spirale vertueuse de l'aggradation (croissance des ressources et de la production à long terme, réussite de l'atténuation et de l'adaptation). Il s'agit maintenant pour le pays de passer à une toute autre échelle.

L'agroforesterie

L'agroforesterie est un système de production qui associe l'arbre et la culture. Ce type de systèmes, là où il peut être développé, a d'immenses mérites. En effet, l'association permet de beaucoup mieux valoriser l'énergie solaire, l'eau, le sol et l'azote. L'enracinement des arbres, dans les systèmes agroforestiers, se fait en effet en profondeur, ce qui permet à la fois de stocker durablement du carbone organique dans ces horizons plus profonds, de produire davantage sans entraver la production agricole et de mieux résister en période de sécheresses (rôle d'ascenseur hydrique et de pompe à nutriments). Grâce à l'efficacité renforcée des facteurs de production naturels (lumière, eau, azote), on estime en France qu'une exploitation agroforestière de 100 hectares produit ainsi en moyenne autant qu'une exploitation conventionnelle de 140 ha où arbres et cultures sont séparés (land équivalent ratio de 1,4). Et dans les systèmes agri-voltaïques, les modèles et mesures de l'INRA France prévoient des intensifications de 1,5 à 1,7.

Si des systèmes agroforestiers traditionnels existent de longue date au Maghreb (systèmes oasiens...), c'est plus au sud, au Sahel, que des développements récents à grande échelle sont en cours. Ainsi, au sud du Niger, dans les zones à forte densité de population, plus d'un million de paysans ont, depuis 1985, protégé les arbres et assuré la régénération naturelle sur 5 millions ha de champs agricoles, ce qui a permis une production accrue de 500 000 tonnes de grain/an - soit de quoi nourrir 2,5 millions d'habitants supplémentaires.⁸ Dans la plaine du Séno, au Mali, 450 000 ha, de nouveaux parcs agroforestiers ont été recensés par l'USGS (*US Geographical Survey*): 500 000 paysans développent des cultures intermédiaires d'espèces qui fixent l'azote, dont l'arbre indigène *Faidherbia albida*. Ces arbres fertilisent le sol environnant en fixant l'azote, ce qui permet une forte hausse des rendements, et donc du stockage de carbone. D'autres pays africains développent aussi l'agroforesterie avec de grands bénéfices. Ainsi par exemple, la hausse des rendements a été chiffrée entre 88 à 190 % pour le maïs cultivé en Zambie sous le houppier, et un doublement du rendement est observé au Malawi. Les *Leucaena leucocephala* (une légumineuse mimosacée) fournissent en outre

8. Chris Reij et al., *Agroenvironmental Transformation in the Sahel: Another Kind of "Green Revolution,"* (IFPRI: 2009).

de 20 à 60 m³ de bois/ha/an et leurs haies de 2 à 6 tonnes de fourrage riche en protéines.⁹

Une des raisons des progrès récents au Sahel est le changement de rapports qui s'est opéré entre l'État (et notamment l'administration forestière) et les ruraux. La réussite du reverdissement au Niger a été en effet pour une bonne part permise par l'introduction de la démocratie et par les réformes politiques lancées dans les années 1990 pour appuyer une gestion décentralisée des ressources naturelles. Les paysans ont protégé les arbres de leurs terroirs respectifs et assuré leur régénération naturelle, car ils considéraient avoir les droits de les gérer et d'en tirer des bénéfices, même si le code forestier continuait à affirmer que les arbres appartenaient à l'État. Cette évolution implique donc de facto une évolution du métier des agents forestiers qui doivent passer d'un rôle de police/sanction à un rôle de vulgarisation et d'appui technique. Elle justifie aussi d'importants programmes de développement à lancer par les Ministères en charge de l'agriculture. L'agroforesterie est en effet un système "cultivé" et d'abord agricole et il convient de valoriser tous ses produits et sous-produits dans le cadre de filières appropriées. L'organisation de visites de responsables politiques et de techniciens sur le terrain et l'attribution de prix aux villages les plus engagés dans la restauration agro-sylvo-pastorale sont par ailleurs à recommander. Les responsables sont en effet souvent mal informés des possibilités de passage à une agriculture durable et ils doivent encourager les initiatives: chacun, depuis le paysan de base jusqu'au sommet de l'État, doit pouvoir tirer fierté des progrès réalisés. Le projet de stratégie agroforestière du Niger propose ainsi la création d'un prix présidentiel pour les communautés locales qui se seront distinguées dans l'adoption de la régénération naturelle gérée par les paysans.

Le Maroc a des atouts pour développer l'agroforesterie. Il dispose notamment d'un arbre exceptionnel, l'arganier, qui est un véritable "résistant" en même temps qu'un pourvoyeur de fourrages et d'huile. Les savoir-faire des éleveurs de l'arganeraie (protection et guidage des arbres, gestion des troupeaux...) sont précieux et peuvent être mieux reconnus et valorisés. Le pays peut aussi innover en mettant en place et promouvant à bonne échelle des systèmes très innovants associant l'arbre (planté et irrigué au goutte à goutte en début de vie) et les cultures. Il pourrait, comme la France vient de le faire fin 2015, adopter un plan national de développement de l'agroforesterie, fondé sur un rapport d'analyse et de propositions élaboré par son Conseil général de l'agriculture.

9. www.topicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Leucaena_Leucocephala.htm.

L'autonomie fourragère et la restauration des parcours ou d'anciennes terres de cultures dégradées par des semis de légumineuses méditerranéennes biodiverses

La transition agro écologique s'opère aussi dans le domaine de l'élevage et de la gestion des prairies et parcours. Elle se traduit par une gestion plus productive de l'herbe et par des gains d'"autonomie." Face à la crise du lait, des éleveurs innovent en France depuis plus d'une dizaine d'années pour passer à des systèmes de "pâturages tournants dynamiques" inspirés des méthodes néo-zélandaises très performantes. Les gains en termes de revenus et de qualité de vie peuvent être très importants.

Au sud du Portugal comme dans une bonne part de l'Europe méditerranéenne, les sols sont pauvres et ils ont été dégradés par des mises en valeur agricoles ou pastorales non durables. Des méthodes de restauration ont heureusement été mises en place depuis une trentaine d'années à l'instigation du Pr David Crespo. Elles consistent en la valorisation de la biodiversité méditerranéenne, en l'occurrence en une sélection appropriée et en le semis d'une grande diversité de légumineuses inoculées en rhizobium auquel s'ajoutent des apports de phosphore pour réduire les carences constatées. Au total, plus de 500.000 ha ont été par suite restaurés dans le sud du Portugal et de l'Espagne, avec, à la clef, un doublement de la productivité pastorale et de la séquestration annuelle de carbone dans les sols.

Au Maroc comme dans toute la Méditerranée du Sud et de l'Est, les espaces à vocation pastorale sont à la fois de très grande étendue et dans l'ensemble très dégradés, avec pour conséquence de fortes pertes de productivité. Certains ont laissé place à des cultures non durables. La restauration écologique et pastorale de ces espaces est techniquement possible mais elle suppose une capacité des techniciens à jouer un rôle d'intermédiation et à organiser, avec les communautés rurales, des cartes de lecture socio-foncière des terroirs, puis à reconnaître les droits et devoirs d'usage dans le cadre d'accords contractualisés avec les communautés pastorales. La réussite suppose aussi de réaffirmer une régulation communautaire et de s'opposer aux accaparements de fait des biens communs par certains grands éleveurs. Ces accords pourraient s'accompagner de mise en place de paiements pour services environnementaux afin de compenser les pertes de revenus à court terme et d'améliorer l'environnement local et global à long terme. Dans ce domaine aussi, il sera donc aussi indispensable d'innover à grande échelle.

La collecte de l'eau, l'aménagement et la gestion des terroirs

La *collecte des eaux de pluie* est une autre technique d'intensification agro-écologique en forte extension en Afrique sahélienne. Le creusement de cuvettes de plantation (zaï), l'aménagement de demi-lunes (barrières en forme de croissants creusées dans la terre) et de cordons pierreux, ainsi que la préparation du sol en billons ralentissent le ruissellement. La technique du zaï améliorée, avec apport de matière organique, a été inventée au début des années 1980 par un agriculteur burkinabé, M. Yacouba Sawadagoo. Elle a permis de restaurer la productivité de dizaines de milliers d'hectares de terres dégradées au Burkina-Faso et au Niger. Dans ces deux pays, plus de 500 000 ha au total ont été restaurés par diverses techniques de gestion durable des terres, assurant une forte augmentation des rendements. Le *micro-dosage*, c'est-à-dire l'application ciblée de faibles doses d'engrais sur les semences ou les jeunes plants, s'avère très utile. Au Mali, au Burkina-Faso et au Niger, 473 000 paysans ont appris cette technique et ont vu leurs rendements de sorgho et de millet augmenter de 44 à 120%, et leurs revenus familiaux accrus de 50 à 130%.¹⁰ On a observé aussi, dans de nombreux villages, une très forte remontée de la nappe (de plus de 10 m dans 59 villages du Burkina). La "gestion intégrée de la fertilité des sols," qui vise à optimiser l'usage du stock de nutriments du sol, ressources disponibles localement et des engrais, permet aujourd'hui en moyenne un doublement des rendements en Afrique centrale.

L'objectif final devrait être un aménagement et une gestion combinée de plusieurs techniques développées au niveau des "terroirs" et aux échelles plus larges des territoires/paysages/bassins versants.

Le plus bel exemple de réussite africaine, bien documenté par le WRI (World Resources Institute),¹¹ nous est sans doute donné par la région du Tigré, en Éthiopie, située au nord du pays, à la frontière avec l'Érythrée. Région la plus sèche du pays, le Tigré a connu de terribles famines dans les années 1980. Or, grâce à un aménagement des terroirs à grande échelle, cette région est maintenant devenue "la plus sûre en eau du pays"! Au total, les paysans auraient, sur plus de 1 million ha, déplacé plus de 100 millions de tonnes de roche et de terre pour remodeler leurs versants (construction de terrasses, demi-lunes...). Maintenant, chaque goutte d'eau qui tombe s'infiltré dans les versants et cela a rechargé les nappes dans les vallées. Ils ont aussi protégé les arbres et reboisé, ainsi que construit des centaines de retenues d'eau, de

10. Aune et Batiano, "Agricultural intensification in the Sahel: the ladder approach," *Agricultural systems* XCVIII (2008: 119-125).

11. Voir notamment: <http://www.wri.org/blog/2015/07/how-ethiopia-went-famine-crisis-green-revolution>

petits barrages pour capter et stocker l'eau afin de l'infiltrer dans les sols et l'utiliser pour la petite irrigation. "Les paysans disent que les aménagements sur les pentes sont leur banque. Même en année de sécheresse, l'eau continue à couler et on compte aujourd'hui 366 puits peu profonds dans lesquels on trouve de l'eau à 3 à 4 mètres, utilisée pour la petite irrigation lors de la saison sèche. Les nappes ont ainsi été rechargées et sur une période de vingt ans, la surface irriguée pendant la saison sèche est passée de 40 à 40 000 hectares, ce qui a permis aux gens de reconquérir leur sécurité alimentaire et de s'adapter au changement climatique. Cette année, qui est particulièrement sèche, beaucoup de paysans du nord de l'Éthiopie ont pu ainsi récolter normalement, ce qui n'a pas été le cas dans d'autres régions du pays. Comme il y a une plus grande sécurité alimentaire, la pauvreté rurale a diminué de 50% au cours de dix dernières années."¹²

Les paysages du Maroc dévoilent à la fois une capacité ancienne à la bonne conservation des eaux et des sols et des phénomènes massifs d'érosion, de surpâturage, de dégradation et de désertification. Face à cette situation, une action volontariste d'ampleur est nécessaire. Comme le souligne le WRI, la première action devrait déjà consister à repérer et faire connaître les exemples de réussites. Ils sont sûrement nombreux même s'ils ne sont pas à grande échelle. L'exemple d'une exploitation sur la commune de Shoul, proche de Rabat, peut être cité. Un versant désertifié en forte pente a été en quelques années transformées en un jardin du Paradis, et ce en conjugant diverses techniques (régénération naturelle, demi-lunes, terrasses, associations végétales...). Un changement à grande échelle nécessitera d'encourager et de multiplier ce type d'initiatives à des échelles individuelles mais aussi collectives, notamment celle des douars. Il faudra donc dépasser la logique administrative en silo pour raisonner à l'échelle des "terroirs villageois" et aider les communautés rurales à appliquer des plans d'aménagement et de gestion agro-sylvo-pastoraux, élaborés par elles-mêmes avec l'aide de techniciens agricoles spécialement formés à ces approches, et appuyés par des systèmes de paiements pour services environnementaux. C'est donc toute une nouvelle relation entre l'État et les ruraux qu'il va falloir savoir construire.

12. Chris Reij, World Resources Institute, Colloque organisé par le Cercle français de l'eau: *Face aux enjeux climatiques et alimentaires: Réinventer les relations Eau-Agriculture* (Paris, janvier 2016).

4. Un nécessaire changement de paradigme

Réussir l'adaptation (et plus globalement, le "développement durable") à grande échelle suppose un véritable "changement de paradigme."

Le paradigme dominant actuel ne permet pas en effet de bien prendre en considération les dimensions sociale, environnementale et culturelle du développement. Il favorise la seule croissance économique aux dépens du long terme et des équilibres sociaux et territoriaux. Il génère donc de très grandes inégalités et non durabilités, renforçant la pauvreté rurale dans bien des régions.

Ce paradigme donne en effet priorité aux investissements étrangers, aux seules métropoles et, en agriculture, aux seules "filières," ignorant que tous les territoires ont un potentiel de développement important, souvent inexprimé, et que les capacités de développement endogène sont grandes. Les territoires ne sont pas en effet que des espaces dotés de certaines ressources et avantages naturels que l'on peut (sur-)exploiter à sa guise dans la mondialisation triomphante. Ce sont aussi des espaces dotés de ressources humaines et culturelles et qui peuvent s'organiser pour construire de la valeur ajoutée et du développement durable. La Figure 4 issue d'un travail récent conjoint de la FAO, de l'OCDE et l'UNCDF donne une image résumée de ce paradigme et de celui qui pourrait lui être opposé, celui de la "territorialisation."

Le changement climatique aujourd'hui impose des remises en cause. Il oblige en effet à réussir une intégration soit à la fois "verticale" (filières, chaînes de valeur) et "horizontale" (gestion et valorisation durable des ressources naturelles et culturelles, économie circulaire, réussite de la transition écologique, énergétique et agro-écologique...).

Il nous faut notamment beaucoup mieux prendre soin du "vivant" (les sols, l'eau, les agro-écosystèmes...) dans sa complexité et remettre le concept de "culture" au centre. Le mot culture vient en effet du latin "colere," qui signifie "mettre en valeur," prendre soin, faire fructifier. Après avoir pendant un siècle exploité de façon minière nos ressources au point de dérégler le climat mondial, il nous faut en effet aujourd'hui (ré)-apprendre à "commercer avec la nature pour la rendre propre à l'habitation humaine."¹³

13. Hannah Arendt, *La crise de la culture*. Huit exercices de pensée politique. Traduit de l'anglais sous la direction de Patrick Levy (Paris: Gallimard, 1989).

Éléments du paradigme	Paradigme dominant	Paradigme territorial
Cadre théorique	Economie urbaine	Economie institutionnelle Théorie de la croissance endogène
Objectif de développement	Efficiency (croissance économique)	Efficiency et équité
Secteurs visés	Production agricole Chaîne de valeur	Systémique (synergies entre secteurs et prise en compte des actifs territoriaux)
Préoccupations sociales	Emploi	Emploi, culture, histoire, capital social, etc.
Préoccupation environnementale	Marginale	Essentielle
Investissements	Pôles urbains	Toutes les régions ont un potentiel, souvent non exprimé
Système de décision	Du haut vers le bas	Système de gouvernance multi-niveaux

Figure 4: Une confrontation de paradigmes.

(Source: Vito Cistulli, FAO, séminaire SESAME 4, Meknès, avril 2016).

Ce défi, c'est celui de tous les territoires, mais c'est aussi, singulièrement, celui de l'agriculture, principale gestionnaire de la biosphère et des ressources naturelles non minières (eau, sols, biodiversité), et donc aussi celui des Ministères en charge de l'agriculture. La transition agro-écologique doit en effet s'opérer à très grande échelle si l'on veut que nos enfants puissent vivre correctement demain. Ceci demande d'en faire une priorité de politique avec toutes les déclinaisons qui en résulteront dans la recherche agronomique, l'enseignement agricole, le conseil, la création de collectifs et de projets agro-territoriaux (à l'exemple français des anciennes OGAF—opérations groupées d'aménagement foncier- et des nouveaux GIEE—groupes d'intérêt économique et environnemental), les mesures d'appui financier, la labellisation (à l'exemple du label "nouvelle agriculture" mis en place en France par la coopérative Terrena), etc. La récente "loi d'avenir" et le "Projet agro-écologique pour la France" sont un exemple qui peut être cité.

Dans ce nouveau contexte et face à ces nouveaux défis, les États vont donc devoir réussir à innover, pour se mettre à l'écoute du monde rural tout en donnant les impulsions nécessaires à la réussite du changement à grande échelle. Les projets doivent s'élaborer sur le terrain, par et avec les acteurs concernés, et non depuis le centre. Des contractualisations et des

financements innovants de type “paiements pour services environnementaux et territoriaux” vont devoir s’imposer. Le Maroc pourrait, s’il se donne l’ambition de plans doublement verts, faire exemple.

Bibliographie

- Aune, Jens B. et André Batiano. “Agricultural intensification in the Sahel: the ladder approach.” *Agricultural systems* 98 (2008).
- Reij, Chris et al., *Agroenvironmental Transformation in the Sahel: Another Kind of Green Revolution*. IFPRI, 2009.
- Reij, Chris. World Resources Institute, Colloque organisé par le Cercle français de l’eau: *Face aux enjeux climatiques et alimentaires: Réinventer les relations Eau-Agriculture*. Paris, janvier 2016.
- GIEC. *5^{ème} rapport du. IPCC. “Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change.”*
- GIEC. *5^{ème} rapport. IPCC. “Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability.”*
- Arendt, Hannah. *La crise de la culture*. Huit exercices de pensée politique. Traduit de l’anglais sous la direction de Patrick Levy. Paris: Gallimard, 1989.
- Météo France. Projet ClimSec: “*Impact du changement climatique en France sur la sécheresse et l’eau du sol.*” Météo-France/CNRS/CEMAGREF/MINES PARIS TECH/CERFACS, mai 2011.
- Thierfelder, Christian et Patrick Wall. “Effects of conservation agriculture on soil quality and productivity in contrasting agro-ecological environments of Zimbabwe.” *Soil Use and Management* 28 (2) (March 2012), 209-220.
- Winterbottom, Rick et al., “Amélioration de la gestion des terres et de l’eau.” Document de travail, épisode 4 de Création d’un avenir alimentaire durable. Washington, DC: World Resources Institut, novembre 2014. Accessible sur: <http://www.worldresourcesreport.org>
- Conseils généraux de l’agriculture de la France et du Maroc (CGAAER/CGDA). Synthèses des 4 séminaires eau et sécurité alimentaire en Méditerranée (SESAME), 2013, 2014, 2015, 2016.

ملخص: التكيف مع التغيرات المناخية: من أجل نموذج جديد للتنمية وانتقال فلاحى-إيكولوجى واسع النطاق

بما أن المغرب الكبير يعد الأكثر عرضة للتغيرات المناخية، فإن الهدف الذي حدده لقاء الكوب 21 بباريس، يجب أن يفضي في جميع الحالات إلى إنجاح رهانات التكيف والحد من المخاطر وضمان الأمن الغذائى. ولعل الكثير من الأمثلة المثيرة على صعيد التجديد الفلاحى والإيكولوجى في إفريقيا كما في البحر الأبيض المتوسط، قد أبانت عن إمكانية تحقيق ذلك. ويسلك هذا المقال أربعة سبل تهم الزراعة الحافظة أو المستدامة، والزراعة الحراجية، والمسارات الكفيلة بضمان الاكتفاء العلفى، وتهيئة المجالات المعبئة للمياه. ويبقى بلوغ هذه الغايات على نطاق واسع، رهينا بإحداث تغيير في النموذج من خلال اعتماد مقاربة تنموية تثن الموارد المحلية في أبعادها الثقافية والأخلاقية والبيئية.

الكلمات المفتاحية: التكيف، التغير المناخى، التنمية، الانتقال الفلاحى-الإيكولوجى، المغرب، إفريقيا، البحر الأبيض المتوسط.

Résumé: L'adaptation au changement climatique: pour un nouveau paradigme du développement et une transition agroécologique à grande échelle

Le Maghreb est particulièrement vulnérable au changement climatique. L'objectif, fixé par l'Accord de Paris (COP 21), doit être, ici comme ailleurs, de réussir ensemble l'adaptation, l'atténuation et la sécurité alimentaire. Des exemples remarquables de renouveau agricole et écologique en montrent la possibilité en Afrique comme en Méditerranée. Les 4 voies explorées par l'article sont l'agriculture de conservation, l'agro-foresterie, la restauration des parcours/autonomie fourragère, et l'aménagement des terroirs/collecte de l'eau. La réussite à grande échelle suppose cependant un changement de paradigme avec l'adoption d'une approche valorisant les ressources territoriales et les dimensions culturelle, éthique et environnementale du développement.

Mots clés: Adaptation, changement climatique, développement, transition agroécologique, Maroc, Afrique, Méditerranée.

Abstract: Adaptation to Climate Change: a Paradigm Shift and a Large Scale Agroecological Transition

Maghreb is particularly vulnerable to climate change. The goal, validated by the agreements of Paris (COP 21), must be, here and elsewhere, to succeed together in the adaptation, the mitigation and the food security. Outstanding examples of agricultural and ecological revivals show their possibility in Africa as much as in the Mediterranean basin. The four approaches explored by the article are conservation agriculture, agroforestry, rangeland restoration/fodder autonomy, landscape management/water harvesting. Success on a large scale, however, presumes a paradigm shift, with the adoption of an approach valorizing the territorial resources and the cultural, ethical, and environmental dimensions of the development.

Keywords: Adaptation, Climate Change, Development, Agroecological Transition, Morocco, Africa, Mediterranean

Resumen: Adaptación al cambio climático: un cambio de paradigma y una transición agroecológica a gran escala

Maghreb es particularmente vulnerable al cambio climático. El objetivo, validado por los acuerdos de París (COP 21), debe ser, aquí y en otros lugares, triunfar en la adaptación, la mitigación y la seguridad alimentaria. Los ejemplos sobresalientes de recuperaciones agrícolas y ecológicas muestran su posibilidad tanto en África como en la cuenca mediterránea. Los cuatro enfoques explorados por el artículo son la agricultura de conservación, agroforestería, restauración de tierras para granjas /autonomía de forraje, mejoramiento del paisaje/recolección de agua. Sin embargo, el éxito a gran escala supone un cambio de paradigma, con la adopción de un enfoque que valore los recursos territoriales y las dimensiones culturales, éticas y ambientales del desarrollo.

Palabras clave: La adaptación, el cambio climático, el desarrollo, la transición agroecológica, Marruecos, África, Mediterráneo.