

RESSOURCES EN EAU, PRODUCTION AGRICOLE ET SECURITE ALIMENTAIRE A L'HORIZON 2030

RIVE SUD DE LA MEDITERRANEE ET AFRIQUE SUBSAHARIENNE

*Etude réalisée par BRL Ingénierie pour le
Centre d'Analyse Stratégique*



Crédit photos : Stéphane Barbier

**Rapport final
Mai 2012**

BRL
Ingénierie



Equipe BRLi :

- ▶ Rédacteurs : Sébastien Chazot, Isabelle Terrasson, Ancia Drocourt ;
- ▶ Relecteurs contributeurs : Claude Allet, Jean-Michel Citeau, Etienne Dressayre, Guillaume Fabre, Dominique Olivier, Rémi Trier, Julien Verdonck.

Remarques et commentaires intégrés au rapport final :

- ▶ Centre d'Analyse Stratégique : Dominique Auverlot, Clélia Godot, Johanne Buba ;
- ▶ Comité de Pilotage : Jean-Luc Pujol (INRA), Hervé Guyomard (INRA) ;
- ▶ Panel d'experts réunis en séminaire : Marcel Mazoyer, Ghislain de Marsily, Sébastien Treyer, (Michel Griffon excusé) ;
- ▶ Institut Royal marocain des Etudes Stratégiques (IRES).

Les études du Centre d'analyse stratégique (CAS) sont des travaux de recherche commandés par le Centre à un organisme extérieur. Elles n'engagent que leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement les positions du CAS. L'objet de leur diffusion est de susciter le débat et d'appeler des commentaires et critiques.

RESSOURCES EN EAU, PRODUCTION AGRICOLE ET SECURITE ALIMENTAIRE A L'HORIZON 2030

Analyse des zones Rive sud de la Méditerranée et Afrique subsaharienne – Rapport final – Mai 2012

1. CONTEXTE ET DIAGNOSTIC	2
1.1 D'ici à 2030, les besoins alimentaires de l'Afrique vont fortement augmenter	2
1.1.1 Une forte croissance démographique est attendue	3
1.1.2 La demande en productions agricoles va augmenter plus vite que la population	6
1.1.3 La production agricole devra être assurée à partir de ressources en sol et en eau limitées	9
1.2 Les changements climatiques auront des impacts sur la disponibilité des ressources en eau, la production agricole et l'aménagement des territoires	18
1.2.1 Le réchauffement sera généralisé mais les évolutions pluviométriques possibles sont difficiles à cerner selon les régions	18
1.2.2 Les changements climatiques devraient augmenter la variabilité des ressources en eau dans le temps et l'espace	23
1.2.3 A surfaces cultivées égales, les changements climatiques devraient conduire à une baisse globale de la production et à une hausse des besoins en eau	24
1.2.4 Les évènements climatiques exceptionnels seront plus fréquents	29
1.2.5 D'autres impacts toucheront l'agriculture et les ressources en eau	30
1.3 La concurrence entre les usages de l'eau risque de s'accroître et les défis du partage sont à relever	32
1.3.1 Prospectives multisectorielles sur les hausses de besoins en eau à l'horizon 2030	32
1.3.2 Des contraintes sur les régimes des cours d'eau doivent être respectées pour maintenir les services rendus par les écosystèmes aquatiques et pour préserver leur bon état	35
1.3.3 Le partage de l'eau est à apprécier par des analyses spécifiques à chaque bassin	38
1.3.4 La gestion transfrontalière : émergence d'organismes de bassins africains, porteurs de coopération plus ou moins avancée	40
1.4 Le bilan des ouvrages existants et la perspective de nouveaux grands aménagements hydrauliques sont controversés	45
1.4.1 Retour sur les politiques de grande hydraulique	45
1.4.2 Un front méditerranéen déjà fortement aménagé mais un grand potentiel dans le reste de l'Afrique et des programmes ambitieux	49

1.4.3	La réhabilitation des périmètres existants doit tenir compte des erreurs passées	49
1.5	Une production agricole globalement suffisante n'assure pas nécessairement la sécurité alimentaire	50
1.5.1	Les différents aspects et échelles de la sécurité alimentaire	50
1.5.2	De multiples verrous empêchent la régulation et l'amplification de la production agricole locale	54
1.5.3	La libéralisation des échanges de produits agricoles fragilise certains producteurs et les expose à une insécurité alimentaire	56
1.6	Agriculture et Eau en Afrique à l'horizon 2030 : des visions contrastées, entre Agriculture intensive et Révolution doublement verte	57
1.6.1	Il existe une grande diversité de travaux prospectifs dans le domaine de l'agriculture	57
1.6.2	La comparaison des différents scénarios prospectifs révèle certaines tendances concernant l'avenir de l'eau et de l'agriculture en Afrique	60
2.	SECURISER L'ALIMENTATION TOUT EN GERANT DURABLEMENT LES RESSOURCES EN EAU : EVOLUTIONS SOUHAITABLES	66
2.1	La souveraineté alimentaire des pays africains à l'horizon 2030 nécessite une révision des règles du commerce international	66
2.2	Les gouvernements africains doivent favoriser le développement de périmètres irrigués sur lesquels grandes exploitations agroindustrielles et exploitations familiales coexistent	73
2.3	La production d'agrocultures doit impérativement être assortie d'études permettant d'évaluer ses impacts sur les plans social, économique et environnemental	76
2.4	Les techniques permettant d'améliorer l'efficacité de l'irrigation doivent être recherchées tout en prévenant les effets rebonds de surconsommation d'eau	80
2.5	L'intérêt de développer l'irrigation doit s'apprécier au cas par cas, à la bonne échelle d'analyse, et avec des méthodes adaptées	83
2.6	Les prometteuses pratiques agronomiques de conservation des eaux et des sols doivent bénéficier de moyens techniques et financiers pour assurer leur développement	89
2.7	Les pratiques qui aident les agriculteurs à réduire leur vulnérabilité au risque hydro-climatique doivent être vulgarisées	94
2.8	L'accroissement de la fréquence des événements climatiques extrêmes doit être pris en compte dans les politiques publiques	101
2.9	Les politiques agricoles nationales doivent protéger l'accès aux terres cultivables et fixer une durée limitée aux concessions privées	108
2.10	Le développement de l'irrigation doit s'ouvrir à la participation pour la gestion ou le financement, sous contrôle du secteur public	110

2.11 La gouvernance de l'eau en 2030 devra articuler différents niveaux institutionnels pour gérer les ressources de manière intégrée	114
Bibliographie	116
Liste des personnes rencontrées dans le cadre de l'étude	122
Synthèse du bilan emploi-ressources d'Agrimonde	123

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation des quatre pays-exemples.....	1
Figure 2 : Carte des bassins versants transfrontaliers du continent africain (Source : BRLi)	2
Figure 3 : Evolution rétro-prospective de la population en Afrique subsaharienne et en Afrique du Nord (graphe en milliers d'habitants) (Source : ONU, 2010 – Graphe BRLi)	3
Figure 4 : Projections de population urbaine et rurale	4
Figure 5 : Projections de population urbaine et rurale	5
Figure 6 : Evolution de la consommation de viande entre 1975 et 2050 (Source : FAO 2008)	6
Figure 7 : Surfaces irriguées et surfaces dédiées aux agrocarburants en 2000 et en 2050 en Afrique subsaharienne dans les scénarios Agrimonde, Révolution doublement verte et MEA	7
Figure 8 : Litres d'eau nécessaires à la production de viande (Source : Académie des Sciences – Graphe BRLi)	8
Figure 9 : Extrait centré sur l'Afrique de la carte des systèmes agricoles à risque établie par le rapport SOLAW (Source : FAO 2011)	9
Figure 10 : Part des terres agricoles exploitées et irriguées en Afrique (Source : Global Perspective Unit, FAO Outlook to 2050 – Graphe BRLi).....	11
Figure 11 : Superficies cultivées en 2005 et possibilités d'expansion selon trois hypothèses (millions d'hectares).....	12
Figure 12 : Evolution de la forme de la crue du Niger à Kandadji et à Niamey (Source : AMMA)	13
Figure 13 : Surfaces équipées pour l'irrigation dans le monde.....	15
Figure 14 : La Pluie et le rendement des céréales au Niger (Source : Benjamin Sultan, GIS Climat Environnement Société)	16
Figure 15 : Pluviométrie annuelle sur le continent africain sur la période 2003-2007 (Source : chiffres UNEP – carte Africa water atlas)	18
Figure 16 : Ecart à la moyenne des précipitations annuelles sur l'ensemble du Maroc (incluant la zone du Sahara occidental) (Source : Ministère marocain de l'Aménagement du Territoire – Graphe BRLi)	19
Figure 17 : pluie (indice pluviométrique au Sahel) et débit du fleuve Niger à Bamako sur un siècle (Source : IRD/SNE Mali – Rapprochement et mise en forme BRLi)	19
Figure 18 : Une image possible des changements climatiques en Afrique (Source : Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest).....	21
Figure 19 : Projections attendues en termes d'écoulements en Afrique aux horizons 2030 et 2050 (Source : Banque Mondiale)	24
Figure 20 : (a) Impacts du changement climatique sur les rendements en millet et sorgho au Niger et au Burkina Faso, (b) Pourcentage de variation du rendement du riz pluvial, (c) Pourcentage de variation du rendement du riz irrigué (Source : CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008).....	26
Figure 21 : Le delta du Nil et l'élévation du niveau de la mer (Source : Blanchon, Atlas mondial de l'eau, éditions Autrement)	30
Figure 22 : Inondations à Saidia à l'horizon 2050 (Source : IRES).....	31
Figure 23 : Principaux centres urbains et zones côtières vulnérables en Afrique de l'Ouest (Source : NASA/DLR, CSAO 2007).....	31

Figure 24 : Prospectives de demandes en eau par secteur d'utilisation dans l'ensemble des pays de la rive sud de la Méditerranée (Source : Plan Bleu – graphe BRLi)	33
Figure 25 : Sous-bassins versants du bassin actif du lac Tchad et analyse fréquentielle du remplissage du lac sous différentes hypothèses de prélèvements (Source : BRLi 2010)	37
Figure 26 : Diminution du niveau de la nappe du Souss entre 1969 et 1994 (Source : Plan Maroc Vert)	39
Figure 27 : Le bassin versant transfrontalier du Nil (Source : BRLi)	41
Figure 28 : Les bassins versants transfrontaliers africains (bleu ciel) et ceux gérés par un organisme de bassin (bleu foncé) (Source : BRLi)	42
Figure 29 : Nombre de barrages mis en service au Maroc entre 1967 et 2006 (Source : Plan Maroc Vert– Graphe BRLi)	48
Figure 30 : Ordre de grandes des pertes et gaspillages des produits agricoles (Source : M. Guillou).....	54
Figure 31 : Surfaces cultivées et irriguées en Afrique du Nord – Moyen-Orient aux horizons 2030 et 2050 selon différents scénarios prospectifs (Sources : FAO, Agrimonde – Graphe BRLi)	63
Figure 32 : Surfaces cultivées et irriguées en Afrique subsaharienne aux horizons 2030 et 2050 selon différents scénarios prospectifs (Sources : FAO, Agrimonde – Graphe BRLi)	64
Figure 33 : Impact d'une augmentation/diminution de 5% des rendements annuels céréaliers sur les cours mondiaux des produits de base (moyenne sur la période de projection 2011-2020) (Source : FAO-OCDE)	69
Figure 34 : Le « bol de spaghettis » des unions économiques régionales en Afrique (Source : Katsaris 2011).....	69
Figure 35 : Les systèmes d'échanges d'énergie électrique régionaux africains.....	72
Figure 36 : Bio-productivité des prairies et des forêts (gauche), et densité de l'élevage de ruminants en Afrique (droite) (Source : Fischer et al 2008).....	79
Figure 37 : Pourcentage des périmètres irrigués en attente de réhabilitation (Source : adapté de FAO Aquastat – AICD 2008)	81
Figure 38 : Analyse des opportunités d'investissements multisectoriels dans le bassin du Zambèze (Source : Banque mondiale et BRLi 2010a)	85
Figure 39 : Enjeux des projets d'aménagements sur le Niger amont vis-à-vis du delta intérieur du Niger (Source : BRLi).....	86
Figure 40 : Vitesse d'infiltration d'une lame d'eau en labour et en SCV (Source : Boli Baloulé, 1996)	90
Figure 41 : Cultures sur sols avec et sans BRF (Source : FAO)	91
Figure 42 : Evolution des surfaces en agriculture de conservation en Afrique	92
Figure 43 : Evolution des rendements en coton sur le site de Zouana entre 2002 et 2007 (Source : BRLi)	93
Figure 44 : Périodes de retour prévues de la température maximale quotidienne dépassée 1 fois en moyenne sur 1981-2000 (Source : GIEC 2012)	102
Figure 45 : Périodes de retour prévues de la pluviosité quotidienne dépassée une fois en moyenne sur 1981-2000 (Source : GIEC 2012)	102
Figure 46 : Articulation des différents facteurs liés aux événements climatiques extrêmes.....	103
Figure 47 : Cercle vicieux de non-durabilité de la gestion de la grande irrigation collective	110
Figure 48 : Cercle vertueux des périmètres irrigués dont la gestion est satisfaisante.....	113

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Quelques chiffres-clés caractéristiques des quatre pays-exemples.....	1
Tableau 2 : Evolution rétro-prospective de la population en Afrique subsaharienne et en Afrique du Nord (Source : ONU, 2010 – Tableau BRLi).....	3
Tableau 3 : Part des terres agricoles exploitées et irriguées dans les pays-exemples (Source : FAO).....	11
Tableau 4 : Baisse de rendements agricoles attendues sous l'effet du changement climatique au Maroc à l'horizon 2020-2030 (Source : IRES).....	28
Tableau 5 : Hypothèses adoptées par les deux scénarios prospectifs du Plan Bleu	32
Tableau 6 : Bilan besoins/ressources prospectif à l'échelle du Maroc à l'horizon 2020 (Source : Plan Bleu).....	33
Tableau 7 : Dépendances hydriques de l'Egypte, du Soudan et de l'Ethiopie	41
Tableau 8 : Part des surfaces aménagées et cultivées depuis la construction du barrage de Manantali	46
Tableau 9 : Principales hypothèses utilisées dans les différents scénarios de prospective agricole étudiés.....	61
Tableau 10 : Les unions économiques régionales africaines	70
Tableau 11 : Commerce extérieur intra et extra régional de l'UEMOA et de la CEDEAO.....	71
Tableau 12 : Coûts à l'hectare de réhabilitation et de construction de nouveaux aménagements (Source : FAO).....	82
Tableau 13 : Tableau comparatif des coûts de production de l'eau hors service (Source : Mission d'information parlementaire « Géopolitique de l'eau » 2011).....	88
Tableau 14 : Quelques options de gestion des risques et d'adaptation face à la variation de l'exposition, de la vulnérabilité et des extrêmes climatiques dans le cas de la sécheresse et la sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest (Source : GIEC 2012).....	107

En 2030, le monde devra nourrir plus de 8 milliards de personnes, dont 1,5 milliard d'africains. La production agricole devra satisfaire la demande mondiale dans un contexte de ressources limitées, sols, ressources biologiques et eau, dont les disponibilités pourraient être modifiées par les changements climatiques. Une part importante des potentiels agricoles non exploités se trouve en Afrique, qu'il s'agisse de terres cultivables ou de ressources en eau.

Dans quelle mesure les leviers d'action sur l'eau pourront-ils contribuer à l'augmentation de la production agricole ? Quelles gestions de l'eau en lien avec quelles agricultures doivent être mises en œuvre pour répondre au défi de l'alimentation à l'horizon 2030 tout en répondant aux exigences d'un développement durable ?

Ce rapport vise à fournir des éléments de réponse à ces questions en se basant sur l'analyse de deux zones géographiques distinctes : **la rive sud de la Méditerranée (Afrique du Nord)** et **l'Afrique subsaharienne**¹. Chacune des deux zones est illustrée à l'aide de deux pays-exemples : respectivement le **Maroc** et **l'Égypte**, et le **Niger** et la **Zambie**. Ces quatre pays sont localisés sur la carte ci-dessous.

Il est à noter que certains chiffres à l'échelle régionale cités dans le rapport ne concernent pas strictement l'Afrique du Nord, qui est parfois regroupée avec le Proche et/ou le Moyen Orient².

Le tableau ci-dessous présente quelques chiffres caractéristiques pour les quatre pays-exemples.

Figure 1 : Localisation des quatre pays-exemples

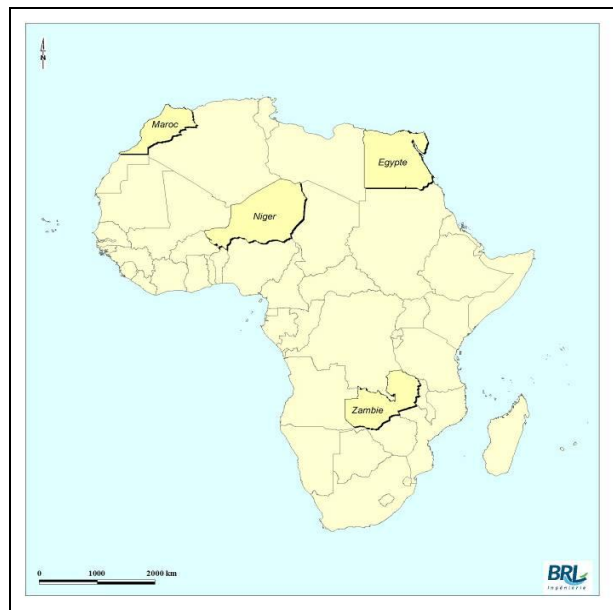


Tableau 1 : Quelques chiffres-clés caractéristiques des quatre pays-exemples
(Sources : FAO Aquastat, INED, CIA World Factbook)

	Superficie du pays (Mha)	Superficies cultivées (Mha)	Population (millions)	PIB (US\$/hab)	Précipitations moyennes annuelles (mm/an)
Maroc	45*	9	32	4800	346
Égypte	100	3,5	83	6200	51
Niger	127	4,5	16	700	151
Zambie	75	5	13,5	1500	1020

*hors Sahara occidental (27 Mha)

¹ Au sens de l'ONU, l'Afrique du Nord regroupe le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Lybie, l'Égypte, le Soudan et le Sud Soudan. L'Afrique subsaharienne englobe tous les autres pays du continent africain. L'appellation « Afrique subsaharienne » est cependant discutable, le terme idoine serait plutôt « Afrique sud-saharienne » (partie de l'Afrique au Sud du Sahara).

² Au sens de l'ONU, le Proche-Orient regroupe la Turquie, la Syrie, le Liban, Israël, la Jordanie, l'Égypte. Le Moyen-Orient englobe le Proche-Orient et inclut également l'Arabie Saoudite, les EAU, le Qatar, Oman, le Yémen, le Koweït, l'Irak, l'Iran, Chypre, Bahreïn et les territoires contestés de l'Autorité palestinienne et de Chypre du Nord.

Dans certains cas, des exemples jugés pertinents sont également empruntés à d'autres pays ou d'autres **bassins versants** de la zone. Comme l'illustre la carte ci-après, **l'Afrique comporte un très grand nombre de bassins versants transfrontaliers, pour lesquels la gestion de l'eau dépasse les échelles nationales.**

Figure 2 : Carte des bassins versants transfrontaliers du continent africain (Source : BRLi)



1. CONTEXTE ET DIAGNOSTIC

1.1 D'ICI À 2030, LES BESOINS ALIMENTAIRES DE L'AFRIQUE VONT FORTEMENT AUGMENTER

Les deux principaux moteurs de l'augmentation de la demande en denrées alimentaires, et donc de production agricole, sont la croissance de la population et le changement des habitudes alimentaires. D'autres facteurs externes, en particulier l'expansion des surfaces cultivées pour la production d'agrocarburants, ou encore les accaparements de terres par des pays ou des investisseurs privés, pourront également avoir une influence non négligeable sur l'accroissement de la demande.

1.1.1 Une forte croissance démographique est attendue

LA POPULATION AFRICAINE AUGMENTERA DE MOITIÉ D'ICI 2030

La population mondiale pourrait atteindre 8,3 à 8,7 milliards d'individus en 2030, selon les dernières projections de l'ONU (Division de la population, 2010) parmi lesquels entre 1,5 et 1,7 milliards seront africains. La population africaine, qui a quadruplé entre 1950 et 2010, devrait encore augmenter de moitié d'ici 2030, passant de 15% de la population mondiale à presque 20%.

Ces évolutions spectaculaires induiront des demandes en denrées alimentaires croissantes et constituent un défi en termes de sécurité alimentaire et donc d'utilisation des ressources en eau.

Figure 3 : Evolution rétro-prospective³ de la population en Afrique subsaharienne et en Afrique du Nord (graphe en milliers d'habitants) (Source : ONU, 2010 - Graphe BRLi)

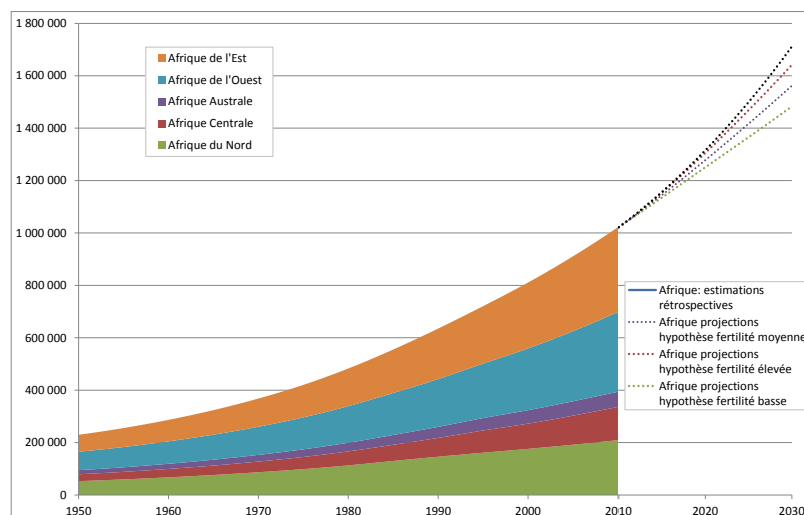


Tableau 2 : Evolution rétro-prospective de la population en Afrique subsaharienne et en Afrique du Nord (Source : ONU, 2010 - Tableau BRLi)

Population (millions)	1950	1970	1990	2010	2030	
					H haute	H basse
Afrique du Nord	44	72	120	166	221	196
dont Egypte	22	36	57	81	113	100
dont Maroc	9	15	25	32	40	35
Afrique Subsaharienne	186	296	516	856	1 421	1 287
dont Niger	2	4	8	16	32	30
dont Zambie	2	4	8	13	26	23
Total Afrique	230	368	635	1022	1641	1483

³ Les quatre scénarios correspondent à quatre hypothèses sur la fécondité (hypothèse centrale tendant vers une valeur commune de 1.85 enfant par femme, hypothèse haute à 2.35, hypothèse basse à 1.35, et hypothèse constante par rapport au niveau actuel)

En Méditerranée, la croissance démographique des décennies à venir sera concentrée dans les pays de la rive sud : la progression attendue pour 2020 est de +65% par rapport à 1990, tandis que les pays de la rive européenne enregistreront moins de 8% de croissance démographique sur la même période (Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, 2008). Au sein de la région sud-méditerranéenne, des disparités importantes sont à signaler : tandis que la transition démographique des pays du Maghreb tels que le Maroc est déjà bien engagée, les populations des pays du Proche-Orient tels que l’Égypte devraient exploser. Selon les projections, l’Égypte comptera entre 100 et 110 millions d’habitants en 2030, contre 81 millions en 2011.

L’Afrique subsaharienne, longtemps caractérisée par une démographie à croissance rapide, a globalement entamé le processus de la transition démographique. Toutefois, les changements s’opèrent à des rythmes différents selon les pays en fonction des systèmes culturels, économiques, politiques et des crises (Tabutin, Schoumaker, 2004). Une douzaine de pays d’Afrique subsaharienne, dont le Niger, n’ont pas encore constaté la baisse de fécondité correspondant au déclenchement de la transition démographique (Leridon, De Marsily, 2011).

D’ici à 2040, les croissances démographiques des pays d’Afrique subsaharienne vont progressivement ralentir mais étant encore très élevées, elles vont conduire à de fortes augmentations de population dans les vingt à trente prochaines années. Selon les projections de l’ONU, l’ensemble de la région passera de 856 millions d’habitants aujourd’hui à environ 1 090 en 2020 puis environ 1 360 en 2030 (ONU, World population prospects, hypothèse moyenne). A l’exception des pays d’Afrique australe, où les taux de croissance négatifs entraîneront des déclin de population, le reste des pays d’Afrique subsaharienne doubleront voire tripleront (Niger, Mali, Burkina Faso, etc.) leur population entre 2000 et 2040 (Tabutin, Schoumaker, 2004).

LA POPULATION AFRICAINE CONTINUE DE S’URBANISER

Parallèlement aux accroissements de populations, la structuration de celles-ci, et notamment leur répartition entre populations urbaines et rurales aura des conséquences sur la demande en produits alimentaires et sur les besoins en eau. A l’horizon 2030, l’Afrique verra ses populations urbaines considérablement augmenter.

Figure 4 : Projections de population urbaine et rurale en Afrique du Nord (Source : ONU, 2009 - Graphe BRLi)

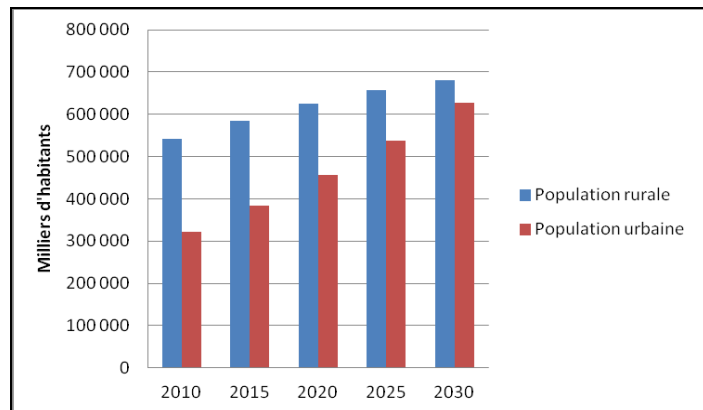
Dans le **bassin méditerranéen**, la majorité de la croissance démographique attendue aura lieu dans les villes, du fait de l’accroissement urbain naturel et d’un fort exode rural. Ainsi au Maroc, l’ONU prévoit que la part de population urbaine passe de 58% de la population totale aujourd’hui à près de 70% en 2030 (ONU, World urbanization Prospects, 2009).



Toutefois, l'accroissement de la part de la population urbaine dans la population totale ne se fera pas au détriment de la population rurale : les campagnes des pays de la rive sud de la Méditerranée ne connaîtront pas de déclin démographique dans les décennies à venir. Dans la plupart des pays de la région, le nombre de ruraux restera stable, sauf en Egypte, qui comptera près de 8 millions de nouveaux ruraux entre 2010 et 2030 (Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, 2008). Le monde rural ne se dépeuple pas et abrite un secteur d'importance stratégique : le secteur agricole, qui représente 24% de la population active en Afrique du Nord (FAO, Aquastat).

Quant à l'**Afrique Subsaharienne**, elle sera également marquée par un fort développement urbain, mais avec une part significative de la population qui demeure rurale. Tandis qu'à l'heure actuelle, la population d'Afrique subsaharienne est majoritairement rurale, le nombre d'urbains et de ruraux s'équilibrera à peu près à l'horizon 2030 (ONU, World urbanization Prospects, 2009).

Figure 5 : Projections de population urbaine et rurale en Afrique subsaharienne (Source : ONU, 2009 - Graphe BRLi)



Selon les pays, les rythmes de cette évolution seront différents. Par exemple le Niger, qui ne compte aujourd'hui que 2,7 millions d'urbains sur 15,8 millions d'habitants (soit 17%), conservera un écart important entre ses populations urbaine et rurale avec un taux d'urbanisation de 23% à l'horizon 2030. En revanche, les prévisions pour la Zambie illustrent les évolutions attendues à l'échelle du continent et le pays devrait atteindre un taux d'urbanisation de 50% en 2040 (ONU, World urbanization Prospects, 2009).

Cette croissance de l'urbanisation soulève de nombreux défis : sécurité alimentaire, accès à l'eau potable, assainissement... La situation risque d'être particulièrement critique dans les villes d'Afrique subsaharienne, qui sont souvent des villes nouvelles sans activité économique suffisante pour fournir à leurs habitants les services de base et les ressources en quantités suffisantes.

Il est à noter qu'en termes de ressources en eau, les enjeux sont très différents en zone urbaine et en zone rurale. Alors qu'en zone urbaine, les contraintes majeures sont liées à la densité de population et donc à des questions de distribution de volumes d'eau importants, en zone rurale, les problèmes liés à la qualité de l'eau ainsi qu'à son acheminement dans des zones d'habitat parfois très dispersé, priment.

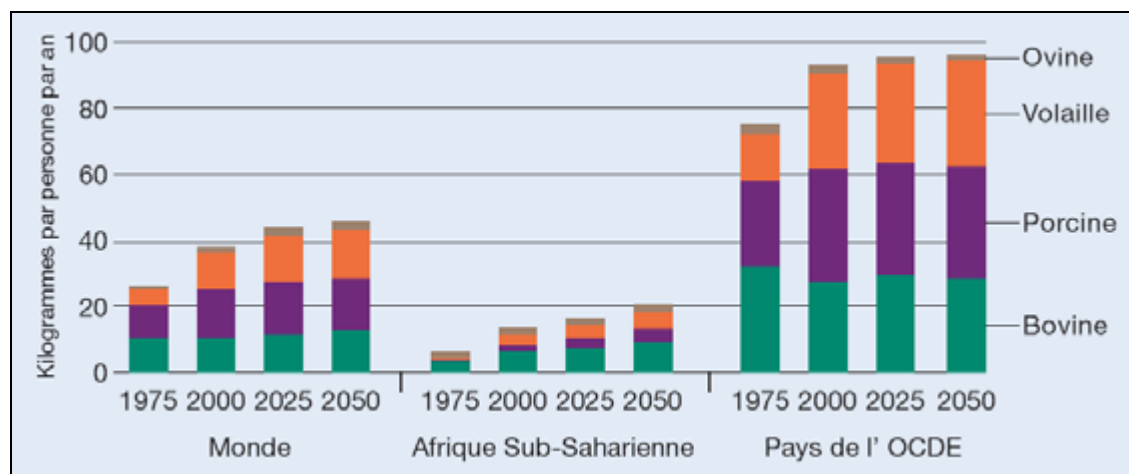
1.1.2 La demande en productions agricoles va augmenter plus vite que la population

DES HABITUDES ALIMENTAIRES EN MUTATION VERS DES RÉGIMES PLUS CALORIQUES ET CONTENANT PLUS DE PROTÉINES ANIMALES

La population va augmenter mais les habitudes alimentaires vont également évoluer : on observe depuis quelques décennies, à l'échelle mondiale, une tendance à l'accroissement des consommations de fruits, de légumes, et de productions animales (lait, viande). Etant donné l'accroissement et les changements de structuration attendus des populations, les régimes alimentaires vont probablement continuer à évoluer (Leridon, De Marsily, 2011). Deux facteurs principaux expliquent ces changements dans les consommations alimentaires : d'une part l'amélioration du niveau de vie liée à la croissance économique, qui entraîne une augmentation rapide de la consommation de viandes et produits laitiers (Inter-réseaux, 2009), et d'autre part l'urbanisation croissante, qui crée une demande nouvelle en produits prêts à consommer d'origine animale tels que les sachets de poudre de lait, les yaourts, les laits fermentés, les fromages, ou les découpes de volaille (Inter-réseaux, 2009).

En **Afrique subsaharienne**, la croissance annuelle de la demande en produits d'origine animale est estimée à 4%, alors que la croissance de la population est d'environ 2,5% par an. D'ici à 2020, cette demande devrait fortement augmenter, notamment en Afrique de l'Ouest. Les consommations partent d'un niveau très faible : la consommation toutes viandes confondues en Afrique de l'Ouest est de 8,6 kg par habitant et par an, contre près de 100 kg en moyenne dans les pays de l'OCDE (Inter-réseaux, 2009), mais la double croissance (population et consommation unitaire) fait bien résider la forte évolution de la demande en valeur absolue dans les pays d'Afrique et les autres pays en développement.

Figure 6 : Evolution de la consommation de viande entre 1975 et 2050 (Source : FAO 2008)



En **Afrique du Nord**, avec les mutations de la société de plus en plus jeune, urbaine, et dans laquelle le travail salarié des femmes est en augmentation, l'alimentation semble s'éloigner du modèle traditionnel méditerranéen sans pour autant s'occidentaliser totalement. On observe une consommation accrue des céréales, légumes secs, et sucres simples. La consommation de viande et de lait augmente mais elle reste faible : environ 20 kg par habitant et par jour en Egypte et au Maroc (Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, 2008).

Ces nouveaux régimes alimentaires modifient la demande en termes de production agricole, en volume et en nature, et d'exploitation des ressources en eau.

Localement, le défi se pose également en termes d'offre en produits animaux, et donc de performances et d'organisation de la filière élevage.

Par ailleurs, en Afrique, l'accroissement nécessaire de la production agricole ne se justifie pas uniquement par les besoins alimentaires. Les activités agricoles constituent également des sources d'emploi et de revenus, questions de première importance sur le continent africain où la majeure partie de la population est rurale.

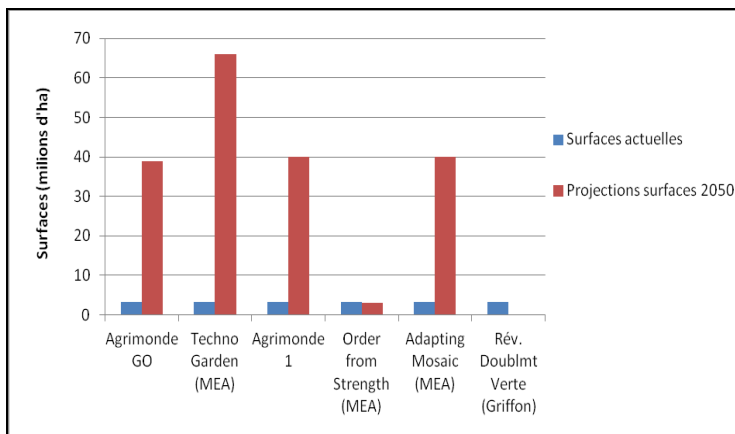
LA DEMANDE D'AGROCARBURANTS POURRAIT CONCURRENCER LA PRODUCTION ALIMENTAIRE MAIS ÉGALEMENT APPORTER DES REVENUS AUX PRODUCTEURS

Le développement des cultures destinées à produire des agrocarburants constitue un enjeu supplémentaire à prendre en compte dans l'étude des questions de sécurité alimentaire et d'impacts sur les ressources en eau. Ces cultures, qui sont soit des grandes cultures alimentaires utilisées pour les filières de première génération (céréales, oléagineux), soit des cultures énergétiques (lignocellulosiques, plantes entières) destinées aux filières de deuxième génération, se développent fortement depuis quelques années, principalement sous l'impulsion des mesures de soutien et des obligations quantitatives fixées par les pouvoirs publics de certains pays.

En **Afrique subsaharienne** notamment, où le réservoir de terres cultivables est très important, on assiste à l'expansion des surfaces cultivées pour la production d'agrocarburants : aujourd'hui, il y aurait 3,2 millions d'hectares concernés par une centaine de projets dans vingt pays d'Afrique subsaharienne, principalement en Afrique de l'Ouest (Mali, Guinée, Sénégal...) (Carrington, Valentino, 2011).

Figure 7 : Surfaces irriguées et surfaces dédiées aux agrocarburants en 2000 et en 2050 en Afrique subsaharienne dans les scénarios Agrimonde, Révolution doublement verte et MEA

(Source : Agrimonde - Graphe BRLi)



La majorité des scénarios de prospective prévoient une augmentation des surfaces cultivées pour la production d'agrocarburants en Afrique subsaharienne : à l'horizon 2050, celles-ci pourraient occuper entre 40 et 65 millions d'hectares, sur une surface totale cultivée d'environ 300 millions d'hectares (Cf. 1.6).

Or, la production de cultures énergétiques est inextricablement liée aux ressources en eau, qu'elle influence en termes qualitatif et quantitatif, notamment du fait que certaines de ces cultures telles que la canne à sucre sont particulièrement exigeantes en eau (UNEP, 2011). Pour analyser les impacts du développement des agrocarburants sur les ressources en eau, les prospectivistes recommandent de considérer celui-ci globalement comme un facteur supplémentaire d'accroissement de la demande en biomasse (Treyer, 2011).

Par ailleurs, outre les impacts quantitatifs et qualitatifs sur les ressources en eau, les agrocarburants menacent également la sécurité alimentaire par plusieurs mécanismes : concurrence des débouchés pour les cultures alimentaires, transmission des prix internationaux aux prix nationaux, compétition entre plusieurs produits pour l'accès aux terres ou pour l'allocation du travail et du capital au sein des ménages (Cirad, 2011).

Cependant, les agrocarburants constituent localement un potentiel pour accroître les revenus des producteurs et leur pouvoir d'achat. A l'heure actuelle, la question reste très controversée et divise encore les experts.

Dans le **Bassin Méditerranéen** en revanche, les surfaces cultivées en agrocarburants sont peu étendues et devraient le rester à l'horizon 2030.

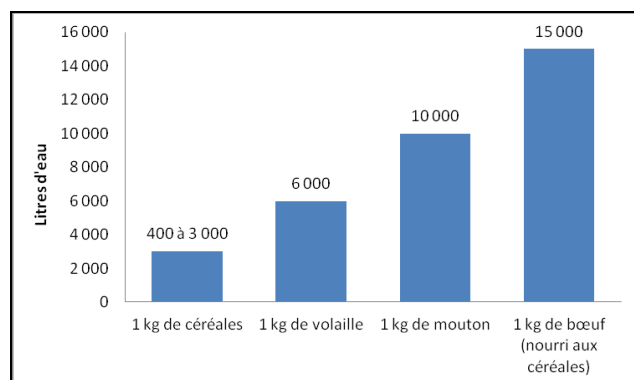
LA DEMANDE CROISSANTE EN PRODUITS AGRICOLES ENTRAÎNERA EN PARTIE DES BESOINS EN EAU CROISSANTS

A l'horizon 2030, l'effet combiné de la croissance démographique, des changements d'habitudes alimentaires et du développement possible des agrocarburants entraînera des pressions fortes sur les ressources en eau.

L'accroissement de la production agricole nécessaire pour nourrir des populations grandissantes reposera en partie sur l'agriculture irriguée. Selon la FAO, en Afrique du Nord et au Proche-Orient, les surfaces irriguées passeront de 28 millions d'hectares (dont 6,4 millions en Afrique du Nord) à 36 millions d'hectares, et de 5 à 8 millions d'hectares en Afrique subsaharienne entre 2007 et 2050. Le développement de l'agriculture pluviale et l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation constitueront les autres leviers d'accroissement de la production agricole.

Par ailleurs, l'augmentation des consommations de produits d'origine animale exerce une pression sur l'élevage, qui consommera une part croissante de céréales (Borron, Hajri, Labbouz, 2008), de terres et d'eau. En effet, on estime que pour produire 1 calorie animale il faut en moyenne 3 à 11 calories végétales (Guillou M., Matheron G, 2011), qu'il faudrait selon les conditions 3 à 8 fois plus de surface de terre pour produire 3 000 kcal/pers/j avec un régime riche en viande par rapport à un régime à base végétale (Gerben-Leenes *et al.*, 2002 cité par Leridon, De Marsily, 2011) et que produire 1 kg de bœuf nécessite en moyenne 15 000L d'eau, contre 400 à 3000L pour 1 kg de céréales (Renault et Wallender, 2000 ; Wichelns, 2001 ; Zimmer et Renault, 2003 ; SIWI, IWMI, 2004, cités par Leridon, De Marsily, 2011).

Figure 8 : Litres d'eau nécessaires à la production de viande (Source : Académie des Sciences - Graphe BRLi)



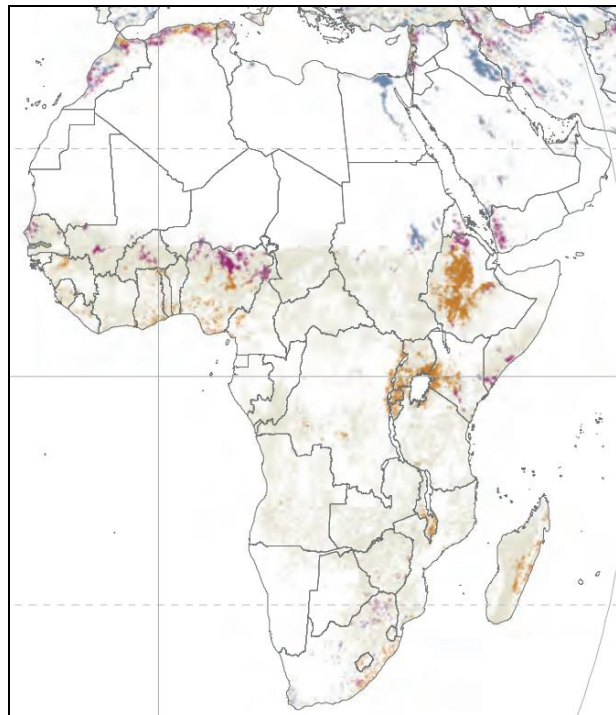
1.1.3 La production agricole devra être assurée à partir de ressources en sol et en eau limitées

Il existe trois manières d'accroître la production agricole : l'expansion des terres cultivées, l'augmentation de l'intensité culturale, et l'accroissement des rendements, en partie par l'accroissement de la part des surfaces cultivées irriguées (Bruinsma, 2003). Selon les régions du monde, le potentiel d'accroissement de la production agricole réside inégalement au sein de ces trois composantes.

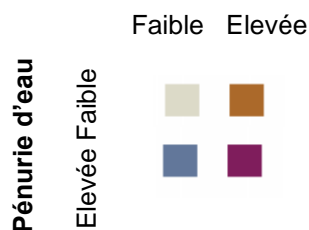
Par ailleurs, la prise de conscience des interactions entre écosystèmes et agriculture dans le cadre des expertises globales telles que le Millenium Ecosystem Assessment, l'IAASTD (International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development), ou les travaux du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat), ont donné un nouvel éclairage à la quantité limitée des ressources naturelles planétaires.

Le rapport du groupe SOLAW de la FAO « L'Etat des ressources mondiales en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture », paru en novembre 2011, estime qu'**un certain nombre de systèmes de ressources en terres et en eaux risquent maintenant de voir s'effondrer progressivement leur capacité productrice du fait de l'action conjuguée d'une pression démographique excessive et de pratiques agricoles non durables** (FAO, 2011). Parmi ces systèmes, appelés « systèmes à risque » et qui se trouvent sur les cinq continents, sont notamment concernés : les zones côtières des pays du Maghreb, la vallée du Nil en Egypte, le Sahel occidental, la Corne de l'Afrique, la région des Grands lacs et certaines zones d'Afrique australe et de Madagascar, comme l'illustre la carte ci-contre. Bien que certains de ces résultats puissent être critiquables par leur dramatisation et leur catastrophisme, il apparaît clairement que les limites des ressources planétaires en terres et en eau doivent être urgemment prises en compte pour assurer la sécurité alimentaire mondiale dans les décennies à venir.

Figure 9 : Extrait centré sur l'Afrique de la carte des systèmes agricoles à risque établie par le rapport SOLAW (Source : FAO 2011)



Légende Pénurie de terres



Les projections à long terme montrent qu'il existe certes des marges pour accroître la productivité agricole, mais que cet accroissement apparaît de plus en plus délicat et freiné par les potentialités naturelles des territoires (Treyer, 2011).

IL EXISTE DES MARGES D'AMÉLIORATION DE LA PRODUCTIVITÉ MAIS IL N'EST PAS TOUJOURS OPPORTUN DE VISER LE RENDEMENT MAXIMAL

La Révolution verte, politique d'intensification et d'utilisation de variétés à hauts rendements mise en œuvre entre 1960 et 1990 principalement en Asie et en Amérique latine, et le développement de l'agriculture intensive, ont certes permis un accroissement considérable des rendements et de la production agricole mondiale, réussissant à nourrir 4 milliards d'humains supplémentaires en un demi-siècle.

Mais à présent, on observe les effets indésirables des pratiques agricoles intensives sur les écosystèmes agricoles : destruction chimique de la microfaune du sol (entraînant des impacts négatifs sur l'aération, le ruissellement et la stabilité des terrains), érosion des sols souvent aggravée par le surpâturage et le labour, compactage des sols, perte de biodiversité avec la destruction de l'habitat et le déclin d'espèces animales sauvages, abaissement des nappes phréatiques, pollution des eaux et problèmes de santé publique liés aux pesticides, salinisation et alcalinisation des sols, appauvrissement génétique des espèces domestiques au fil des processus de sélection, limites des progrès agronomiques (sensibilité des variétés introduites, etc.) (Raisson, 2010). La liste de ces conséquences, qui fragilisent la sécurité alimentaire mondiale, est longue et remet aujourd'hui en cause le modèle de la Révolution verte.

Par ailleurs, la Révolution verte a reposé sur un contexte économique particulier : un contexte de marché protectionniste avec des interventions sur les prix et des subventions pour l'accès aux engrais et aux pesticides. Or le contexte actuel de libre-échange et de augmentation constante des prix du pétrole ne permet plus l'application de ce modèle à l'identique (Treyer, 2011).

Cependant, il subsiste des marges de manœuvre pour augmenter la productivité des superficies cultivées. Les experts s'opposent sur le développement technologique à retenir sur ces surfaces. De nouveaux modèles tels que « la Révolution doublement verte » et l'agroécologie émergent (Cf. §1.6 sur les différents scénarios prospectifs et §2.6).

LE RÉSERVOIR DES TERRES ARABLES EN AFRIQUE EST VASTE MAIS INÉGALEMENT RÉPARTI

L'Afrique est le continent qui dispose du plus grand potentiel de terres à mettre en culture mais la disponibilité de terres est très variable selon les pays.

Comme l'illustre le graphique ci-dessous, en **zone méditerranéenne**, les ressources en terres cultivables et irrigables sont déjà largement exploitées. Le potentiel d'accroissement de la production agricole par l'expansion des surfaces est donc limité (Henri Leridon et Ghislain de Marsily, 2011). D'après la FAO, d'ici 2030, l'Afrique du Nord et le Proche-Orient exploiteront 94% de leurs terres cultivables (Bruinsma, 2003).

En revanche, en **Afrique subsaharienne**, le potentiel d'expansion des surfaces cultivées est considérable, comme l'illustrent les données concernant les quatre pays-exemples. La superficie des terres identifiées comme arables est 10 fois supérieure à celle en Afrique du Nord, et seuls 22% des terres cultivables en Afrique subsaharienne sont cultivées. Le réservoir des terres agricoles est important, il réside notamment dans les jachères longues. Une forte expansion des terres cultivées est attendue en Afrique subsaharienne d'ici 2030 (Bruinsma, 2003). Toutefois, le défi des années à venir sera lié d'une part à l'accroissement plus rapide que par le passé de la demande en produits agricoles, et d'autre part à l'existence de verrous autres que la disponibilité des terres, notamment l'accès au crédit pour chaque saison de production (Cf. § 1.5.2) (Leridon, De Marsily, 2011).

Figure 10 : Part des terres agricoles exploitées et irriguées en Afrique (Source : Global Perspective Unit, FAO Outlook to 2050 - Graphe BRLi)

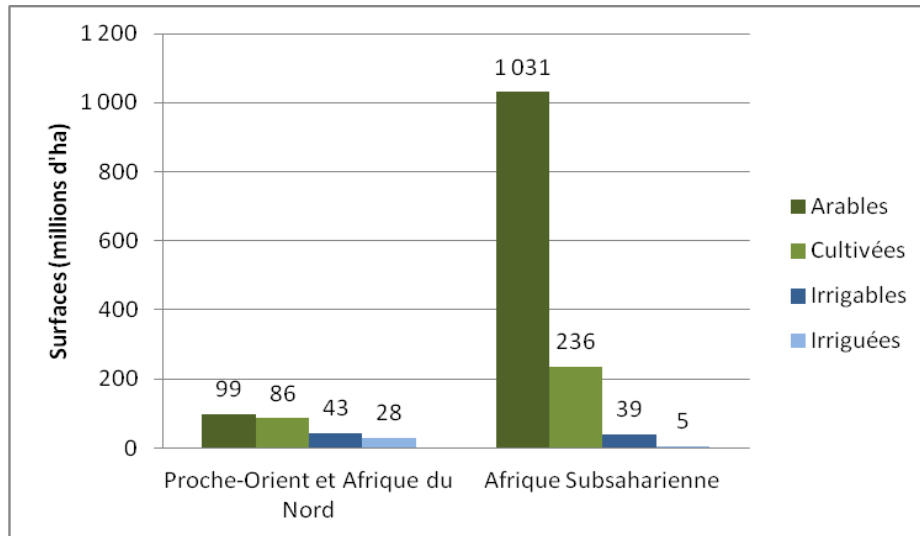


Tableau 3 : Part des terres agricoles exploitées et irriguées dans les pays-exemples (Source : FAO)

Surfaces (millions d'hectares)	Surfaces arables	Surfaces cultivées	Surfaces irrigables	Surfaces irriguées
Maroc	9,3	8,7	1,6	1,4
Egypte	4,4	3,4	4,4	3,4
Niger	15	4,5	0,3	0,1
Zambie	30	5,3	2,8 (dont 0,6 économiquement irrigables)	0,2

À la demande du ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, une étude a été réalisée en 2009 par Laurence Roudart (Université Libre de Bruxelles), à partir d'informations rassemblées par Virginie Pinson, sur les **disponibilités actuelles et futures en terres cultivables** (Roudart L., Pinson V, 2010).

L'analyse et la comparaison de trois bases de données indiquent que les superficies de terres utilisables en culture pluviale (sans besoin d'irriguer) et non encore cultivées sont très étendues à l'échelle du monde, en particulier en Afrique sub-saharienne. En revanche, cette ressource apparaît rare, voire épuisée, en Afrique du Nord et au Moyen-Orient.

Pour calculer les possibilités d'extension des terres cultivées à l'échelle du monde et des différentes régions, trois hypothèses ont été envisagées :

- 1^{ère} hypothèse (très restrictive) : sont considérées comme pouvant être mises en culture les terres très convenables, convenables et modérément convenables, sauf celles qui sont recouvertes de forêts et sauf les superficies nécessaires aux infrastructures urbaines et autres. Les terres peu convenables et les terres non convenables ne sont pas supposées être cultivées non plus.

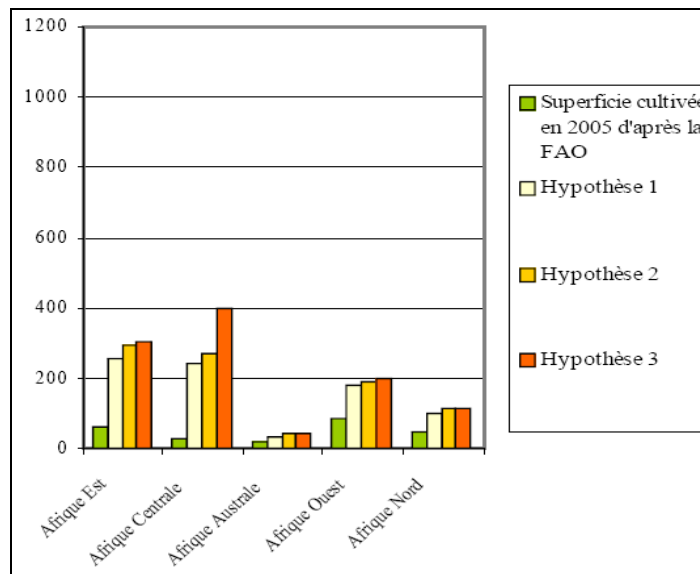
- ▶ 2^e hypothèse (moins restrictive) : en plus des précédentes, les terres peu convenables sont considérées comme pouvant être mises en culture, à l'exclusion de celles qui sont sous forêt. Dans cette hypothèse comme dans la précédente, la mise en culture n'empiète donc pas sur les forêts, non plus que sur les superficies nécessaires aux infrastructures.
- ▶ 3^e hypothèse (moins restrictive encore) : en plus des précédentes, toutes les terres cultivables sous forêt sont vues comme pouvant être mises en culture aussi, ce qui correspond au tiers des forêts du monde : les deux tiers de celles-ci resteraient donc debout.

Les résultats montrent que les possibilités d'extension des superficies cultivées sont très différentes d'une région à l'autre. La figure ci-contre illustre les résultats obtenus pour le continent africain.

Ces résultats viennent confirmer les propos précédents : tandis qu'en Afrique du Nord, la quasi-totalité des terres cultivables est déjà cultivée, le réservoir de terres disponibles en Afrique subsaharienne est considérable.

Figure 11 : Superficies cultivées en 2005 et possibilités d'expansion selon trois hypothèses (millions d'hectares)

(Source : L. Roudart 2010)



Par ailleurs, la disponibilité des surfaces en Afrique soulève aujourd'hui une autre question, intimement liée à la sécurité alimentaire : celle de la **compétition internationale pour les terres arables**. Une partie de ces terres est menacée d'accaparement pour la production vivrière à destination d'autres régions du globe, notamment certains pays d'Asie.

L'EXPANSION DES TERRES CULTIVÉES SE FAIT GÉNÉRALEMENT AUX DÉPENS DES FORÊTS

Bien que l'expansion des terres cultivées en Afrique semble constituer un levier potentiel pour accroître la productivité agricole, il s'agit d'une question controversée.

En effet, **l'expansion des terres agricoles se fait notamment aux dépens des forêts** tropicales et des savanes. Or, la disparition de ces écosystèmes a des conséquences importantes sur l'environnement : pertes de biodiversité, augmentation des émissions des CO₂ liées au défrichement des terres.

Ainsi, certains travaux scientifiques récents sur le sujet, comme ceux publiés par l'équipe de Jonathan Foley (Foley J. et al, 2012) considèrent qu'il faut ralentir et stopper progressivement l'expansion de l'agriculture. Selon leurs analyses, le ralentissement de la déforestation réduirait considérablement les dommages environnementaux tout en n'imposant que des contraintes mineures sur la production alimentaire mondiale.

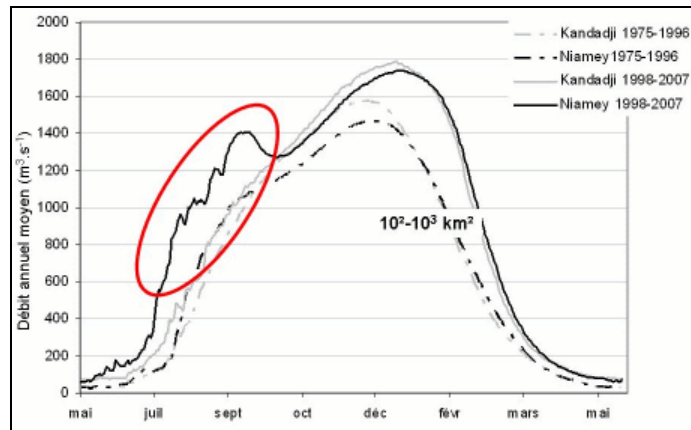
Pour compenser la perte en capacité agricole, ils suggèrent que des mesures soient prises pour réduire l'urbanisation, la dégradation et l'abandon des terres agricoles plus productives, et que de meilleures politiques de production des biocarburants soient mises en place en favorisant la production à partir de cultures non alimentaires (Foley J. et al, 2012).

A l'inverse, il est à noter que la **déforestation conduit en général à une augmentation du ruissellement**, comme l'ont montré les travaux AMMA (Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine)⁴ au Sahel (Lebel T. et al, 2009).

On observe depuis une quarantaine d'années une augmentation significative des ruissellements et des écoulements dans tout le Sahel, malgré la baisse des précipitations (aujourd'hui stoppée), et ce à toutes les échelles (petits bassins versants élémentaires et grands bassins intégrateurs).

Comme l'illustre la figure ci-contre, le débit du fleuve Niger entre Kandadji et Niamey a augmenté en début de mousson, depuis une vingtaine d'années, du fait du seul apport d'une dizaine de bassins de quelques centaines de km², auparavant endoréiques ou non contributifs.

Figure 12 : Evolution de la forme de la crue du Niger à Kandadji et à Niamey (Source : AMMA)



Tous les cours d'eau sahéliens ont vu leurs débits augmenter, depuis le début de la sécheresse au Sahel (1968), entraînant une hausse des coefficients d'écoulement encore plus marquée (un doublement en 40 ans dans certains cas). Ceci est observé dans les bassins de la Volta et du Niger, mais aussi du Sénégal (Descroix et al., 2009).

Dans les secteurs endoréiques, cet accroissement des écoulements a provoqué un accroissement du volume et de la durée des mares, et dans certains sites, ceci a entraîné une hausse de la nappe phréatique (Cappelaere et al., 2009).

Les liens entre agriculture, déforestation et ressources en eau sont donc multiples et complexes, et doivent être pris en compte dans l'étude des leviers d'accroissement de la production agricole.

L'IRRIGATION ET L'AGRICULTURE PLUVIALE REPRÉSENTENT DES PARTS TRÈS VARIABLES DANS LES PRODUCTIONS AGRICOLES

La maîtrise de l'eau pour l'irrigation constitue un autre facteur d'accroissement de la productivité agricole. Toutefois, l'eau étant une ressource spatialement et temporellement limitée, l'agriculture irriguée occupe une part très variable selon les pays.

⁴ AMMA (Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine) : programme de recherche international qui étudie les interactions atmosphère-océan-continent au sein du système de mousson d'Afrique de l'Ouest. Lancé en 2001 par des chercheurs français, il regroupe aujourd'hui 140 laboratoires africains, américains et européens.

Tableau 4 : Part de l'agriculture irriguée dans les quatre pays-exemples (Source : FAO)				Surfaces (ha)	Ordre de grandeur en pourcentage des surfaces cultivées	% valeur ajoutée agricole	% exportations agricoles	% emploi en milieu rural
Afrique du Nord : Agriculture=11% PIB ; Emplois agricoles=28% emploi total								
	Agriculture irriguée			6 340 000	22%			
	Agriculture pluviale				Environ 78%			
Maroc : Surfaces cultivées=21% superficie du pays ; Agriculture=14 à 20% PIB ; Emplois agricoles=25% emploi total								
Agriculture irriguée	Aménagements publics	Grande hydraulique (>5000 ha)		682 500	16%	45% (70% les années de sécheresse)	75%	50%
		Petite et moyenne hydraulique		334 000				
	Aménagements privés			441 500				
	Irrigation par épandage de crues			26 000				
Agriculture pluviale	Zones bour : cultures en sec			7 792 000	84%		25%	
Egypte : Surfaces cultivées=3% superficie du pays ; Agriculture=16% PIB ; Emplois agricoles=25% emploi total								
	Agriculture irriguée			3 420 000	96%	~100%		
	Agriculture pluviale			133 500	4%			
Afrique subsaharienne : Agriculture=18% PIB ; Emplois agricoles=58% emploi total								
Agriculture irriguée	Irrigation			5 985 000	4%			
	Marais et bas-fonds cultivés non équipés			1 001 500				
	Cultures de décrue non équipée			960 000				
Agriculture pluviale					Environ 95%			
Niger : Surfaces cultivées=3,5% superficie du pays ; Agriculture=40% PIB ; Emplois agricoles=83% emploi total								
Agriculture irriguée	Aménagements publics (ONAHA) >25 ha			13 500	2%	30%	90%	23%
	Périmètres de contre-saison en maîtrise partielle			60 000				
	Cultures de décrue non équipée			12 000				
Agriculture pluviale	Conservation des eaux et des sols			300 000	98%	70%	10%	68%
	Cultures pluviales sans aménagement pour la gestion de l'eau			4 114 500				
Zambie : Surfaces cultivées=7% superficie du pays ; Agriculture=19% PIB ; Emplois agricoles=62% emploi total								
Agriculture irriguée	Grands périmètres irrigués de cultures commerciales			37 000	3%			
	Périmètres de taille moyenne			7 400				
	Petite irrigation informelle			11 000				
	Périmètres de contre-saison en maîtrise partielle			100 500				
Agriculture pluviale	Conservation des eaux et des sols dans les interfluvés			100 000	97%			
	Cultures pluviales sans aménagement pour la gestion de l'eau			5 033 000				

En Méditerranée, les agricultures irriguées représentent moins d'un quart des surfaces cultivées, mais elles produisent la majeure partie de la valeur ajoutée agricole et des recettes d'exportation. En effet, les cultures irriguées sont principalement des cultures commerciales à haute valeur ajoutée (agrumes, oliviers...). Toutefois, les agricultures pluviales traditionnelles restent importantes dans l'économie et la société.

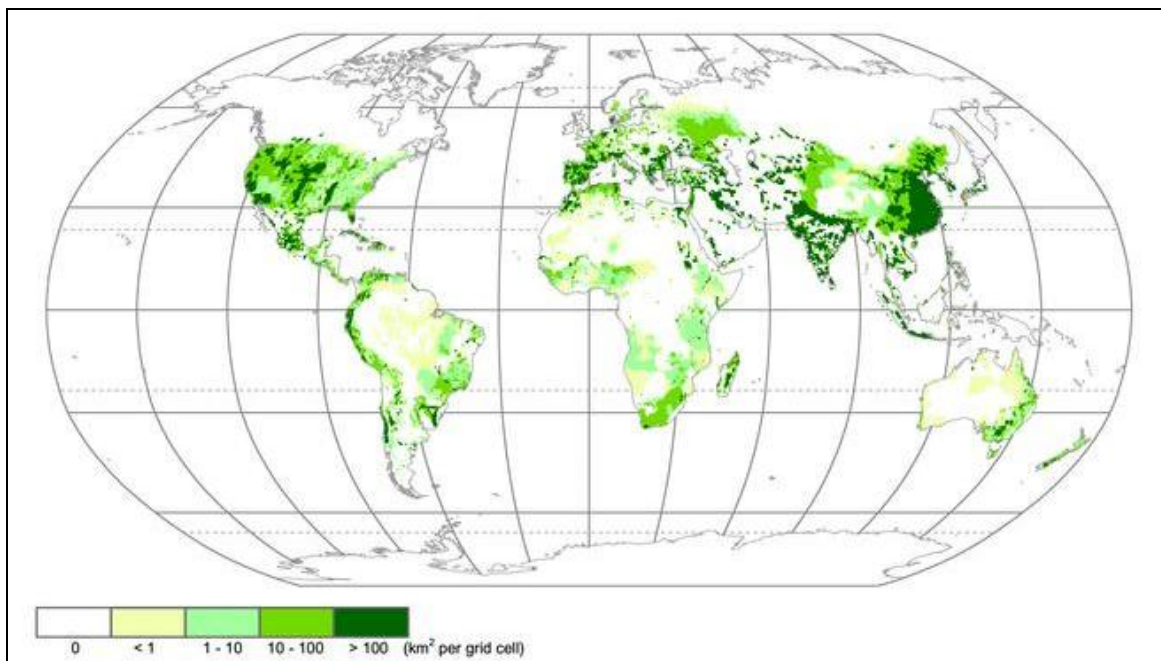
Au Maroc, les agricultures pluviales représentent ainsi 50% de l'emploi en milieu rural et 25% des exportations agricoles. Elles sont aujourd'hui victimes de la variabilité climatique et doivent faire face à de nouveaux défis (cycles plus tardifs et plus courts, apparition de nouvelles maladies). Elles disposent de peu de marge de manœuvre et risquent de manquer de durabilité si les tendances climatiques globales viennent à se confirmer (Belhouchette, 2011). Ces deux formes d'agriculture, pluviale et irriguée, correspondent aux deux piliers du Plan Maroc Vert.

En revanche, l'Égypte constitue une exception : en raison du climat désertique qui y règne, il n'existe pratiquement pas d'agriculture pluviale, 100% des superficies cultivées sont en effet des surfaces irriguées.

En Afrique subsaharienne, l'irrigation fait rarement partie des techniques agricoles traditionnelles, et l'agriculture irriguée représente une très faible part des surfaces cultivées. Cette part est variable selon les régions et les zones climatiques : elle varie entre 1 ou 2% des surfaces cultivées (Golfe de Guinée, Afrique Centrale, Afrique de l'Est) et 6 ou 7% (Afrique australe, zone soudano-sahélienne) (FAO Aquastat, 2005). Quelques grandes zones d'irrigation concentrent une part importante des surfaces irriguées d'Afrique, comme on peut le voir sur la carte ci-dessous. Les cultures irriguées sont principalement des cultures commerciales destinées à l'exportation (canne à sucre, café, coton, bananes, thé, paprika...). La production vivrière des pays d'Afrique subsaharienne repose donc essentiellement sur les cultures pluviales, et les cultures bénéficiant d'une maîtrise partielle de l'eau (décrue, décrue contrôlée, culture de bas-fonds, etc.).

Figure 13 : Surfaces équipées pour l'irrigation dans le monde

(Source : World water development report II)



L'AGRICULTURE DE DÉCRUE OU DE BAS-FONDS COUVRE EN PARTIE LES BESOINS EN EAU AGRICOLE DANS DES ZONES NON AMÉNAGÉES POUR L'IRRIGATION

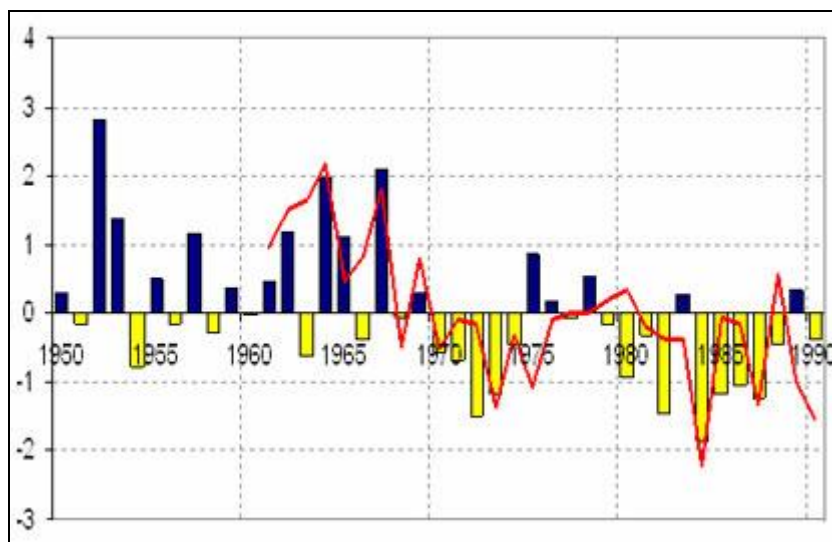
En agriculture de décrue, pratique traditionnelle, les agriculteurs utilisent la réserve d'eau emmagasinée dans le sol par la crue dès que les eaux se sont retirées. Les sédiments déposés permettent une gestion commune de la fertilité. Ces cultures, présentes en **Afrique subsaharienne**, sont principalement localisées dans les zones inondables et les bas-fonds des vallées humides. Ce mode d'agriculture permet de sécuriser la production.

La production annuelle de l'agriculture de décrue est directement liée à l'intensité de la crue, et plus particulièrement à la superficie inondée dans les zones mises en culture. Elle est donc vulnérable aux facteurs qui influencent la crue, comme la régulation des rivières par les barrages et le changement climatique.

L'IRRIGATION SÉCURISE ET AUGMENTE LA PRODUCTION AGRICOLE

L'agriculture pluviale est totalement dépendante du contexte climatique : la variabilité interannuelle des précipitations se traduit directement par une grande variabilité des niveaux de production. Les petits agriculteurs sont particulièrement tributaires de la variabilité climatique. En Afrique de l'Ouest, la variabilité des précipitations s'étend même à l'échelle pluri-décennale : l'intensité de la mousson a été faible ces 30-40 dernières d'années, menaçant la sécurité alimentaire de plusieurs centaines de millions de personnes au Sahel (IRD, 2009).

Figure 14 : La Pluie et le rendement des céréales au Niger (Source : Benjamin Sultan, GIS Climat Environnement Société)



Les pluies (barres) sont des cumuls saisonniers entre mars et octobre provenant de l'Agrhymet (Centre Régional de Formation et d'Application en Agro météorologie et Hydrologie Opérationnelle, Niamey). Les rendements proviennent de la FAO. Les deux variables sont représentées en anomalies standardisées sur la période 1950-1990 pour la pluie et 1960-1990 pour le rendement. Les anomalies positives (négatives) de pluie sont représentées en bleu (jaune). L'agriculture irriguée, dans les zones où elle est pratiquée, permet donc au moins en théorie un accroissement et une sécurisation de la production agricole.

*Par exemple en **Zambie**, la FAO estime que les rendements en irrigué sont 2 à 4 fois supérieurs qu'en pluvial. Ainsi, le blé irrigué a un rendement moyen de 6t/ha contre 1,5 à 2t/ha en pluvial, et le maïs irrigué a un rendement moyen de 9 t/ha contre 1,5t/ha en pluvial (FAO Aquastat).*

En Afrique subsaharienne, beaucoup de rendements de périmètres irrigués sont bien en-dessous des possibilités théoriques en raison de problèmes de gestion de l'eau et des intrants (retards d'approvisionnement, retards de paiement...), d'accompagnement insuffisant des agriculteurs dans leurs changements de pratiques, d'accès limité au crédit, ...

Toutefois, en Afrique subsaharienne, l'agriculture pluviale assure également une part de production importante, qui peut être vivrière (mil, sorgho), ou commerciale (palme en zone tropicale...). Il existe par ailleurs des techniques culturales qui permettent une meilleure conservation et valorisation de l'eau en pluvial (Cf. §2.6). Enfin, en termes socio-économiques, l'agriculture pluviale repose en grande partie sur de petites exploitations familiales dont le maintien est essentiel (Cf. §2.2).

LES VOLUMES D'EAU DÉJÀ UTILISÉS ET LES VOLUMES ENCORE DISPONIBLES SONT TRÈS VARIABLES D'UNE ZONE À L'AUTRE

En Afrique du Nord, l'irrigation est déjà fortement développée, et on pourrait assister à une saturation de l'espace potentiellement irrigable et des ressources en eau mobilisables. La zone Afrique du Nord - Moyen Orient utilise une part significative de ses ressources renouvelables pour l'irrigation (51 km³ soit 58% en 2005-07, 61 km³ soit 62% prévus en 2050) (Conforti, 2011). De plus, les ressources en eau étant limitées, **la part des ressources allouées à l'agriculture risque fortement de diminuer au profit d'autres usages**. La salinisation des sols, la surexploitation des nappes risquent également de diminuer la capacité de production en irrigué. L'Afrique du Nord approche donc de ses limites en agriculture en termes d'exploitation des terres arables et d'utilisation des ressources en eau renouvelables.

En Afrique Subsaharienne, les surfaces irriguées sont faibles (5 à 6 Mha) et représentent environ 13% des surfaces irrigables (~40Mha). Le développement de l'irrigation est contraint par les surfaces irrigables limitées, et ce, malgré la demande potentielle. Les ressources en eau des grands fleuves étant globalement peu mobilisées (entre 1 et 2% pour l'irrigation), une progression du prélèvement en eau pour l'irrigation est possible (la FAO envisage de passer de 55 km³ en 2005-2007 à 87 km³ à l'horizon 2030, soit 2 à 3% de la ressource renouvelable (Conforti, 2011). Parmi les grands fleuves, le Nil est à cas tout à fait à part, déjà sous forte tension.

Les superficies pouvant bénéficier de grande hydraulique sont déjà identifiées. L'augmentation de la production irriguée devra également venir d'une meilleure gestion des périmètres irrigués existants, dont la productivité (rendement des cultures) et l'intensité culturale (nombre de récoltes par an) sont souvent faibles (à cause des difficultés à faire réellement fonctionner les équipements hydro-agricoles). Selon la FAO, en Afrique subsaharienne d'ici 2030, du fait de l'abondance des terres cultivables et du faible potentiel d'irrigation, les terres irriguées progresseront de 2 millions d'hectares seulement (Bruinsma, 2003).

A l'horizon 2030, l'augmentation de la production agricole en Afrique, requise par l'accroissement des besoins alimentaires, devra donc se faire au regard des ressources naturelles, en terres cultivables et en eau, limitées, et dans un contexte mondial différent de celui de XXe siècle et de la Révolution verte, influencé par de nouvelles variables politiques, économiques mais également climatiques.

1.2 LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES AURONT DES IMPACTS SUR LA DISPONIBILITÉ DES RESSOURCES EN EAU, LA PRODUCTION AGRICOLE ET L'AMÉNAGEMENT DES TERRITOIRES

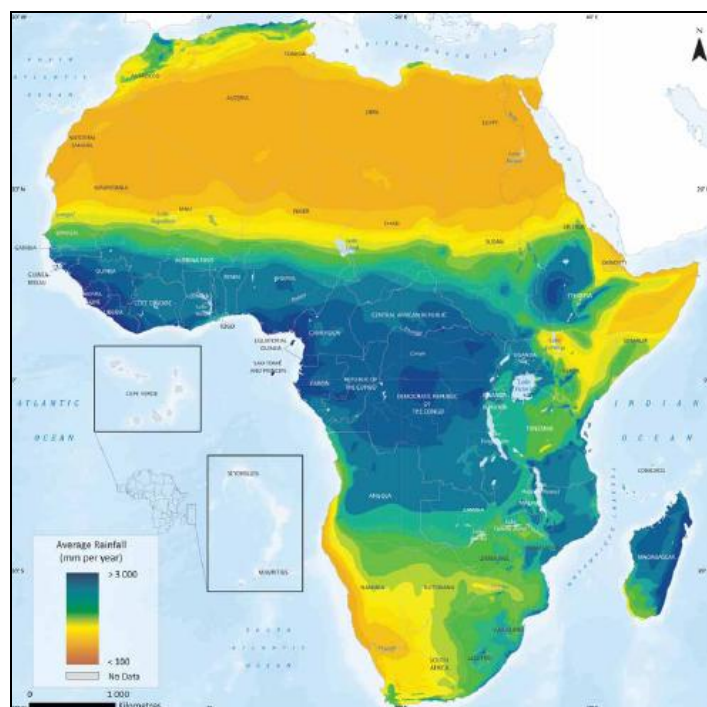
1.2.1 Le réchauffement sera généralisé mais les évolutions pluviométriques possibles sont difficiles à cerner selon les régions

Le climat africain reste mal connu, et peu de données le concernant sont disponibles, alors même que sa compréhension est au cœur de la compréhension du climat futur mondial (Elasha et al., 2006). En particulier, les évolutions pluviométriques restent très incertaines au Sahel, où les très fortes irrégularités interannuelles sont difficilement prévues par les modèles.

LE CLIMAT ACTUEL ET PASSÉ EST CARACTÉRISÉ PAR UNE PLUVIOMÉTRIE VARIABLE DANS LE TEMPS ET DANS L'ESPACE

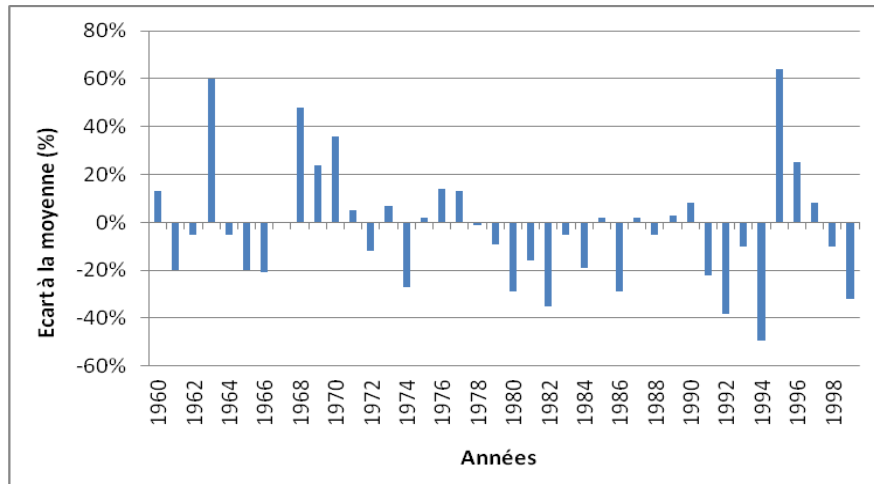
La **variabilité spatiale** des précipitations en Afrique s'observe de manière évidente à l'échelle de ce vaste continent, mais également à l'échelle locale au sein même de certains pays. La carte des pluviométries moyennes annuelles ci-dessous illustre ces différentes variabilités spatiales. On y observe par exemple les disparités de pluviométrie au Maroc, qui s'échelonnent entre plus de 750mm/an à l'extrême nord-ouest du pays, et moins de 150mm/an au sud-est. De même, les quatre zones climatiques du Niger sont nettement marquées par des différences de précipitations moyennes annuelles (zone saharienne inférieure à 100mm/an ; sahélo-saharienne entre 100 et 300 mm/an ; sahélo-soudanienne entre 300 et 600mm/an ; soudanienne supérieure à 600mm/an) (FAO Aquastat).

Figure 15 : Pluviométrie annuelle sur le continent africain sur la période 2003-2007 (Source : chiffres UNEP - carte Africa water atlas)



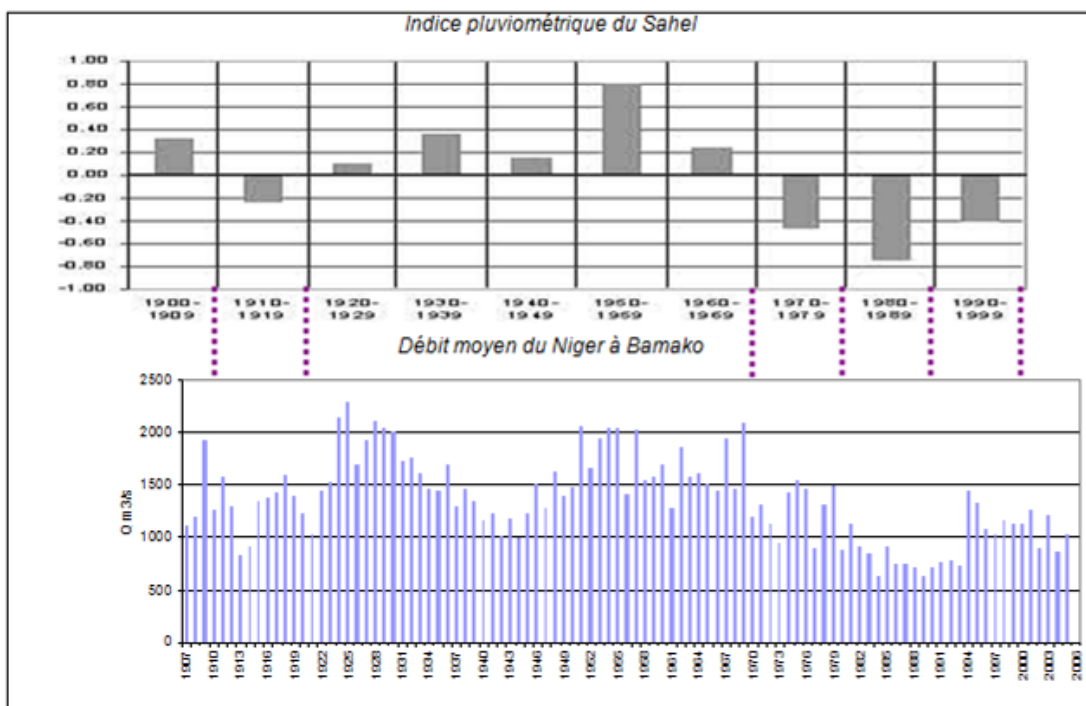
Par ailleurs, en termes de **répartition temporelle** des précipitations, le climat du continent africain est l'un des plus variables au monde, à l'échelle interannuelle et au sein même de l'année (Elasha et al., 2006). La figure ci-dessous illustre la variabilité interannuelle dans le cas du Maroc, dont la pluviométrie moyenne annuelle est de 346 mm/an (FAO Aquastat).

Figure 16 : Ecart à la moyenne des précipitations annuelles sur l'ensemble du Maroc (incluant la zone du Sahara occidental) (Source : Ministère marocain de l'Aménagement du Territoire - Graphe BRLi)



Etant donnée la forte variabilité naturelle qui caractérise le climat africain, l'étude des **évolutions climatiques** nécessite d'importantes précautions en termes d'analyse. En effet, toutes les évolutions observées ne sont pas liées au changement climatique : il est donc primordial de distinguer le signal caractérisant celui-ci du « **bruit de fond** » naturel. Les chroniques pluviométriques les plus longues permettent d'observer l'existence de **cycles naturels multi-décennaux**, comme l'illustre la figure ci-dessous où les valeurs positives indiquent des conditions plus humides que la moyenne à long terme, et les valeurs négatives des conditions plus sèches que la moyenne à long terme (Bates et al., 2008).

Figure 17 : pluie (indice pluviométrique au Sahel) et débit du fleuve Niger à Bamako sur un siècle (Source : IRD/SNE Mali - Rapprochement et mise en forme BRLi)



UNE PLUVIOMÉTRIE DÉCROISSANTE DONT LES CAUSES DOIVENT ÊTRE APPRÉCIÉES AVEC PRUDENCE

Malgré la forte variabilité temporelle des précipitations, les tendances établies montrent une diminution des volumes pluviométriques annuels en Afrique au cours du XXe siècle.

Les analyses ont montré que la pluviométrie moyenne annuelle de la **zone méditerranéenne** a subi une baisse comprise entre 10 et 20% au cours du XXe siècle (Plan Bleu, 2008).

En **Afrique subsaharienne**, la zone sahélienne a connu une diminution de 25% des précipitations au cours des trente dernières années, et la zone subtropicale et tropicale une baisse des précipitations depuis le début du XXe siècle, avec une inflexion particulièrement marquée depuis la fin des années 1960 (Elasha et al., 2006).

Toutefois, comme indiqué plus haut, les tendances liées au changement climatique restent difficiles à dégager parmi le « bruit de fond » caractérisant la variabilité naturelle pluri-décennale de la pluviométrie au Sahel.

LE CLIMAT AFRICAIN SE RÉCHAUFFE FORTEMENT

Le climat africain présente en revanche des augmentations de températures significatives depuis plusieurs décennies.

En **zone méditerranéenne**, les températures moyennes annuelles ont augmenté de plus de 1°C au cours des cinquante dernières années, soit une augmentation plus marquée que celle observée à l'échelle mondiale (0,74°C) (chiffres du GIEC cités par Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, 2009 et Plan Bleu, 2008).

En **Afrique subsaharienne**, le climat s'est réchauffé de 0,5 à 0,7°C en moyenne au cours du XXe siècle, avec une augmentation légèrement plus forte sur la période juin-novembre (Elasha et al., 2006).

Les projections climatiques pour le continent africain s'accordent sur une hausse des températures, contrairement aux incertitudes considérables en ce qui concerne le sens de variation et l'ampleur des changements de précipitations (Elasha et al., 2006).

LES ÉVOLUTIONS CLIMATIQUES FUTURES POSSIBLES

A l'échelle africaine : fortes incertitudes et disparités

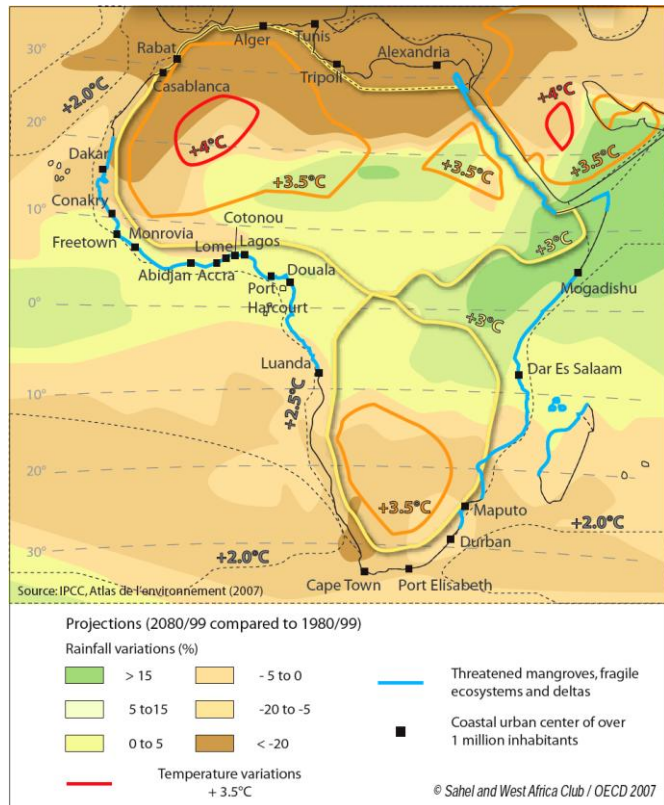
La complexité du climat Africain et l'insuffisance des données disponibles rendent les projections très délicates (Elasha et al., 2006).

Les projections s'accordent sur une **hausse des températures**. Les écarts en intensité restent toutefois importants entre les différentes projections. La hausse de la température générerait une accélération significative du cycle de l'eau avec une évaporation plus forte et des précipitations globales plus abondantes. Mais leur distribution dans l'espace est beaucoup plus incertaine puisqu'elle dépend fortement des hypothèses posées dans les modèles, ainsi que de la présence d'aérosols difficilement prévisible, car elle dépend de l'activité humaine, de la circulation atmosphérique et des émissions volcaniques (De Marsily).

Peu de projections climatiques sont disponibles à l'échelle de l'Afrique à l'horizon 2100 et estiment qu'**au cours du XXI^e siècle, les températures en Afrique pourraient augmenter de 2 à 6°C**, soit une hausse nettement plus importante que celle survenue au cours du XX^e siècle (Elasha et al., 2006).

+3 à 4°C sont attendus entre 1980-99 et 2080-2099 soit 1,5 fois plus que la moyenne mondiale sur la même période. Cette hausse sera moins forte au sein des espaces côtiers et équatoriaux (+3°C) et la plus élevée dans la partie ouest du Sahara (+4°C) (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008).

Figure 18 : Une image possible des changements climatiques en Afrique (Source : Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest)



En revanche, **des incertitudes plus fortes demeurent sur les résultats des projections concernant les précipitations**. Les projections issues de la modélisation des scénarios de concentrations de gaz à effet de serre A2 et B2 du GIEC ont fourni les résultats suivants pour les grandes zones climatiques africaines au cours du XXI^e siècle (Elasha et al., 2006) :

- ▶ Le **nord du continent africain** depuis la Méditerranée jusqu'au nord du Sahara et la côte ouest-africaine jusqu'à la latitude de Dakar (15° Nord) devrait connaître une diminution des précipitations au cours de ce siècle (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008) de l'ordre de -10% à -25% de juin à août et de -10% à -60% de mars à mai (Elasha et al., 2006)
- ▶ A l'autre extrémité du continent, l'hiver mais surtout le printemps en **Afrique australe** devrait être également moins pluvieux (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008), avec une diminution des précipitations de -15% à -60% de juin à août et de -8% à -36% de septembre à novembre (Elasha et al., 2006)
- ▶ Dans la ceinture tropicale, les résultats des modèles montrent un accroissement de la pluviométrie dans la **corne de l'Afrique**.
- ▶ En revanche, les modèles sont partagés et aucune conclusion ne peut être tirée concernant le régime des précipitations en **Afrique de l'Ouest** (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008). Une moyenne simple de l'ensemble des scénarios d'évolution aboutirait à la conclusion d'une légère humidification de la région zone Sahel-Sahara (+10 à 35% en saison sèche de décembre à février et +7% à 28% de septembre à novembre (Elasha et al., 2006), alors que la côte guinéenne ne subirait pas de véritables changements (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008). Il est à noter que la moyenne des scénarios ne constitue pas forcément la meilleure prévision possible.

Toutefois, ces tendances générales par grandes zones climatiques peuvent masquer des disparités locales.

Le climat d'Afrique pourrait aussi devenir encore plus variable, avec une augmentation de la fréquence et de la sévérité des événements extrêmes, due à la fois aux variations naturelles et aux changements climatiques liés aux activités anthropiques (Elasha et al., 2006). Une meilleure compréhension du climat africain passerait notamment par une meilleure disponibilité des données de terrain.

Le pourtour méditerranéen : « un point chaud » du changement climatique

Contrairement à l'Afrique subsaharienne, on observe une plus forte convergence des modèles climatiques sur le **Bassin Méditerranéen**.

Une poursuite de la hausse des **températures** est attendue dans les décennies à venir dans le Bassin Méditerranéen. D'après le GIEC, à l'horizon 2020, selon les trois scénarios B1, A1B, et A2, l'élévation de température en zone méditerranéenne avoisinera 1,5°C (Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, 2009) par rapport à 1980-1999.

Ainsi, au Maroc, les résultats des projections des scénarios du GIEC montrent une hausse de la température moyenne annuelle comprise entre +0,6°C et +1,1°C à l'horizon 2020 (Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, 2009).

Plusieurs modèles climatiques généraux (MCG) projettent que le Maroc deviendra plus chaud et aride, en particulier, durant les dernières décennies du siècle en cours. Ils suggèrent que par rapport à la période de référence 1960-1990, la température globale au Maroc pourrait augmenter de 1,1 à 1,6°C en 2030, 2,3 à 2,9°C en 2050 et 3,2 à 4,1°C en 2080.

Les derniers scénarios fournis par la Direction de la Météorologie Nationale du Maroc, basés sur des simulations de scénarios de changement climatiques (IPCC-A2) réalisées avec le modèle français ARPEGE-Climat de Météo France sur le bassin méditerranéen pour les périodes 2070-2099 et 1960-1990 comme période de référence, donnent pour les températures moyennes, un réchauffement de l'ordre de 2 à 6°C (2 à 3°C sur la côte atlantique et jusqu'à 6°C vers l'intérieur du Maroc).

En ce qui concerne les **précipitations**, les changements attendus présentent une dispersion spatiale importante mais vont globalement dans le sens d'une diminution à l'échelle de la zone méditerranéenne.

Au Maroc par exemple, la tendance sur l'ensemble du pays sera une réduction moyenne du volume annuel des précipitations de l'ordre de -4% à l'horizon 2020. Selon les régions, les projections s'échelonnent entre -12% et +4% : le nord du pays sera globalement concerné par un assèchement (-7% à 0%) tandis que le sud sera le siège de situations plus contrastées (-7,5% à +2,8%), les augmentations les plus fortes concernant l'extrême sud du pays (région de Dakhla, Sahara occidental) (Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, 2009). Récemment, plusieurs modèles climatiques généraux ont abouti aux résultats suivants : une baisse des précipitations atteignant -14% en 2030, -13 à -30% en 2050 et -21 à -36% en 2080 à l'échelle du pays toute entier.

Par ailleurs, un dérèglement du signal saisonnier des précipitations est attendu, avec des précipitations hivernales moins persistantes et un nombre moyen de jours pluvieux qui aurait tendance à diminuer (Thibault, directeur du Plan Bleu, 2009).

Ces tendances à l'élévation des températures et à la diminution des précipitations devraient se confirmer et s'accélérer après 2030 (Lamaddalena, 2010).

1.2.2 Les changements climatiques devraient augmenter la variabilité des ressources en eau dans le temps et l'espace

Les évolutions de températures et de pluviométrie entraîneront des conséquences directes sur les ressources en eau disponibles.

En zone méditerranéenne, les ressources en eau sont caractérisées par une forte sensibilité au climat. Les risques accrus de sécheresses hydrologiques se produisant en automne et en hiver compromettront l'alimentation des aquifères, et ainsi le débit des rivières le reste du temps (De Marsily).

Au Maroc, la majeure partie du volume des précipitations est perdue par évapotranspiration, et seuls 16% constituent la pluie utile alimentant les cours d'eau et les nappes. Par conséquent, les baisses de précipitations attendues auront des conséquences sur les écoulements de surface et la recharge des nappes (Sinan, Boussetta, El Rherari, 2009). Pour la période 2000 à 2020, une diminution moyenne de 10 à 15% des ressources en eau est attendue (Thibault, directeur du Plan Bleu, 2009). Ce résultat a été obtenu à partir de plusieurs études réalisées sur différents bassins versants, notamment le bassin de l'oued Ouergha (centre nord du Maroc) et celui de Tensift (centre sud), par l'application de différentes méthodes (modèle hydrologique global ou régression pluie-débit) ayant conduit à des résultats similaires (Sinan, Boussetta, El Rherari, 2009).

En Egypte, le débit du Nil à son aval est une valeur intégratrice (en plus des impacts anthropiques) des changements climatiques se déroulant dans l'ensemble du bassin, de la zone équatoriale au bassin méditerranéen. Sur le bassin du Nil, une augmentation de la température est prévue, mais les variations possibles de précipitations divergent selon les projections. En revanche, l'augmentation de l'évapotranspiration va donner lieu à plus de pertes en eau : les analyses de 9 scénarios montrent une diminution des débits comprise entre 0 et 40%.

Dans le reste de l'Afrique, les conséquences du changement climatique sur les ressources en eau ne sont pas uniformes sur l'ensemble du continent. Les changements climatiques pourraient avoir des effets durables sur les quantités d'eau ruisselant vers les rivières et dans les nappes souterraines renouvelables rechargées en saison des pluies (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008).

Ainsi, les écoulements des principaux fleuves d'Afrique de l'Ouest ont nettement diminué entre 1971 et 1989 : -30% de débit pour le fleuve Niger, -60% pour les fleuves Sénégal et Gambie. Depuis 1990, ils sont en augmentation, et certaines nappes sahéliennes ont pu être reconstituées (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008). Etant donnée cette grande variabilité temporelle, il reste très délicat de distinguer les effets attendus du changement climatique sur l'hydrologie africaine.

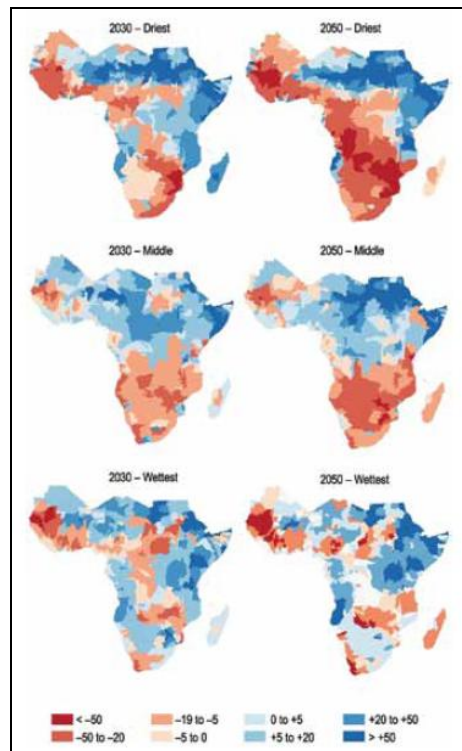
Selon le GIEC, les zones dans lesquelles un nombre important et croissant de personnes susceptibles de subir un stress hydrique d'ici 2055 seront le nord et le sud de l'Afrique (Bates et al., 2008). Toutefois, cette situation sera probablement due à un effet conjugué des facteurs climatiques et de l'accroissement des besoins en eau (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008).

En revanche, en Afrique orientale et occidentale, un nombre plus important de personnes subiront probablement une réduction du stress hydrique plutôt qu'une augmentation (Arnell, 2006a cité par Bates et al., 2008). Globalement, l'Afrique de l'Ouest n'est pas menacée à moyen terme par le manque d'eau renouvelable, même si des problèmes locaux se poseront. Une meilleure exploitation et gestion locale intégrée des ressources sera l'enjeu clé pour cette région (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008).

La Banque Mondiale a publié en 2010 une étude synthétisant les résultats de modélisations des impacts du changement climatique sur l'hydrologie et la disponibilité des ressources en eau aux horizons 2030 et 2050.

Les résultats indiquent que, suivant le scénario A2 (qui table sur une augmentation globale de +3,4°C, ce qui correspond à peu près au réchauffement de +3,5°C prévu au vu de la trajectoire actuelle des émissions de gaz à effet de serre (Climate analytics, Ecofys, PIK, 2011)), les écoulements varieront entre -5% et +30% (+6% selon l'hypothèse moyenne) à l'horizon 2030 à l'échelle de l'ensemble de l'Afrique subsaharienne. Comme le montre la figure ci-dessous, le nord-est de la zone (ceinture tropicale de l'Afrique de l'Est) devrait connaître des écoulements plus importants, tandis que l'Afrique de l'Ouest et australe verront probablement leurs ressources diminuer (Banque mondiale, 2010). Ces résultats soulignent encore une fois les importantes incertitudes qui subsistent concernant les ressources en eau en Afrique subsaharienne dans les décennies à venir.

Figure 19 : Projections attendues en termes d'écoulements en Afrique aux horizons 2030 et 2050 (Source : Banque Mondiale)



Les variations sont exprimées en pourcentage de ruissellement. Les trois hypothèses (de haut en bas : sèche, moyenne, humide) correspondent aux trois scénarios B1, A2 et A1B du GIEC.

1.2.3 A surfaces cultivées égales, les changements climatiques devraient conduire à une baisse globale de la production et à une hausse des besoins en eau

Les changements climatiques auront des conséquences sur les productions agricoles, sous l'effet de plusieurs facteurs. D'une part, les températures et l'évapotranspiration en hausse et la pluviométrie auront des effets sur les **besoins en eau des cultures**, en particulier pluviales. Par ailleurs, le changement climatique va de pair avec des hausses de teneurs en CO₂ atmosphérique, qui, conjuguées avec les changements de température et de précipitations entraînent des réponses des plantes en termes de production de biomasse, et donc de **rendements des cultures**.

Enfin, le changement climatique aura des **impacts connexes sur les agro-écosystèmes**, dont les principaux seront, selon la FAO, une diminution de la fertilité des sols, une diminution de la production animale, due à des augmentations de températures (directement ou à des baisses de disponibilité du fourrage), une augmentation des ravageurs, une augmentation des vecteurs de maladies et des impacts négatifs sur la santé humaine (Elasha et al., 2006).

IMPACTS POSSIBLES SUR LES BESOINS EN EAU

En zone méditerranéenne, l'augmentation de l'évapotranspiration, causée par l'augmentation de la température, et la baisse des précipitations, particulièrement en été, donnerait lieu à une baisse importante, en moyenne, de la teneur en eau du sol, ce qui veut dire qu'il faudra plus d'eau pour l'irrigation, si la production agricole doit être maintenue à son niveau actuel. Les risques d'épisodes secs affectant l'agriculture et la végétation seraient accrus pendant les mois de printemps et d'été (De Marsily).

Au Maroc, l'étude réalisée dans le cadre de la Communication Nationale Initiale à la Convention Cadre des Nations Unies a montré que les cultures irriguées présenteront des accroissements de besoins en eau compris entre +7% et +12% à l'horizon 2020 par rapport à 2001. Pour faire face à cet accroissement des besoins en eau en 2020, il faudrait mobiliser plus de 610 millions de m³ d'eau supplémentaires pour irriguer les terres actuellement équipées. Les zones d'irrigation privée et de petite et moyenne hydraulique, qui utilisent des eaux souterraines, souffriraient davantage de la rareté de l'eau. Certaines de ces zones seraient peut-être vouées à redevenir des zones de cultures pluviales.

Dans le reste de l'Afrique, la situation est à apprécier localement. Les besoins en eau des cultures seront probablement accrus dans les zones affectées par des augmentations de température.

Par exemple dans le bassin versant du Niger, l'accroissement attendu de +2°C à l'horizon 2050 pourrait entraîner une hausse de l'évapotranspiration se traduisant par un accroissement de 5% des besoins en eau des cultures (Banque mondiale, département du développement durable Afrique, 2010).

Toutefois, une grande incertitude demeure quant à l'articulation entre les régimes de précipitation futurs et leurs conséquences sur les besoins en eau.

IMPACTS POSSIBLES SUR LA PRODUCTION AGRICOLE

Impact sur les rendements

Outre leur influence sur les besoins en eau des cultures, les changements climatiques modifieront vraisemblablement les **rendements** des cultures, notamment sous l'effet des changements de température et de concentration en CO₂ dans l'atmosphère, qui peuvent accroître la photosynthèse et donc la production de biomasse des plantes. Néanmoins, les conséquences sur les rendements pourront être très variables selon les espèces et leur physiologie. Par exemple, alors que les plantes en C₃⁵ (comme le riz, le blé, la betterave, le pois, etc.), répondent fortement à une augmentation de la teneur en carbone atmosphérique dans la gamme de concentrations considérée, la réponse des plantes en C₄ (comme maïs, sorgho, canne à sucre...) à un enrichissement de l'atmosphère est très faible au-delà de 400 ppm, proche de la teneur actuelle de l'atmosphère.

Les études des conséquences du changement climatique **en zone méditerranéenne** et en **Afrique subsaharienne** illustrent cette diversité d'effets.

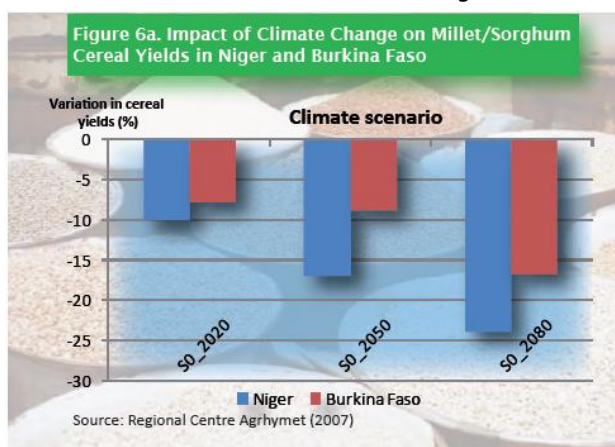
Par exemple au Maroc, les effets sur les rendements du fait du changement climatique sans prise en compte du stress hydrique seront peu perceptibles d'ici 2030 (Requier-Desjardins, 2010). En revanche, les impacts sur les rendements surviendront de manière abrupte à partir de 2030 et se manifesteront différemment selon les types de cultures :

⁵ Les plantes en C₃ et en C₄ diffèrent par leur mode de fixation du CO₂ au cours de la photosynthèse. La voie métabolique en C₄ est majoritairement présente chez les plantes vivant en climat sec et chaud.

- ▶ Les cultures de fruits et légumes irrigués et un groupe hétérogène de cultures irriguées bénéficieront d'impacts positifs du changement climatique.
- ▶ Quatre groupes de cultures seront pénalisés par le changement climatique : fourrages et légumes modérément à partir de 2030 ; céréales et légumes pluviaux avec une chute de 5% de rendement en 2050 ; blé et orge pluviaux avec des chutes de 20% de rendement à partir de 2050 ; cultures pluviales d'hiver qui perdront plus de 30% de rendement après 2050 et qui incluent les céréales, les légumes et les cultures oléagineuses.

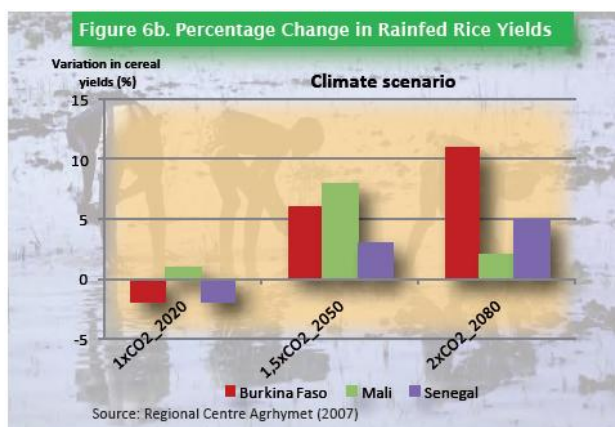
En Égypte, le changement climatique pourrait réduire la production de nombreuses cultures : baisse de 11% pour le riz et de 28% pour le soja d'ici à 2050 (Eid et El-Marsafway, 2002 cité par Hallegate, Somot, Nassopoulos, 2008).

Figure 20 : (a) Impacts du changement climatique sur les rendements en millet et sorgho au Niger et au Burkina Faso, (b) Pourcentage de variation du rendement du riz pluvial, (c) Pourcentage de variation du rendement du riz irrigué (Source : CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008)

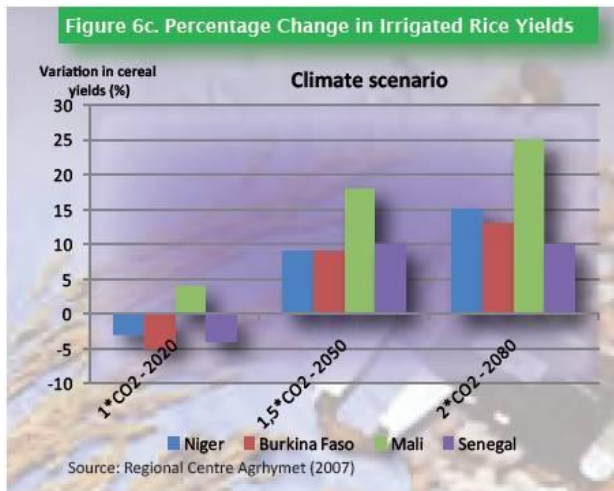


Des études de cas réalisées au Sénégal, Mali, Burkina Faso et Niger montrent que le rendement moyen des **cultures de mil et de sorgho**, base de l'alimentation des populations sahéennes, diminuerait entre 15 et 25 % au Burkina Faso et au Niger d'ici 2080.

Ces impacts pourraient avoir de graves conséquences pour les zones en monoculture céréalière.



A l'inverse, le rendement moyen de la **culture du riz** en zone sahéenne augmenterait qu'il soit produit en pluvial ou en irrigué. Une hausse de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère, une augmentation modérée de la température et des ressources en eau suffisantes, entraîneraient une augmentation des rendements en grains de 10 à 25 % dans les périmètres irrigués des pays sahéiens et de 2 à 10 % pour le riz pluvial (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008).



Toutefois, ces impacts sont à modérer avec d'autres évolutions liées aux impacts connexes sur les agro-écosystèmes (Cf. ci-dessous).

De plus, la divergence entre ces résultats et ceux obtenus dans le cas de l'Égypte montrent l'importance de l'incertitude à ce sujet et nécessitent une grande prudence dans leur interprétation.

La productivité des pâturages et de l'élevage africain pourrait également diminuer (Elasha et al., 2006).

Impacts connexes sur les agro-écosystèmes

Outre un accroissement des besoins en eau et des impacts sur les rendements, les changements climatiques auront d'autres impacts sur l'agriculture.

En **zone méditerranéenne**, certains de ces effets se font déjà ressentir sur la production agricole. La poursuite de ces tendances nécessitera sans doute des adaptations culturelles (date de semis, variétés...).

Par exemple au Maroc, les cycles des cultures d'hiver raccourcissent. Dans la région de Khouribga, la période de croissance s'est décalée et réduite : elle est passée de 180 jours (entre fin octobre et fin avril) dans les années 1960 à 110 jours (entre fin novembre et mi février) dans les années 1990, affectant principalement les zones d'agriculture pluviale. Par ailleurs, les risques de périodes sèches en début, milieu et fin de cycle des cultures annuelles s'accroissent. La zone aride se déplace vers le nord, et de nouvelles maladies telles que la mouche blanche des tomates apparaissent. La production animale, indissociable de la production végétale se trouve également affectée (Ministère marocain de l'Aménagement du Territoire, 2001).

En **Afrique subsaharienne**, le climat influence également la durée de la saison culturale, nécessitant des adaptations des dates de semis. La distribution géographique des aires de culture varie également, comme cela a été observé pour le coton depuis les années 1970 (en lien avec la descente des isohyètes vers le sud) (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008). Enfin, sur le continent africain, où l'agriculture paysanne extensive reste majoritaire, les insectes ravageurs constituent un facteur majeur de vulnérabilité de la production agricole. Or les zones de distribution des nuisibles sont fortement corrélées avec le climat.

*Par exemple, le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*) présente une réactivité spectaculaire et sait profiter de conditions favorables à sa multiplication et à son expansion, telles que des pluies exceptionnelles. Migrateur, le criquet pèlerin peut se déplacer rapidement vers des zones qui lui sont favorables. Le dessèchement qui accompagnera une augmentation des températures et/ou une baisse de la pluviosité en Afrique de l'Ouest aura des incidences sur les conditions de survie et le développement du criquet pèlerin, sans pour autant l'éliminer. En revanche, toute amélioration des conditions écologiques (humidité du sol et végétation) peut être favorable à son développement. La multiplication d'épisodes de précipitations exceptionnels en dehors ou au-delà de la saison habituelle des pluies permettrait la reproduction puis la grégation et augmenterait le risque que ce ravageur fait déjà peser sur les cultures (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008).*

BILAN DES IMPACTS EN TERMES DE PRODUCTIVITÉ AGRICOLE

Les changements climatiques auront des effets variables sur la production agricole selon les régions et les cultures. A l'échelle du continent africain, d'importants bouleversements sont à prévoir.

Des baisses de productivité sont attendues dans la **région méditerranéenne** d'ici à 2050.

Au Maroc, plusieurs études, dont celles réalisées dans le cadre de la Communication Nationale Initiale (Ministère marocain de l'Aménagement du Territoire, 2001) et de la Seconde Communication Nationale (Secrétariat d'Etat marocain chargé de l'Eau et de l'Environnement, 2010) à la CCNUCC indiquent les baisses de rendements suivantes :

Tableau 4 : Baisses de rendements agricoles attendues sous l'effet du changement climatique au Maroc à l'horizon 2020-2030 (Source : IRES)

Cultures	Variation de rendement	Référence
Céréales en pluvial	-10% année normale (horizon 2020) -50% année sèche (horizon 2020) -30% en moyenne à l'échelle du pays	Cropwat (FAO, 2001)
Céréales	-23% à l'horizon 2030	CropSyst (Stockle et al, 2003), Scénario A2, modèle HadCM3 (Bindi et Moriondo, 2005)
Tournesol	-23% à l'horizon 2030	CropSyst (Stockle et al, 2003), Scénario A2, modèle HadCM3 (Bindi et Moriondo, 2005)
Mais irrigué	-15% % à l'horizon 2030	CropSyst (Stockle et al, 2003), Scénario A2, modèle HadCM3 (Bindi et Moriondo, 2005)
Blé, orge, olives	-5% à l'horizon 2030 -20% à l'horizon 2050 -50% à l'horizon 2080	BM (2010b) -Modèle de circulation générale HadCM3 -Le modèle de bilan hydrique (CSSWB) (Gommes et al., 2009)
Légumineuses	-40% à l'horizon 2030	(Bindi et Moriondo, 2005) -Modèle de circulation générale HadCM3, Scénario A2 -CROPSYST model (Stockle et al, 2003)

L'agriculture représente 20 à 30% des PIB en **Afrique subsaharienne**. 70% des africains, et 90% des africains pauvres vivent de l'agriculture. Il s'agit essentiellement d'une agriculture de subsistance, très dépendante de la pluie (à 95%). Ainsi l'Afrique est très dépendante des variations de la pluviométrie ou de ses caractéristiques (WRI, 1996 cité dans Elasha et al., 2006). Les pays s'appuyant sur une ou deux cultures d'exportations dominantes seront particulièrement vulnérables.

Par ailleurs, les changements climatiques pourront entraîner des pertes de surfaces agricoles, qui même si elles restent marginales à l'échelle du continent africain (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008), créeront des bouleversements locaux en termes de production agricole et de sécurité alimentaire.

1.2.4 Les événements climatiques exceptionnels seront plus fréquents

ÉVÉNEMENTS CLIMATIQUES EXTRÊMES

Le GIEC a récemment reconnu que **les événements climatiques extrêmes (sécheresses, inondations, cyclones, incendies) seront globalement plus marqués et plus fréquents** dans les décennies à venir. Le dernier rapport produit (WG1, chapitre 3, 2007) indique également que, selon les observations, une augmentation de la variabilité du climat paraît fortement probable, c'est-à-dire qu'il y aurait à la fois un décalage de la distribution et un changement de forme, avec une variabilité plus forte dans les courbes de précipitations.

Des résultats similaires avaient été avancés par l'équipe de David Easterling (National Oceanic and Atmospheric Administration, Etats-Unis) : augmentation des températures extrêmes élevées, diminution des températures extrêmes basses, augmentation des événements pluviométriques intenses (Easterling D. et al, 2000).

En **zone Méditerranéenne**, les risques de crues devraient devenir plus forts, les précipitations intenses devenant probablement plus fréquentes (Bates et al., 2008). D'autre part, les sécheresses vont probablement s'aggraver. Dans le **reste de l'Afrique**, les fortes disparités des projections concernant le climat futur possible limitent la visibilité concernant les événements climatiques extrêmes des décennies à venir.

Le phénomène climatique « **El Nino** », mode de variabilité du climat également appelé ENSO, résulte d'une série d'interactions entre l'atmosphère et l'océan tropical. Il se manifeste par **des sécheresses** dans des régions abondamment arrosées et, à l'inverse, par **des pluies et des inondations** dans des zones habituellement désertiques.

Les scientifiques qualifient ce phénomène de « quasi-cyclique » car sa périodicité, qui varie de 2 à 7 ans, ne présente aucune régularité. Les recherches sur le sujet ont permis de mieux connaître les mécanismes à l'origine d'un événement El Niño. Il est en revanche plus difficile de comprendre l'influence des autres modes de variabilité du climat sur le régime ENSO. Plus exactement, on ne sait pas si l'intensité et la fréquence du phénomène sont susceptibles d'être modifiées dans un contexte de réchauffement planétaire.

Ces résultats soulignent la complexité des interactions entre les modifications climatiques d'ordre global, les modalités du phénomène ENSO et les changements climatiques régionaux. Reste maintenant à déterminer si la très forte intensité des deux événements qui se sont produits à la fin du XXème siècle, en 1982-1983, puis en 1997-1998, est effectivement liée à une intensification récente du réchauffement terrestre. Si cela était effectivement le cas, le phénomène El Niño pourrait alors devenir de plus en plus intense et destructeur sur les côtes d'Amérique du Sud, mais aussi dans d'autres régions du globe (Ortlieb L., 2007).

CONSÉQUENCES SUR L'AGRICULTURE

La production agricole est très vulnérable face à ces risques d'événements extrêmes, qui mettent en péril localement la sécurité alimentaire et les revenus des producteurs, en particulier ceux des petites exploitations paysannes, dont la résilience est faible.

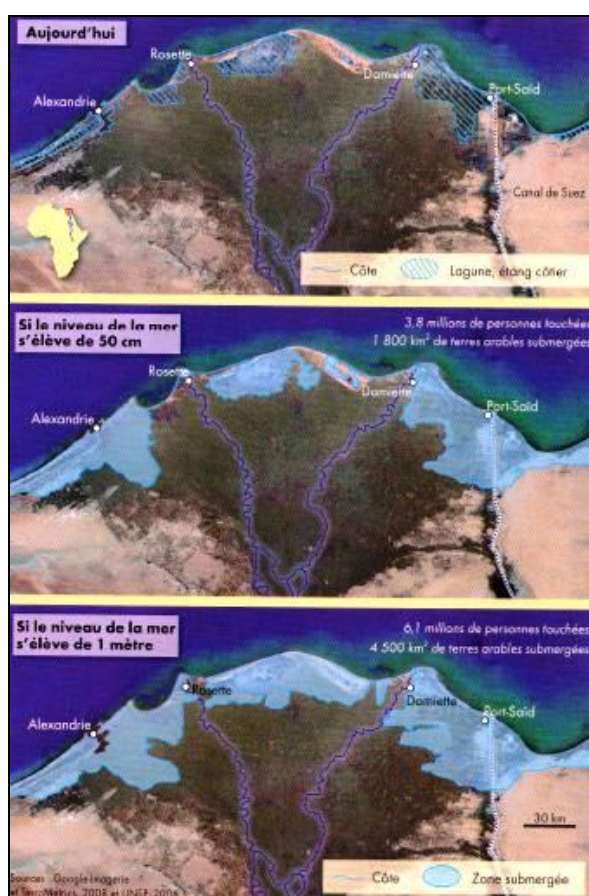
Des années consécutives de sécheresse déstabilisent les zones touchées, rendant les sociétés de moins en moins capables de faire face aux événements suivants (réduction des temps de récupération et de préparation à la sécheresse suivante). L'Afrique est caractérisée par une faible capacité d'adaptation. Les pays d'Afrique sont considérés comme les plus vulnérables aux sécheresses, souvent synonymes de famines (Elasha et al., 2006), comme l'ont récemment montré les famines dans la Corne de l'Afrique.

1.2.5 D'autres impacts toucheront l'agriculture et les ressources en eau

Le changement climatique se traduit également par une hausse du niveau marin. Au cours du XX^{ème} siècle, le niveau marin s'est élevé en moyenne de 1,7 mm par an, soit 17 cm en 100 ans. Cette tendance devrait s'accélérer à l'avenir. Entre 1993 et 2006, des données altimétriques recueillies par satellite montrent une augmentation globale du niveau de la mer de 3,1 mm/an (Nicholls, 2007).

LA HAUSSE DU NIVEAU MARIN POURRAIT ENTRAINER D'IMPORTANTES INONDATIONS DE ZONES CÔTIÈRES

Figure 21 : Le delta du Nil et l'élévation du niveau de la mer (Source : Blanchon, Atlas mondial de l'eau, éditions Autrement)



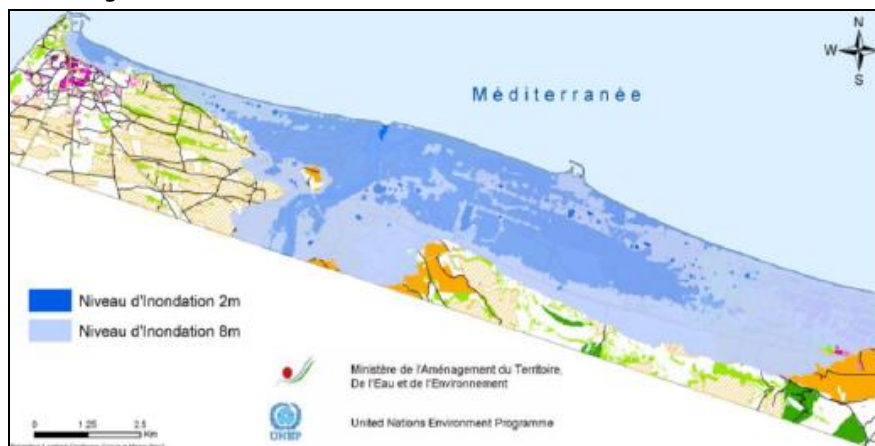
En Egypte, la menace de submersion marine d'une partie du delta du Nil est la principale préoccupation en termes de changement climatique pour le pays. En effet, le delta regroupe un tiers de la population et près de la moitié des surfaces agricoles du pays (El Raey).

On estime que si la mer montait de 1 m, 15% des terres du delta seraient inondées, 4500 km² de terres cultivées perdues, et 6 millions de personnes déplacées (Raisson, 2010).

A l'horizon 2030, le principal enjeu est la prise de conscience de cette menace et la mise en place d'institutions en charge des politiques d'adaptations. Le centre national égyptien pour le changement climatique a été créé en 2009 (El Raey).

Plusieurs études menées au Maroc font état du risque d'aggravation de l'érosion côtière et la submersion par les eaux marines dans plusieurs villes côtières, notamment celles de la Méditerranée (Saidia). Le phénomène de salinisation est presque généralisé à l'ensemble des nappes côtières marocaines.

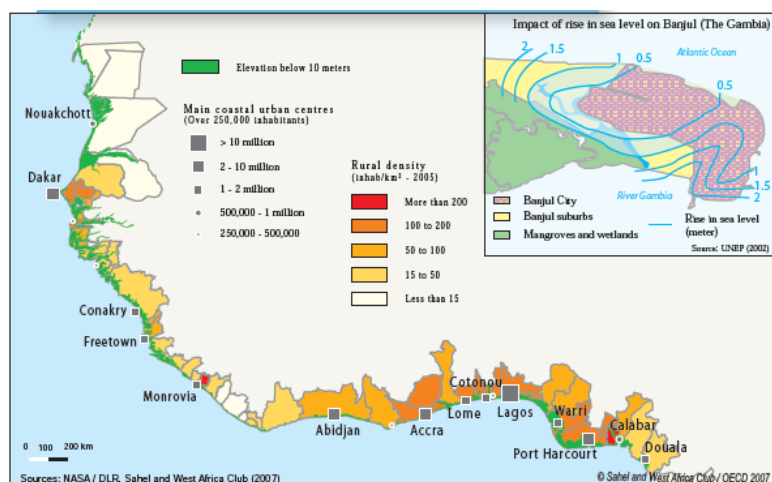
Figure 22 : Inondations à Saïdia à l'horizon 2050 (Source : IRES)



En Afrique, plus d'un quart de la population réside le long d'une bande côtière profonde de 100 km. Trois espaces sont particulièrement vulnérables, tant du point de vue du peuplement que du point de vue des écosystèmes : la côte de l'Afrique de l'Est entre le Kenya et le Sud du Mozambique, la côte de la Mer Rouge et la côte ouest-africaine.

En Afrique de l'Ouest, les zones les plus vulnérables à une montée du niveau des océans ou à des événements extrêmes d'origine océanique (marées extrêmes) sont les plus peuplées, parfois les plus urbanisées (hormis les côtes mauritaniennes). De Douala à Dakar, 12 agglomérations de plus d'un million d'habitants sont situées sur la côte. En outre, les écosystèmes productifs (mangroves, deltas et estuaires) sont à la base d'une activité économique importante dans les secteurs de la pêche, de l'agriculture et du tourisme (CEDEAO-CSAO/OCDE, 2008).

Figure 23 : Principaux centres urbains et zones côtières vulnérables en Afrique de l'Ouest (Source : NASA/DLR, CSAO 2007)



LA HAUSSE DU NIVEAU MARIN POURRAIT ENTRAÎNER DES INTRUSIONS SALINES DANS LES NAPPES CÔTIÈRES ET SALINISER LES TERRES

Outre la submersion et l'érosion côtière, la hausse du niveau des océans provoquera l'accroissement des zones inondables et l'augmentation de la salinité dans les estuaires et les nappes phréatiques côtières.

Cela réduira les quantités d'eau douce disponibles, et entraînera un développement de pathologies liées à la mauvaise qualité de l'eau et à la prolifération d'insectes. Enfin, certaines terres agricoles se trouveront salinisées, ce qui réduira, voire anéantira, leur potentiel de production.

L'aquaculture serait également touchée par la baisse de la qualité de l'eau des lagons. En Egypte, un tiers des poissons d'eau douce sont pêchés dans ces zones (El Raey).

1.3 LA CONCURRENCE ENTRE LES USAGES DE L'EAU RISQUE DE S'ACCENTUER ET LES DÉFIS DU PARTAGE SONT À RELEVER

En préambule, rappelons que les chiffres nationaux ou régionaux cachent souvent d'importantes disparités locales.

Ainsi, le Niger, dont la moitié Nord est désertique, n'est globalement pas considéré comme un pays en situation de stress hydrique en raison des abondantes ressources du fleuve éponyme. Néanmoins, à une échelle plus fine, une pénurie physique existe dans la zone désertique du Nord du pays, tandis que le déficit de l'accès à l'eau dans la vallée du fleuve est lié au faible développement humain.

Au Kenya, la pluviométrie peut atteindre 2500 mm/an dans le sud du pays mais elle est extrêmement faible dans le nord. Ainsi, on trouve des cultures pluviales de canne à sucre dans le sud, tandis que des famines surviennent régulièrement au nord, comme en 2011.

1.3.1 Prospectives multisectorielles sur les hausses de besoins en eau à l'horizon 2030

L'avenir de l'eau soulève également la question de son partage entre les différents secteurs. En effet, l'irrigation, qui est le premier consommateur d'eau (70% de la demande en eau à l'échelle mondiale, plus de 85% en Afrique (ONU Water Africa)), pourra être dans certains bassins fortement concurrencée dans les décennies à venir par les autres usages (eau potable, industrie, énergie) dont un développement considérable est attendu en Afrique. Les prélèvements en eau des usages consommateurs autres que l'agriculture (AEP, industries, élevage) pourraient alors augmenter, ce qui devrait limiter les prélèvements en eau pour l'irrigation, contraignant ainsi une partie de la production alimentaire (Rosegrant, Cai, Cline, 2002). Ainsi, les contraintes de partage de la ressource vont notablement restreindre la consommation réelle d'eau d'irrigation par rapport à la demande potentielle.

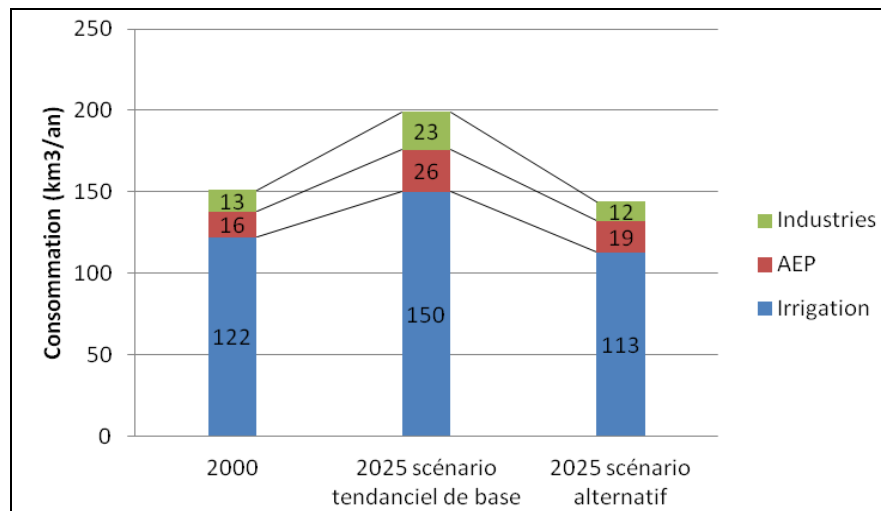
En Méditerranée, des scénarios prospectifs ont été élaborés en 2007 par le Plan Bleu à l'horizon 2025 : un scénario tendanciel « business as usual » et un scénario alternatif « développement durable ». (Le scénario de crise combinant toutes les hypothèses pessimistes élaboré en 1989 n'est pas repris ici.) (PNUE/PAM, 2004)

Tableau 5 : Hypothèses adoptées par les deux scénarios prospectifs du Plan Bleu

Rive sud de la Méditerranée	Scénario tendanciel « business as usual »	Scénario alternatif « développement durable »
Principales hypothèses	Croissance économique moyenne à forte Libéralisation des échanges Nord-Sud méditerranéens sans régulation sociale ni environnementale Faible internalisation des coûts externes	Croissance économique moyenne à faible (inférieure à croissance actuelle) Expansion des échanges Nord-Sud méditerranéens avec régulation sociale et environnementale Internalisation des coûts externes
Conséquences sur la demande totale en eau	Croissance modérée mais non proportionnelle à la croissance du PNB	Croissance faible liée à l'efficacité des efforts d'économie d'eau
Besoin pour l'AEP	Croissance notable, écart urbain/rural maintenu	Croissance modérée, rendement de distribution accru, écart urbain/rural réduit
Besoin pour l'irrigation	Croissance liée en partie à l'exportation	Croissance subventionnée sans gain notable d'efficacité, notamment pour limiter les importations alimentaires
Besoins pour l'industrie	Croissances localisées	Croissance modérée
Energie (refroidissement des centrales)	Usage faible ou nul maintenu	Usage faible ou nul maintenu

Le graphique ci-dessous illustre les évolutions quantifiées des besoins en eau des différents secteurs. On observe que le scénario tendanciel engendrerait une forte hausse des demandes en eau de l'ensemble des secteurs. L'agriculture devrait rester le principal utilisateur, en volume, de la ressource en eau. La demande des collectivités pour l'eau potable devrait continuer à croître pour répondre aux besoins d'une population croissante, de plus en plus urbaine, et face à l'accroissement du tourisme. Par ailleurs, une demande environnementale, liée à la préservation des écosystèmes, pourrait émerger (Plan Bleu, 2009).

Figure 24 : Prospectives de demandes en eau par secteur d'utilisation dans l'ensemble des pays de la rive sud de la Méditerranée (Source : Plan Bleu - graphe BRLi)



Une telle hausse possible de la demande en eau entraînera des pressions croissantes sur les ressources en eau, déjà fortement exploitées à l'heure actuelle.

Ainsi, au Maroc, le scénario tendanciel montre que l'ensemble des bassins versants seront déficitaires à l'horizon 2020 :

Tableau 6 : Bilan besoins/ressources prospectif à l'échelle du Maroc à l'horizon 2020 (Source : Plan Bleu)

Ressources (km3/an)		Demande (km3/an)			Bilan (km3/an)
Surface	Souterraines	AEP et industrie	Irrigation	Environnement	
8,2	3,1	1,4	13,2	0,2	-3,5

On considère que la disponibilité de l'eau devient un facteur critique lorsque plus de 40% des ressources renouvelables sont utilisées pour l'irrigation. A partir de ce seuil, un arbitrage devient nécessaire entre l'approvisionnement des zones rurales et des centres urbains. Ce seuil est déjà dépassé actuellement au Maroc. En 2030, ce seuil sera largement dépassé en Afrique du Nord : il pourrait dépasser les 58% (Bruinsma, 2003).

Le scénario prospectif alternatif constitue donc une solution intéressante pour limiter la concurrence entre les différents secteurs consommateurs en eau. Toutefois, sa mise en place nécessitera un contexte volontariste particulier, et d'importantes mesures en termes de gestion de la demande (économies d'eau...).

En Afrique subsaharienne, la concurrence entre les différents usages et les tensions sur la ressource ne constituent pas un problème visible à l'échelle de la zone, dont les ressources annuelles sont globalement abondantes (ONU Water Africa). D'après la FAO, les ressources en eau renouvelables en Afrique subsaharienne sont estimées à 2800 km³/an. Le fleuve Congo représente à lui seul près de la moitié de ce volume.

Pour cet ensemble géographique, les prélèvements sont estimés à environ 100 km³/an actuellement (Bruinsma, 2003). La proportion des ressources renouvelables prélevée pour l'ensemble des usages confondus (agriculture, eau potable, industrie) à l'heure actuelle varie entre moins de 1% en Afrique centrale et 14% en zone soudano-sahélienne (ONU Water Africa).

La FAO estime que les prélèvements en Afrique subsaharienne s'élèveront à environ 250 km³/an à l'horizon 2030 (Bruinsma, 2003). Les perspectives donnant les valeurs les plus élevées tablent sur 820 milliards de m³ pour l'irrigation en 2030 (Water Resources Group 2030, 2009). L'écart entre les différents exercices de prospective est important, témoignant de l'incertitude concernant la demande en eau future en Afrique. En effet, la faible utilisation des ressources en eau en Afrique subsaharienne est actuellement liée à un faible niveau d'infrastructures et à des manques d'accès à ces ressources (ONU Water Africa). De la résolution de ces problèmes dépendront les prélèvements futurs en eau.

*Sur le **bassin du Niger**, la ressource est estimée à 175 km³ en année moyenne, soit un débit fictif continu de 205 m³/s. Les prélèvements, quant à eux, s'élèvent à 6,5 km³, dont 2,7 km³ sont destinés à l'irrigation sur le périmètre de l'Office du Niger (chiffres 2005). A l'horizon 2025, le cumul de tous les projets pourrait porter les prélèvements totaux à hauteur de 30 km³ (BRLi, 2007).*

Toutefois, la disponibilité de l'eau à l'échelle annuelle masque des situations ponctuelles de tensions sur la ressource et de conflits d'usages importants.

*Ainsi, le débit du **fleuve Niger** est de 125 km³ en année décennale sèche.*

Par ailleurs, il est important de noter que les moyennes à l'échelle de la zone sont souvent influencées par quelques extrêmes.

Par exemple en Afrique équatoriale, le fleuve Congo constitue une ressource colossale (son débit moyen est de 42 000 m³/s soit 1325 km³/an), et il est situé dans une région très arrosée, où les prélèvements, notamment à destination de l'irrigation, sont faibles.

Les perspectives s'accordent sur la relativement bonne disponibilité des ressources en eau à l'échelle du continent africain. Celle-ci masque cependant une grande diversité de situations locales en termes de disponibilités et de demandes en eau, pour lesquelles le partage de l'eau doit faire l'objet d'une gestion particulière.

Ainsi, en raison des besoins croissants de la population et des effets du changement climatique, certains pays d'Afrique de l'Ouest pourraient faire face à des situations de tension sur les ressources en eau. Selon l'UNEP à l'horizon 2025, le Cap Vert sera en situation de pénurie (moins de 1000 m³/an/habitant, le Burkina Faso, le Nigéria, le Togo et le Ghana seront en situation de crise (entre 1000 et 1700 m³/an/habitant), le Sénégal, le Niger et le Bénin seront en situation de vulnérabilité (entre 1700 et 2500 m³/an/habitant) (Borron, Hajri, Labbouz, 2008).

Les tensions risqueront de concerner notamment les ressources en eaux souterraines : en Afrique, plus de 75% de la population utilise des ressources souterraines comme principale source d'approvisionnement en eau potable (ONU Water Africa).

1.3.2 Des contraintes sur les régimes des cours d'eau doivent être respectées pour maintenir les services rendus par les écosystèmes aquatiques et pour préserver leur bon état

Les écosystèmes naturels sont autorégulés pour utiliser toutes les ressources auxquelles ils ont accès : eau, sol, espace, lumière... Au cours de l'évolution, **les biocénoses se sont adaptées à la ressource disponible et à ses contraintes** : la végétation naturelle est adaptée au cumul, à la saisonnalité et à l'irrégularité des pluies. Ainsi, chaque modification anthropique du cycle de l'eau (prélèvement, régulation, ...) se fait aux dépens des ressources utilisées par un écosystème.

Or **les écosystèmes** (plus ou moins anthropisés) **assurent directement une grande partie des moyens de subsistance des communautés rurales**, et notamment la production de ressource alimentaires (poissons, fruits, miel, gibier, pâturages ...), de sources d'énergie (bois de chauffage), ou encore de revenus (matières premières pour l'artisanat et de petites exploitations, ...), le maintien du cadre de vie (recharge de nappes, amélioration de la qualité de l'eau, maintien de la fertilité, protection contre les crues et contre l'érosion...). L'agriculture elle-même est intrinsèquement liée à l'état des écosystèmes, qu'il s'agisse de l'état qualitatif ou quantitatif des ressources productives (eau, sol), ou des services écosystémiques (pollinisation, fertilisation, ...). La production agricole influence voire impacte les écosystèmes dont elle dépend directement.

Selon un rapport de l'OZHM (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes) (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes, 2012), l'étendue des zones humides autour de la Méditerranée est en baisse. Depuis le début du XXe siècle, leur superficie s'est réduite de moitié. Les marais, les lacs, les réservoirs, les fleuves, les deltas, ou encore les lagunes, ne couvrent plus que 18,5 millions d'hectares, soit 1 à 2% des zones humides mondiales. Ce sont les changements de l'occupation des sols, en particulier leur urbanisation et transformation en terres agricoles, ainsi qu'une gestion des eaux de plus en plus artificielle qui sont responsables de cette érosion.

Les besoins fondamentaux des écosystèmes sont donc à prendre en compte dans les politiques de planification et de gestion de l'eau, notamment parce qu'ils sont garants des modes de vies de nombreuses communautés.

Une mauvaise prise en compte des besoins des écosystèmes aboutit à une réduction des services qu'ils rendent et à une précarisation des conditions de vies de communautés rurales ou à l'enclenchement d'un cercle vicieux de surexploitation. La détérioration d'un écosystème peut être rapide mais sa restauration prend souvent plusieurs années, lorsqu'elle n'est pas irréversible à échelle humaine. La perte d'une récolte ou des coupures de courant générées par des contraintes environnementales de gestion seront pénalisantes sur le court terme, tandis que la détérioration d'un écosystème pèsera sur les conditions de vie des populations pour plusieurs années. Les considérations environnementales doivent donc s'inscrire dans des **réflexions de long terme**, et l'arbitrage dans l'allocation des ressources en eau doit pleinement prendre la mesure de ce temps de réponse.

Du point de vue de la planification, **l'évaluation multisectorielle de projets doit intégrer les considérations environnementales**. L'évaluation économique des services rendus par les écosystèmes peut permettre de mieux les intégrer dans les prises de décision. De nombreuses méthodes ont été développées depuis une dizaine d'années (IUCN, 2004). Mais ces évaluations sont délicates et doivent s'appuyer sur un socle de connaissances locales élargi pour être pertinentes.

En termes de gestion, **il est nécessaire de déterminer les besoins en eau des écosystèmes pour leur fonctionnement et leur régénération**. Il peut s'agir de débits environnementaux à maintenir en crue ou en étiage, de hauteurs d'eau à atteindre, de durées d'inondation... Mais ces besoins en eau sont difficiles à déterminer, car ils dépendent également de leur fréquence d'occurrence, d'impacts cumulatifs avec d'autres pressions (comme la pollution), et il existe souvent un manque de connaissances sur le sujet. En pratique, ils sont parfois définis par tâtonnement.

Généralement, la gestion d'ouvrages de régulation va dans le sens d'un soutien des débits d'étiage (saison sèche) et d'une réduction des volumes de crues (saison humide) à l'aval de l'ouvrage. Cet impact sur les crues aval peut engendrer des impacts sur le fonctionnement des zones humides, et en particulier sur les zones deltaïques à l'aval des fleuves.

*On peut citer comme exemples les réductions observées des surfaces inondées du **delta intérieur du Niger** par la gestion du barrage de Sélingué au Mali, du **delta final du Niger** notamment par la gestion des barrages de Kainji et Jebba au Nigeria, du **delta final du Zambèze** par la gestion des barrages de Kariba (Zambie/Zimbabwe) et Cahora Bassa (Mozambique), du **delta final du Nil** par la gestion du barrage d'Assouan (Egypte), de la **plaine d'Hadejia** sur la Yobe par la gestion des barrages de Tiga et Challawa (Nigeria), etc. (Sources : études BRLi 2007 à 2011)*

Ces impacts sur les zones humides aval ont bien sûr des impacts sur les écosystèmes et il est possible de les atténuer en partie (jamais totalement) via une prise en compte des besoins de ces écosystèmes dans les règles de gestion des ouvrages de régulation (par exemple via une restauration de crue artificielle).

*Sur le bassin versant du **fleuve Sénégal**, malgré des études environnementales préalables satisfaisantes, la mise en place des barrages a bouleversé le fonctionnement des écosystèmes riverains, ce que la planification des barrages dans les années 1970 n'avait pas su prédire. Cet exemple est développé plus bas.*

*A noter tout de même que le parc du Diawling, dans le delta du **fleuve Sénégal** côté Mauritanien, est un exemple de restauration des fonctionnalités des zones humides, dégradées suite à la construction des aménagements du fleuve, grâce à une gestion de la circulation des eaux contrôlée par de petits ouvrages hydrauliques (Millenium Ecosystem Assessment).*

Le court-circuit du Sudd, sur le bassin du Nil

Les marais du Sudd constituent une des plus vastes zones d'épandage de crue naturelles en Afrique (environ 60 000 km² et plus selon les années). Situés au Sud Soudan, ils sont alimentés de juillet à septembre par les hautes eaux du Nil Blanc, et sont à la fois un « point chaud » de biodiversité (classés RAMSAR) et le lieu de nombreuses activités économiques (pâturages et élevage, pêche, cultures de décrue...). Sur les 45 km³ (contributions du Nil Blanc et de la pluie) qui rentrent en moyenne chaque année dans le Sudd, plus de 30 km³ s'évaporent.

Formulé très tôt par la puissance coloniale britannique (1930), un projet de court-circuiter ces marais par un canal de 360 km avait pour objet d'éviter les « pertes » par évaporation de ces grandes étendues d'eau libre. Le canal de Jonglei a vu un début de construction en 1983, laquelle fut interrompue brutalement par la rébellion armée du Sud Soudan de John Garang. Le projet était alors de gagner 4 Md de m³ sur l'évaporation, lesquels auraient été attribués pour moitié à l'Egypte et moitié au Soudan.

Ce projet avait plusieurs inconvénients majeurs, dont le fait d'ignorer les intérêts des populations locales ainsi que les impacts environnementaux à long terme.

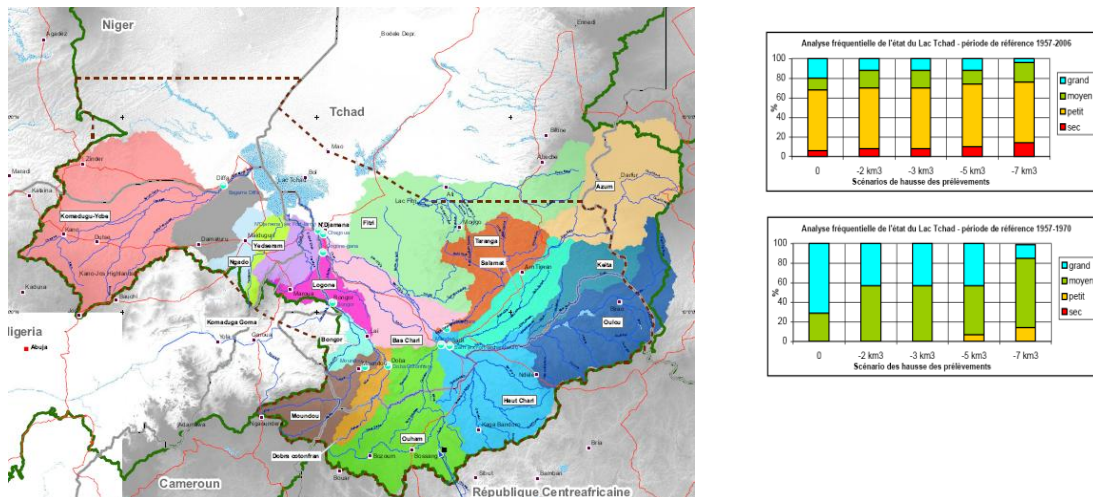
Aujourd'hui, le Sud Soudan est devenu un état indépendant, qui a de multiples besoins de développement. Il n'est pas exclu qu'un projet alternatif voie le jour, mais dans un cadre plus équilibré, notamment sur les partage des bénéfices entre acteurs locaux et ceux de l'aval, et dans une dimension plus modeste.

Des outils réglementaires peuvent permettre, s'ils sont respectés, la mise en place de contraintes sur le développement afin de préserver les écosystèmes et leurs services. De plus en plus de cadres législatifs régionaux ou internationaux imposent le respect de débits environnementaux dans les cours d'eau (Loi d'Orientation sur l'eau, Burkina Faso, 2001) (Millenium Ecosystem Assessment).

Dans les années 90, des études sur le fleuve Sénégal ont démontré que les bénéfices d'une crue artificielle qui serait lâchée par le barrage de Manantali étaient plus importants que ceux envisagés de prime abord. La Charte de l'Eau du fleuve Sénégal de 2002 intègre les considérations environnementales dans le cadre de gestion. Le rétablissement des circulations d'eau dans les zones humides est prévu dans le schéma directeur de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) moyennant des lâchers de barrage (crue artificielle) et l'installation d'ouvrages hydrauliques (BRLi, Eau Vive, 2012, en cours).

Sur le bassin du Lac Tchad, la Charte de l'eau (en cours d'adoption) a défini des débits minimums à respecter dans les cours d'eau alimentant le lac pour assurer l'inondation des zones humides en crue et pour garantir le bon état des cours d'eau en étiage. Elle a également défini des volumes maximums prélevables à ne pas dépasser pour garantir ces débits minimums en étiage et pour assurer le maintien d'un niveau acceptable dans le lac (BRLi, 2010).

Figure 25 : Sous-bassins versants du bassin actif du lac Tchad et analyse fréquentielle du remplissage du lac sous différentes hypothèses de prélèvements (Source : BRLi 2010)



1.3.3 Le partage de l'eau est à apprécier par des analyses spécifiques à chaque bassin

Il n'est pas possible de définir *a priori* quelle est la meilleure valorisation d'une eau rare, tout dépend des situations locales. L'allocation des ressources en eau est une question complexe, qui doit faire intervenir :

- ▶ des connaissances techniques pour évaluer la ressource disponible, les besoins des différents usages, les besoins en eau des écosystèmes,
- ▶ des décisions éclairées par les enjeux du territoire (l'équilibre à atteindre entre environnement et usages, les critères de partage : valeur économique des usages, critères sociaux (maintien des emplois ruraux, ou des revenus de populations marginalisées...), etc.

La gestion de l'eau concerne de nombreuses politiques sectorielles connexes (agriculture, énergie, développement rural, environnement, ...), et les décisions doivent se baser sur des analyses multisectorielles, qui tiennent compte des trois piliers du développement durable : des considérations économiques, mais également des études d'impact social et environnemental.

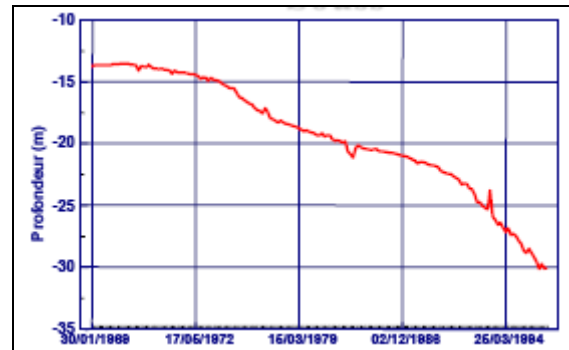
Souvent, des solutions techniques existent pour dépasser les problèmes de manque d'eau (dessalement, transfert), mais elles doivent être jugées à l'aune de leur opportunité économique et de leur durabilité. Ainsi, 70% des capacités de dessalement mondiales sont installées en Afrique du Nord et au Moyen Orient (Millenium Ecosystem Assessment). Au vu du coût de ces procédés (de 1 à 4 \$/m³), et des besoins élevés en énergie, leur utilisation est difficilement justifiable économiquement dans des activités gourmandes en eau, comme l'irrigation, à moins de se trouver dans un marché de niche, tandis que leur production est rarement durable, à moins qu'elle fasse appel à des énergies renouvelables.

Le Maroc a entamé des projets pilotes pour le couplage du dessalement de l'eau de mer avec les énergies renouvelables (éolienne) au niveau de la ville de Tan Tan. Ce projet est financé dans le cadre des mécanismes de développement propre.

L'Afrique du Nord se trouve dans une situation d'allocation particulièrement tendue : la plupart des ressources superficielles existantes seront prélevées pour différents usages. Ce qui signifie que, à superficie irriguée constante, même avec une amélioration substantielle de l'efficacité et de la productivité de l'eau, les ressources en eau ne permettront pas de satisfaire les besoins minimums pour l'ensemble des usages (eau potable, industrie, agriculture), et les contraintes des écosystèmes aquatiques. L'importance des besoins par rapport à la ressource disponible a abouti à l'utilisation de ressources non renouvelables à l'échelle de temps humaine, (dont la surexploitation de ressources souterraines, ce qui pose le problème de la durabilité des activités humaines développées autour de cette ressource). L'agriculture étant le plus grand consommateur, une réallocation de l'eau aujourd'hui utilisée par l'agriculture au profit des autres usages devra intervenir, ainsi qu'une révision de la planification agricole (amorcée dans le Plan Maroc Vert).

Au Maroc, la région du Souss a bénéficié d'un fort développement agricole suite à la découverte d'un aquifère profond dans les années 1980, lequel a ensuite été surexploité de façon peu contrôlée (eau gratuite, nombreux pompages individuels). La nappe du Souss a subi un rabattement de 40m au cours des vingt dernières années, avec un rabattement annuel moyen de 3m/an (Ministère marocain de l'Agriculture, 2010). Cette région commence à souffrir de manques d'eau sévères qui risquent de s'aggraver dans les années à venir.

Figure 26 : Diminution du niveau de la nappe du Souss entre 1969 et 1994 (Source : Plan Maroc Vert)



L'arganier est une illustration de la surexploitation de la nappe du Souss : pourvu d'une faible profondeur racinaire, il poussait abondamment dans la région, où la nappe était peu profonde. Depuis plusieurs années, on assiste à un net recul des arganiers dans cette région : l'étude de la régression des peuplements par analyses diachroniques des photos aériennes montre, en 20 ans, un recul de l'équivalent de 600ha/an pour le seul massif forestier d'Admine, qui s'étend sur 22000 ha dans la plaine du Souss (Bouzemouri, 2007), signe de la disparition de la nappe, ressource non renouvelable à l'échelle temporelle humaine (Belhouchette, 2011). Le recul de l'arganier est également dû au surpâturage et à l'urbanisation croissante.

En Afrique, les projets de mise en valeur doivent être questionnés quant à leur capacité à être la meilleure valorisation de l'eau au service du développement socio-économique local (Borron, Hajri, Labbouz, 2008).

En Egypte, la volonté d'atteindre ou tout au moins de se rapprocher de l'autosuffisance alimentaire par la production agricole nationale a orienté la politique agricole Egyptienne depuis des dizaines d'années. Le souhait d'indépendance alimentaire et énergétique a sous-tendu la construction du barrage d'Assouan et même le choix du site (préférés sur le sol Egyptien plutôt qu'en amont au Soudan, où il aurait été plus efficace) dès la fin des années 50 au lendemain de la chute de la monarchie. Cependant, si l'accroissement de la production agricole a dépassé les prévisions, ce n'est pas grâce un usage plus important de l'irrigation, mais en partie en raison de l'augmentation de la surface cultivée (+30% entre 1960 et 2000), et surtout grâce à la révolution verte qui a permis un doublement des rendements de céréales entre 1952 et 1990. L'accroissement de la production alimentaire a cependant été moins rapide que l'accroissement de la population, qui a plus que doublé entre 1960 et 2000 en passant de 26 à 67 millions d'habitants. Aujourd'hui, si la croissance de la population se poursuit, en revanche, il semblerait qu'on atteigne un palier de production agricole : les terres facilement irrigables sont quasiment toutes mises en valeur (et l'agriculture est impossible sans irrigation), et les rendements ont déjà bien bénéficié des évolutions de la révolution verte. Mais l'Egypte a perdu son autosuffisance alimentaire depuis la Seconde Guerre mondiale.

L’Egypte est le seul pays industrialisé de la région, et aurait largement les moyens de satisfaire sa demande alimentaire par des importations, ce qui lui offrirait la possibilité de produire une valeur ajoutée beaucoup plus élevée par unité d’eau consommée par d’autres usages que l’usage agricole. En dépit d’un bilan hydrique toujours plus tendu lié aux évolutions du partage de l’eau dans le bassin qui jusqu’à présent avait largement favorisé l’Egypte, le pays continue à favoriser une extension de l’agriculture toujours plus coûteuse⁶, forte consommatrice d’eau et incapable d’assurer sa sécurité alimentaire. Le coût de production de l’agriculture Egyptienne, même sans tenir compte de la rareté de l’eau, en fait l’une des plus chères au monde, et son développement ne correspond pas à une analyse financière rationnelle. Les orientations de la politique agricole ont également un fort ancrage sociologique, au niveau des décideurs comme de l’opinion publique, dans la vision que l’Egypte a du Nil (Raison, Magrin, 2009).

Outre ses contraintes propres, l’Egypte est désormais soumise aux très fortes pressions des pays de l’amont du bassin qui veulent à leur tour développer l’irrigation et l’hydroélectricité.

1.3.4 La gestion transfrontalière : émergence d’organismes de bassins africains, porteurs de coopération plus ou moins avancée

L’EAU PEUT ÊTRE PORTEUSE DE GERMES DE CONFLITS...

Nés dans des régions à pluviométrie importante, beaucoup de grands fleuves africains se dirigent vers des zones moins arrosées et en traversant ou en marquant la frontière entre différents pays. Il existe environ 50 bassins versants fluviaux transfrontaliers en Afrique (Cf. carte en début de rapport). Dans les zones les moins pourvues en eau, du fait d’une augmentation de la demande, le tout dans une situation climatique contraignante (comme l’a été la sécheresse au Sahel des années 70 et 80), les ingrédients réunis pourraient laisser présager l’éclatement de conflits pour une ressource rare, attisés par des déséquilibres de forces politiques et d’intérêts. Si pour l’heure, des dissensions apparaissent à différentes échelles, les conflits redoutés ne se sont pas produits (Raison, Magrin, 2009).

L’Afrique subsaharienne et l’Egypte sont largement concernées par de grands bassins versants partagés. Au Maroc et plus généralement en Afrique du Nord, les bassins de petits fleuves côtiers constituent plutôt des enjeux nationaux de gestion de l’eau.

⁶ Avec plusieurs projets pharaoniques dont le projet de la « Nouvelle Vallée » qui doit créer une « oasis » de 250 000 ha dans la dépression de Toska (paléoNil), à l’aide d’un pompage des eaux du Nil vers un canal d’adduction de près de 70 km, avec des risques de salinisation des terres. Les bénéfices agricoles attendus sont modestes : une augmentation de 10 à 15% de la production agricole. Le West Delta du Sinaï est un autre exemple. Ces projets ont également pour but de fixer des populations en milieu rural (Raison, Magrin, 2009).

Figure 27 : Le bassin versant transfrontalier du Nil
(Source : BRLi)



L'hydropolitique du Nil : les ingrédients d'un conflit

Le Nil est le plus long fleuve du monde (6 800 km). Son bassin versant est réparti entre 10 pays (voir carte ci-contre). Le Nil Bleu (ou Abbay), affluent Ethiopien, fournit environ 85% du débit du Nil à sa confluence avec le Nil Blanc à Khartoum, et son régime contrasté assure la crue du Nil au Soudan puis en Egypte. L'Egypte, principal utilisateur des eaux du Nil, ne contribue pas à son alimentation : le Nil ne reçoit aucun apport d'eau pérenne depuis sa confluence avec la rivière Atbara au Soudan jusqu'à la Mer Méditerranée (2 700 km plus loin).

Comme l'indique le tableau ci-dessous, l'agriculture en Egypte est extrêmement dépendante de l'irrigation par les eaux du Nil. Le Soudan⁷, qui possède des terres agricoles plus étendues, irrigue néanmoins trois fois moins de surfaces que l'Egypte. En effet, le Nord du Soudan comme l'Egypte font face à un climat très sec, et ont une tradition d'irrigation plurimillénaire, dont l'Egypte est totalement dépendante. Elle adopte ainsi une position intransigeante sur la question de répartition des eaux du Nil. Le Nord Soudan (désormais séparé du nouveau pays, le Sud Soudan) est dans une situation comparable.

Tableau 7 : Dépendances hydriques de l'Egypte, du Soudan et de l'Ethiopie

	Surface cultivable (millions d'ha)	Surface cultivée (%SAU)	Surface irriguée (% S cult.)	Ressources en eau renouvelables intérieurement par habitant (m3/an/hab)	Dépendance hydrique par rapport aux eaux venues de l'étranger
Egypte	4 à 5	80-90 %	100%	30	97%
Soudan	105	7%	15-20%	3150	77%
Ethiopie	112	4%	4%	2060	0%

⁷ La séparation du Soudan en Nord Soudan et Sud Soudan est encore trop récente pour que nous ayons pu avoir des informations spécifiques à chacun des deux pays.

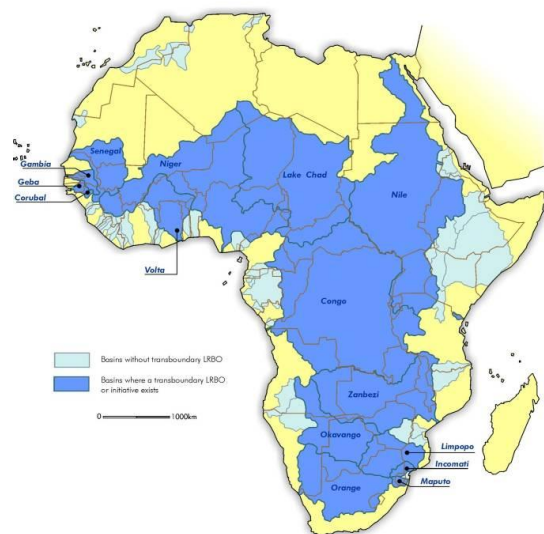
Les pays dont le nom est surligné sur la carte ci-dessus sont des pays membres de l'IBN (Initiative du Bassin du Nil). L'IBN a été créée en 1999 dans le but de promouvoir la coopération entre les pays membres. L'IBN était initialement un organisme de transition vers une organisation permanente qui ferait suite à la ratification par les pays membres d'un Accord Cadre de Coopération. Cependant, l'IBN est restée active pendant plus de 10 ans car les pays membres n'ont pu se mettre d'accord sur le contenu de l'Accord. Les articles concernant l'usage équitable de l'eau (article 13 notamment) posent en effet problème. L'Égypte et le Soudan s'opposent à ces articles par crainte de voir se réduire leur part actuelle des eaux du Nil. L'Égypte et le Soudan revendiquent en fait la validité d'accords internationaux de 1929 et 1959 qui répartissent la presque totalité des eaux du Nil entre le Soudan et l'Égypte.

Ces accords coloniaux constituent pour l'Égypte et le Soudan la référence juridique de répartition des eaux du Nil. Les autres pays du bassin versant du Nil, n'ayant pas pris part à ces accords à l'époque, ne les reconnaissent pas et revendiquent le droit d'une utilisation équitable des eaux du Nil. Par exemple aujourd'hui, l'Égypte et le Soudan s'inquiètent du développement de l'irrigation et de l'hydroélectricité en Éthiopie. Le Grand Millenium Dam, actuellement en construction en Éthiopie, est le symbole de la mise en valeur des ressources en eau dans ce pays. Ce projet de 5 250 MW aura la capacité hydroélectrique installée la plus importante d'Afrique. De plus, le développement de l'irrigation et les pertes par évaporation pourraient peser sur le bilan futur. L'Égypte et le Soudan ne participent plus aujourd'hui activement à l'IBN mais pourraient être contraints d'y revenir afin de préserver, à leur tour, un partage équitable des eaux du Nil...

...MAIS LA GESTION DE L'EAU PERMET PLUS SOUVENT LA COOPÉRATION

Pour prévenir les conflits et régler les dissensions, les plus grands fleuves Africains (une quinzaine) ont vu se créer des organisations de bassins transfrontalières, qui depuis quelques années, drainent d'importants financements de la part de bailleurs internationaux soucieux de faire émerger une gestion intégrée des ressources en eau. La construction de ces organisations en est à un stade plus ou moins avancé, fonction des intérêts communs et des jeux d'influences géopolitiques. Plusieurs niveaux de coopération peuvent être distingués, en fonction des responsabilités données à l'organisation :

Figure 28 : Les bassins versants transfrontaliers africains (bleu ciel) et ceux gérés par un organisme de bassin (bleu foncé) (Source : BRLi)



- ▶ “Dialoguer et coopérer”. La coopération transfrontalière passe par des négociations, et les organismes de bassin constituent des lieux de parole fondamentaux, comme le souligne l'exemple très avancé du fleuve Sénégal, où des relations informelles entre Sénégal et Mauritanie ont perduré via l'OMVS pendant le conflit Sénégal-Mauritanien de 1989 ;
- ▶ “Echanger des informations”, ce que fait très bien l'Autorité du Bassin du Niger (ABN) grâce à son observatoire, ce que font également les pays du bassin de Nil et de l'OMVS ;

- ▶ “Harmoniser les politiques et cadres de gestion” ; ce qui est en cours dans plusieurs bassins qui se sont dotés de cadres juridiques communs (comme les Chartes des Eaux du bassin du fleuve Sénégal et du bassin du Niger, ou du bassin de lac Tchad (en cours d’adoption)
- ▶ “Planifier en commun la gestion et la mobilisation des ressources”. Depuis 2000, certains organismes de bassin ont entrepris de dépasser le stade du dialogue avec la prise de décisions conséquentes, ce qu’a fait par exemple l’ABN dans le cadre de l’élaboration de son Plan d’Action et de Développement Durable, ou l’OMVS dans son Schéma Directeur d’Aménagement et de gestion des Eaux. Cette fonction est balbutiante dans le bassin du Nil.
- ▶ “Porter une maîtrise d’ouvrage commune”, comme c’est le cas, probablement unique, de la construction et de l’exploitation des barrages de Manantali et Diama sur le fleuve Sénégal, propriété commune des 4 Etats Membres via l’OMVS.

De nombreuses organisations de bassin s’attèlent cependant de plus en plus à la promotion d’ouvrages communs. On peut par exemple citer les barrages de Fomi, Taoussa et Kandadji inscrits dans le programme d’investissement de l’ABN, ou encore le barrage de Rusumo Falls, sur la Kagera, dont les études de conception sont portées par l’IBN (*BRLi, SIWI, 2011*), tâche à l’interface entre les deux fonctions précédentes, ainsi que le barrage binational de Kariba sur le Zambèze, partagé entre la Zambie et le Zimbabwe.

Les fonctions attribuées à ces organismes doivent en effet être dissociées de l’efficacité avec laquelle l’organisme accomplit chaque fonction. Il apparaît que ces organismes de bassin, pour la plupart ont un rôle important de dialogue et d’échange d’informations (premier pas vers le désamorçage des conflits) mais leur rôle dans les questions de planification n’est souvent que secondaire. Ils pourraient tenir à terme des rôles fondamentaux : garantir les grands équilibres hydriques transnationaux en assurant le partage de l’eau (comme l’amorce le développement des “Chartes de l’Eau” et leur cadrage des contraintes environnementales au développement, tel le maintien de débits environnementaux), centraliser les financements des grands bailleurs (“guichet unique”)...

La faculté d’évolution de ces organismes dépend de leur maturité. Ainsi, l’OMVS, considérée comme un des organismes les plus matures de la région, évolue en réaction aux impacts sociaux et environnementaux passés, rencontrés notamment à l’issue de la construction des barrages. Il met en place un dispositif de participation des populations, devant déboucher à terme sur la formation d’un comité de bassin, organe interne de consultation.

Les difficultés d’émergence d’instruments de coopération sur le bassin versant du Nil

La compréhension des difficultés d’émergence de la gestion transfrontalière sur le bassin du Nil nécessitent de remonter avant les indépendances, au traité bilatéral colonial Egypte-Soudan de 1929, qui s’appuyait sur les « droits historiques de l’Egypte » pour allouer 48 km³ d’eau à l’Egypte et 4 au Soudan.

Le schéma directeur de 1946, toujours d’actualité, décrit des possibilités d’aménagements sur l’ensemble du bassin pour développer l’irrigation, produire de l’électricité et protéger contre les inondations. La volonté d’indépendance énergétique de l’Egypte à la suite de la révolution remet à l’ordre du jour la construction (non prévue dans le schéma de 1946) du barrage d’Assouan malgré ses impacts (grandes pertes par évaporation dans le désert de Nubie, sédimentation dans le barrage des alluvions qui fertilisaient l’Egypte, nombreuses fuites). Le traité de partage des eaux de 1959 réduit partiellement le déséquilibre des quotas entre l’Egypte et le Soudan (respectivement de 55,5 et de 18,5 km³ d’eau par an), et autorise l’Egypte à réaliser le barrage d’Assouan. Le financement soviétique du barrage d’Assouan voulu par l’Egypte incite les Etats Unis à appuyer les études Ethiopiennes sur le Nil Bleu.

L'ensemble des démarches de l'Égypte est conditionnée par la crainte de voir son allocation d'eau diminuer, car aucune agriculture en Égypte n'est envisageable sans l'eau du Nil. Les Égyptiens ont toujours considéré que les intérêts de l'Égypte et du Soudan étaient communs (point de vue que les Soudanais ne partagent pas), mais en leur laissant des marges de manœuvre minimales sur le Nil. L'agriculture du Soudan est par ailleurs moins dépendante du Nil que celle de l'Égypte. L'Éthiopie a toujours été tenue à l'écart des partages d'eau, alors même qu'elle est à l'origine de près de 85% des apports d'eau à la confluence avec le Nil Blanc. Aujourd'hui, l'Éthiopie souhaite développer des projets de développement concernant l'irrigation et l'hydroélectricité, ce que l'Égypte considère comme une atteinte à ses « droits historiques ». La situation du Soudan actuel (nord de l'ancien Etat depuis l'accession à l'indépendance du Sud Soudan) reste à réévaluer, mais devrait se rapprocher de celle de l'Égypte (Sources : Raison, Magrin, 2009 ; BRLi)

L'Éthiopie et les pays de l'amont, pourtant à l'origine de la plupart des ressources en eau du Nil, ont été ignorés des démarches de gestion du Nil jusqu'en 1992, avec le lancement de l'Hydromet puis de la Nile Basin Initiative.

DES ORGANISMES AU POUVOIR LIMITE

Il faut souligner que le pouvoir de ces organismes reste limité face à la subsidiarité des Etats Membres. Les prises de décisions intervenant à la suite de démarches de planification communes aux Etats Membres demeurent souvent à l'échelle nationale et ne sont pas uniquement guidées par les éclairages techniques allant dans le sens de la gestion intégrée de la ressource. Ces décisions, dans lesquelles pèse la subsidiarité, sont en effet également le résultat de jeux de pouvoirs et de mécanismes géopolitiques.

Il est intéressant de voir que nombre de pays ayant le plus développé la mobilisation des ressources en Afrique se trouvent à l'aval des grands fleuves (Égypte, RDC, Nigéria). Le développement des pays amont (risquant d'impacter les ressources des ouvrages de l'aval) pose ainsi la question de l'équité dans le partage des ressources. Les pays aval sont désormais plus vulnérables.

La construction du barrage de Taoussa sur le fleuve Niger ne suit pas les recommandations techniques de planification

Le Programme d'Actions pour le Développement Durable du bassin du fleuve Niger avait proposé un échéancier pour la construction de grandes infrastructures souhaitées par les pays. L'Autorité du Bassin du Niger a préconisé la construction d'un barrage d'abord à l'amont (Fomi en Guinée), puis éventuellement ensuite à l'aval (avec par ordre de priorité Kandadji au Niger puis Taoussa au Mali), afin de développer progressivement l'irrigation (BRLi, 2007a). A l'heure actuelle, un barrage à l'amont suffirait pour la régulation et le développement de l'ensemble des usages.

En pratique, Fomi sera probablement le dernier barrage construit. Le barrage de Kandadji est en cours de construction et le barrage de Taoussa sera probablement construit bientôt (condition de l'accord entre les rebelles touaregs et le gouvernement malien dans les années 1990 (Raison, Magrin, 2009)).

1.4 LE BILAN DES OUVRAGES EXISTANTS ET LA PERSPECTIVE DE NOUVEAUX GRANDS AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES SONT CONTROVERSÉS

Au vu des forts impacts environnementaux et sociaux qu'ont eus beaucoup de grands barrages, générant finalement des services moins importants que prévus, les financements pour ce type d'aménagement ont tari dans les années 1990, mais on observe de nouveau des opportunités financières pour les grands aménagements, sous conditions.

1.4.1 Retour sur les politiques de grande hydraulique

DE FORTS IMPACTS MAL ANTICIPÉS ET UNE SOUS-UTILISATION DES ÉQUIPEMENTS

Les grands ouvrages hydraulique construits ont participé au développement de la production énergétique, ont sécurisé des apports en eau et ainsi parfois participé à la sécurité alimentaire. **Mais en règle générale, les développements agricoles n'ont pas atteint les productions escomptées, soit par manque de développement d'infrastructures associées à l'ouvrage de mobilisation de la ressource, soit parce que les infrastructures d'irrigation (parfois dégradées) ont été sous-utilisées.** En effet, le transfert brutal de responsabilités des sociétés d'Etat aux producteurs est à l'origine d'un manque d'expérience des irrigants en matière d'organisation, de distribution de l'eau, d'entretien des infrastructures, d'approvisionnement en matériels et intrants et de commercialisation. Le cercle vicieux du sous-investissement dans l'entretien et la maintenance (Cf. §2.10) a abouti à une dégradation de nombreuses infrastructures qui n'assurent plus correctement la distribution de l'eau. La dégradation du service, conjuguée au défaut récurrent de crédit agricole, à des parcelles trop petites, et à des prix agricoles trop bas, est à l'origine d'une faible rentabilité économique. Les faibles taxes à l'importation en UEMOA et la surévaluation du franc CFA (indexé sur l'Euro) rendent en effet la production rizicole locale moins compétitive. Plus généralement, les problèmes liés aux faibles performances de l'irrigation sont aussi à relier à l'insuffisance de structuration des filières (approvisionnements en intrants, transport, stockage, commercialisation ...).

Par ailleurs, **les politiques de grande hydraulique ont généré de forts impacts sociaux et environnementaux**, soit parce que les études d'impact préalables n'avaient pas été suffisantes, soit parce que les mesures adoptées pour réduire ces impacts n'ont pas été à la hauteur des enjeux. On peut notamment citer les impacts sociaux suivants : les déplacements de populations et les mauvaises conditions de logement, une prise en compte préalable des usages traditionnels de l'eau et des sols insuffisante à l'origine de perte de revenus ou de conflits, de maladies hydriques...

Les impacts environnementaux générés décrits plus haut ont diminué les services rendus aux populations, engendrant par là des pertes de revenus ou une entrée dans un cercle vicieux de surexploitation des espaces naturels restants.

Les barrages sur le fleuve Sénégal : un bilan mitigé

Les aménagements du fleuve Sénégal ont initialement été conçus pour un triple but : la production énergétique, l'agriculture irriguée et la navigation. Deux barrages ont été construits sur le fleuve Sénégal en 1986 et 1987 : le barrage de Diama, permettant de supprimer les remontées de sel dans le fleuve pendant les basses eaux à l'aval du fleuve, et plus en amont, le barrage de Manantali de régulation des débits. Le développement de la navigation a rapidement été mis de côté car très onéreux. L'équipement du barrage en turbines bien que tardif (2000), a permis une production d'hydroélectricité à la hauteur des prévisions, mais les sociétés de gestion ont un fonctionnement financier précaire (KfW, BEI, AFD, 2009).

En revanche, le bilan agricole est très mitigé : si d'importantes surfaces ont été aménagées pour l'irrigation (+80 000 ha au Sénégal, +47 000 ha en Mauritanie), en revanche, certains périmètres sont détériorés (seulement 70% des périmètres irrigués sont utilisables au Sénégal) et les aménagements sont sous-utilisés (seule la moitié est mise en culture en Mauritanie). Il était initialement prévu une intensité culturale de 150 à 200%, c'est-à-dire au moins 1 à 2 cultures par an, or aujourd'hui, l'intensité est inférieure à 100% au Sénégal et atteint même 50% en Mauritanie. Il est notamment regrettable que ces aménagements n'aient pas contribué à l'amélioration de l'autosuffisance alimentaire. Au Sénégal par exemple, l'autosuffisance en riz, la principale culture du pays, s'est détériorée. La demande de riz de 1 million de tonnes par an est couverte à hauteur de 20% par la vallée du fleuve Sénégal, tandis que l'évaluation préalable à la construction des barrages et des périmètres irrigués indiquait un taux de 23%. La production de riz n'a pas augmenté depuis 1990. Côté Mauritanien, l'autosuffisance en riz s'est améliorée, mais l'autosuffisance globale en céréales s'est détériorée (KfW, BEI, AFD, 2009).

Tableau 8 : Part des surfaces aménagées et cultivées depuis la construction du barrage de Manantali

Vallée du fleuve Sénégal	Mauritanie	Sénégal
Superficies aménageables	126 000 ha	240 000 ha
Superficies aménagées	45 000 ha	87 000 ha
Superficies cultivées	23 000 ha	50 à 60 000 ha
Intensité culturale	50%	<100%

Comme évoqué plus haut, le bilan social et environnemental est également médiocre, malgré les études préalables. Avant la construction du barrage de Manantali, 370 000 personnes vivaient de l'agriculture de décrue dans la vallée du fleuve Sénégal, en cultivant environ la moitié des 230 000 hectares inondés en moyenne. La crue permettait également la mise en eau de nombreux défluent et cuvettes fournissant des pâturages de décrue, des zones de reproduction pour les poissons, et aidant à la régénération du couvert arboré. Le recul de l'agriculture de décrue lié à la construction et à la gestion du barrage de Manantali – seuls environ 50 000 hectares sont inondés aujourd'hui – « s'est accompagné d'une perte d'autonomie et de savoir-faire agricole ». Seule une proportion minime des agriculteurs de décrue a été dédommagée par un accès à des terres irriguées, car elles se situent à 50% dans la basse vallée et le delta, où les cultivateurs de décrue sont les moins nombreux (KfW, BEI, AFD, 2009).

La construction du barrage de Diama a favorisé la prolifération du typha et des roseaux, plantes envahissantes qui entravent la circulation d'eau dans les canaux d'irrigation et favorisent le développement de la bilharziose. Avant la construction des barrages, 40% de la population riveraine était touchée, en 2006, il s'agissait de 90% (KfW, BEI, AFD, 2009).

Aujourd'hui, l'OMVS s'oriente vers une meilleure prise en compte des impacts sociaux et environnementaux. Une réflexion est en cours sur une évolution de la gestion du barrage pour mettre en place une crue artificielle, qui réduirait un peu la production d'électricité mais permettrait une meilleure prise en compte des contraintes environnementales et des usages traditionnels. Une participation des acteurs du bassin versant est également mise en place (BRLi, Eau Vive, en cours).

LA CONTROVERSE SUR LES GRANDS BARRAGES : ORIGINE ET ÉVOLUTION DU DÉBAT

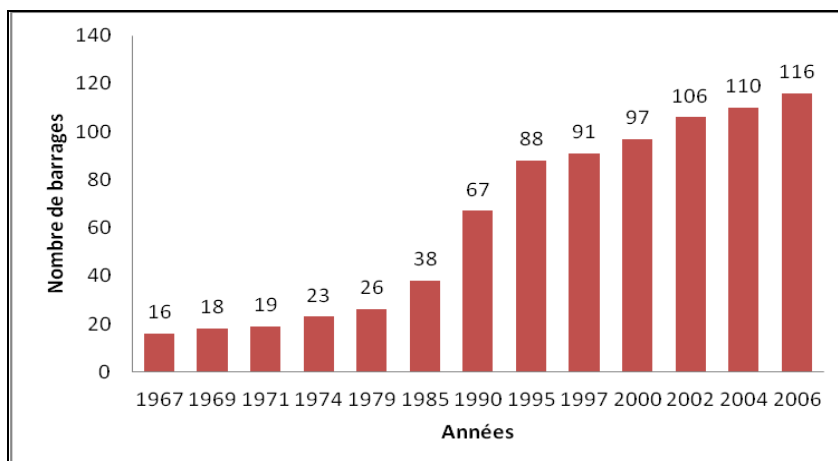
L'impact des barrages sur le fonctionnement des cours d'eau et des zones humides, ainsi que sur l'utilisation des ressources naturelles associées entraîne une réaffectation des avantages des riverains à de nouveaux groupes bénéficiaires, souvent au niveau régional ou national. Ainsi, le débat mondial sur les grands barrages ne se réduit pas à la question de leur conception, de leur construction et de leur fonctionnement : il correspond à une décision d'aménagement du territoire qui englobe une panoplie plus large de choix sociaux, environnementaux et politiques. Ce débat soulève donc des questions d'équité, de gouvernance, de justice et de pouvoir (Commission Mondiale des Barrages, 2000).

Les premières vagues de constructions de grands barrages (années 1930-1970) a engendré une opposition qui est allée en s'accroissant, alimentée par la prise de conscience des impacts sur les populations et les écosystèmes. D'abord concentrée sur les impacts locaux, la controverse s'est étendue à un débat global sur les coûts et les avantages des barrages, dont certains ont été qualifiés d'« éléphants blancs » en Afrique. Ces bilans très négatifs ont contribué à faire émerger un fort sentiment anti-barrages dans l'opinion publique internationale et chez les bailleurs de fonds pendant les deux décennies qui ont suivi. Les enjeux actuels de productions électrique et agricole remettent les projets de grande hydraulique à l'ordre du jour des agendas des bailleurs. Le rapport de 2000 de la Commission Mondiale des Barrages (CMD) créée en 1998 marque notamment un tournant dans la vision des grands barrages.

Ce rapport souligne d'abord la contribution indéniable des barrages au développement, en termes de production énergétique (non négligeable à l'ère du développement des énergies renouvelables) et agricole, d'approvisionnement en eau domestique et industrielle, de sécurité face aux sécheresses et de protection contre les crues. Mais il reconnaît le coût social et environnemental inacceptable, et souvent inutile, de nombre d'entre eux, ce dont les personnes déplacées, les communautés vivant en aval des barrages, les contribuables et l'environnement naturel ont fait les frais. Le manque d'équité dans la répartition des avantages liés aux barrages (notamment la satisfaction des besoins en eau et en énergie) interroge sur la valeur de ces barrages, lorsqu'on les compare avec des alternatives. L'ouverture d'un dialogue avec les populations dont les droits sont concernés et qui subiront les impacts et risques liés à l'infrastructure crée les conditions d'une mise en débat des intérêts divergents et d'une résolution collective des conflits. La CMD a basé ses analyses sur 5 valeurs fondamentales : équité, efficacité, participation dans la prise de décision, durabilité et responsabilité. Elle fournit également 7 recommandations pour un nouveau cadre de décision : obtenir l'accord du public, évaluer les options alternatives de manière exhaustive, mettre en débat la gestion des barrages existants, protéger les cours d'eau et écosystèmes ainsi que les moyens de subsistance associés, reconnaître les droits des personnes affectées et partager les avantages, respecter les normes internationales, développer une gouvernance internationale autour du partage de l'eau (Commission Mondiale des Barrages, 2000). Ces recommandations générales sont globalement partagées, mais le guide de bonnes pratiques qui l'accompagne est plus controversé (Banque mondiale, 2004).

La politique marocaine en termes de barrages a été très volontariste durant la seconde moitié du 20^e siècle : sous le règne du Roi Hassan II (1961-1999), l'objectif visé était celui de la construction d'un barrage par an. Ainsi entre 1970 et 2000, la capacité de stockage a été multipliée par 8, atteignant 17 milliards de m³ au début des années 2000. Sur les 50 dernières années, les investissements pour les barrages s'élèvent à 50 milliards de dirhams (Ministère marocain de l'Agriculture, 2010).

Figure 29 : Nombre de barrages mis en service au Maroc entre 1967 et 2006 (Source : Plan Maroc Vert-
Graphe BRLi)



Aujourd'hui, le Maroc est un pays très équipé en termes de barrages. Le rythme de construction des barrages ces dernières années s'est nettement ralenti, hormis dans le nord du pays, notamment dans les bassins du Gharb et du Loukkos, où il existe quelques barrages récents construits dans le cadre du Programme de Résorption du Décalage entre les barrages et l'aménagement hydro-agricole. En effet, dans les bassins secs du sud du pays (Oum-er-Rbia, Souss Massa), le potentiel d'aménagement hydro-agricole est déjà saturé. Dans ces régions, les projets actuels se tournent vers les économies d'eau par la mise en place du Plan National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI) visant à valoriser la ressource par l'installation de goutte-à-goutte, ou par la conception de projets de transferts d'eau du nord vers le sud (projet de transfert de 440 millions de m³ vers le bassin de l'Oum-er-Rbia pour l'alimentation en eau potable de Casablanca et l'irrigation).

Les barrages marocains font aujourd'hui face à des problèmes d'envasement, qui peut atteindre jusqu'à 10% du volume des barrages. Ce problème est très marqué sur le bassin de la Moulouya. Dans certains cas, l'envasement est pallié par la construction d'un nouveau barrage en amont, de sorte à ce que le barrage envasé passe en fonctionnement transparent.

Le Maroc a développé un important programme d'aménagement des bassins versants (PNABV) pour atténuer la problématique de l'envasement des barrages. Compte tenu de l'ampleur des besoins, des ressources mobilisables et des possibilités d'absorption, compatibles avec la nouvelle approche, le PNABV préconise un programme d'action minimal de traitement de 1 500 000 ha (75 000 ha/an) sur une période de 20 ans, au niveau des 22 bassins versants prioritaires, couvrant une superficie de près de 15 millions d'ha, avec un financement estimé à 150 millions de DH/an. Le classement des bassins prioritaires à l'amont des barrages est établi selon le coût de l'érosion.

1.4.2 Un front méditerranéen déjà fortement aménagé mais un grand potentiel dans le reste de l'Afrique et des programmes ambitieux

En Méditerranée, le développement est déjà largement important et le potentiel de nouveaux aménagements est réduit (Cf. ci-dessus les exemples du Maroc et d'Assouan en Egypte).

L'Afrique subsaharienne comporte par contre un très grand potentiel de sites, qu'il s'agisse de la production hydroélectrique ou de l'irrigation. Les bassins versants du Sénégal et du Niger laissent passer plus de 90% des écoulements (Barbier et al., 2009). Moins de 3% des 45 000 grands barrages mondiaux sont en Afrique (1300), et 60% des barrages africains sont situés entre l'Afrique du Sud et le Zimbabwe. Les terres irriguées en Afrique s'étendent sur un peu plus de 6 millions d'hectares, alors que 35 millions d'hectares sont considérés comme irrigables (Niasse et al., 2004). La part des ressources renouvelables utilisées pour l'irrigation est bien inférieure à 10% pour la plupart des pays d'Afrique subsaharienne, sauf en Afrique du Sud (22%), en Somalie (24%) et au Soudan (56%) (FAO Aquastat).

Il est possible qu'à l'avenir, la construction des barrages soit mue par des enjeux énergétiques (plus rentables et opérationnels à plus court terme) plus que par la production agricole.

La plupart des bailleurs de fonds européens et la Banque mondiale développent depuis un certain nombre d'années la conditionnalité des aides au développement en imposant des contraintes fortes en termes environnemental et social lors des projets d'aménagement. Toutefois, ces exigences sont souvent contournées par les Etats. En effet, tandis que la prise de conscience environnementale est en général forte dans les organismes de bassin, les gouvernements ne la respectent pas toujours. La plupart des projets sont aujourd'hui réalisés sous couvert de façades politiquement correctes (d'un point de vue environnemental, social, ou de gestion intégrée des ressources en eau), mais les considérations nationales et politiques plus pragmatiques prévalent souvent. Il est intéressant de souligner que les communautés rurales deviennent souvent les alliées des politiques de conservation des écosystèmes, car ceux-ci constituent leur source de revenus.

Dans le domaine de la biodiversité, l'expérience a montré des cas de contournements des conditions environnementales et la récupération de certains projets par des investisseurs moins regardants. Des programmes d'aménagement importants existent, dont une part croissante repose sur des investissements chinois et des fonds issus des pays du Golfe, et dont les exigences en termes d'impacts sociaux et environnementaux sont moins aiguës. Il apparaît primordial que les bailleurs demeurent vigilants sur ces questions.

1.4.3 La réhabilitation des périmètres existants doit tenir compte des erreurs passées

Une étude comparative sur 250 périmètres irrigués dans différents pays en développement montre que, parmi les 20 périmètres irrigués les plus coûteux par hectare, 15 sont africains, et la moitié sont situés en Afrique de l'Ouest (FAO Aquastat, 2005).

Les nouveaux projets de périmètres permis par la reprise des investissements de la Banque Mondiale ne sont pas forcément une réussite.

Il est souvent plus intéressant, financièrement et en termes socio-économiques, de réhabiliter les aménagements existants que d'en construire de nouveaux. Toutefois, cette réhabilitation doit analyser les échecs du passé afin d'en tirer des leçons, et de rectifier certains choix en conséquence.

1.5 UNE PRODUCTION AGRICOLE GLOBALEMENT SUFFISANTE N'ASSURE PAS NÉCESSAIREMENT LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

1.5.1 Les différents aspects et échelles de la sécurité alimentaire

TROIS NOTIONS À BIEN DISTINGUER : SÉCURITÉ ALIMENTAIRE, AUTOSUFFISANCE ALIMENTAIRE ET SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE

Selon la définition du Sommet mondial de l'alimentation organisé par la FAO à Rome en 1996, la **sécurité alimentaire** existe « lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, un accès physique et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active ».

La **sécurité alimentaire** peut être présentée selon quatre dimensions essentielles (FAO, 2008) :

- ▶ *La disponibilité physique des aliments.* Elle est déterminée par le niveau de production alimentaire, les niveaux de provisions, et le commerce net. De nombreuses études de prospective internationale l'utilisant comme indicateur pour se pencher sur la question de la sécurité alimentaire. Elle correspond à l'offre alimentaire : les scénarios prospectifs qui permettent de l'accroître consistent principalement à augmenter les rendements ou à augmenter les surfaces cultivées.
- ▶ *L'accès économique et physique des aliments.* De bonnes provisions alimentaires au niveau national ou international ne garantissent pas en soi la sécurité alimentaire des ménages. L'accès à la nourriture pose en effet la question de la répartition de la production agricole et de son acquisition (distribution, disponibilité, désenclavement, capacité à payer et prix de vente local). Les inquiétudes par rapport à l'accès insuffisant aux aliments ont mené à une concentration sérieuse des politiques sur le revenu, les dépenses, le marché et le prix des aliments pour atteindre les objectifs de sécurité alimentaire.
- ▶ *L'utilisation des aliments.* L'utilisation porte sur la façon dont le corps optimise les différents nutriments présents dans les aliments. De bonnes pratiques de soins et d'alimentation, de préparation des aliments, de diversité du régime alimentaire, et de distribution des aliments à l'intérieur du ménage ont pour résultat un apport adéquat d'énergie et de nutriments. Ceci s'ajoute à une bonne utilisation biologique des aliments consommés, et détermine l'état nutritionnel des individus. L'évolution des habitudes alimentaires, en particulier l'augmentation de la consommation de viande, sont à l'origine d'une augmentation de demande individuelle en biomasse alimentaire, ce qui influe sur la notion de sécurité alimentaire.
- ▶ *La stabilité des trois autres dimensions dans le temps.* Même si son apport alimentaire est adéquat à un instant donné, un individu est toujours considéré à risque de souffrir d'insécurité alimentaire si sur une base régulière, il a un accès inadéquat aux aliments, et risque une détérioration de son état nutritionnel. Les conditions climatiques défavorables (sécheresses, inondations), l'instabilité politique (troubles sociaux), ou les facteurs économiques (chômage, augmentation du prix des aliments) pourraient avoir un impact sur son état de sécurité alimentaire. Avec cette dimension, **l'importance du facteur eau** apparaît : la variabilité du climat et la sécurisation des rendements par l'irrigation influent sur la sécurité alimentaire des populations.

Plusieurs autres notions connexes, mais néanmoins à distinguer, existent.

L'**autosuffisance alimentaire** est la capacité à satisfaire tous les besoins alimentaires d'une population par la seule production nationale. Elle se révèle en pratique dangereuse pour un pays en raison de la vulnérabilité des productions agricoles face aux aléas climatiques. Par ailleurs, certains pays sont dans l'incapacité physique de parvenir à l'autosuffisance alimentaire. L'autosuffisance alimentaire est donc une notion moins vaste que celle de sécurité alimentaire, puisqu'elle n'inclut pas les capacités d'importation d'un pays. D'autre part, elle comporte, au-delà de la satisfaction des besoins alimentaires des populations, un objectif d'indépendance politique. Aucun Etat ne se trouve aujourd'hui dans cette situation. En revanche, un pays peut approcher la situation d'autosuffisance alimentaire en assurant un taux de couverture national fort pour les produits de base, le reste étant assuré par les revenus d'exportation.

La **souveraineté alimentaire** est un concept développé et présenté pour la première fois par le mouvement paysan « Via Campesina » lors du Sommet de l'alimentation de 1996. Elle est définie comme « un droit des populations, de leurs Etats ou Unions à définir leur politique agricole et alimentaire, sans dumping vis-à-vis des pays tiers » (CSAO/SWAC, 2007). Selon cette définition, l'Etat dispose de la maîtrise des choix essentiels concernant les modes de production, de transformation et de commercialisation des produits alimentaires qu'il destine à sa population. Cette notion met l'accent sur les conditions sociales et environnementales de production des aliments.

Pour chaque pays, la situation alimentaire résulte d'une combinaison de facteurs qui nécessitent d'être pris en compte dans leur globalité pour en assurer une bonne articulation.

LE PARADOXE DE LA FAIM DES PAYSANS

En Afrique, des millions de personnes ne peuvent pas satisfaire leurs besoins alimentaires de base. Selon la définition de la sous-alimentation par la FAO (personnes sous-alimentées : « personnes dont l'apport énergétique alimentaire est en permanence inférieur au besoin énergétique alimentaire minimal pour mener une vie saine »), **239 millions des 925 millions d'humains sous-alimentés vivent en Afrique subsaharienne, soit 27% de la population de cette région** (FAO). Ces personnes vivent généralement dans des "zones de la faim", souvent dans un environnement fragile, et beaucoup d'entre elles doivent faire face à de fortes concentrations de population et à une dégradation des écosystèmes et de leurs services (FAO, 2009).

Un constat d'autant plus alarmant que selon les chiffres de la FAO, **plus des trois-quarts des humains insuffisamment alimentés sont des ruraux, dont une majorité de paysans et d'ouvriers agricoles**. Malgré l'évolution des sociétés et l'importance de l'exode rural (plus de 50 millions de personnes par an convergent vers les villes), le nombre de pauvres et sous-alimentés des campagnes ne diminue pas. Cela signifie qu'un nombre à peu près équivalent de nouveaux pauvres sous-alimentés apparaît chaque année dans les campagnes du monde (Mazoyer, 2006). En 2050, les populations rurales continueront probablement à être les plus touchées par la pauvreté et la faim (FAO, 2009).

La question de la faim des paysans est une question économique qui a notamment été développée par l'économiste indien Amartya Sen dans son ouvrage « *Poverty and Famines: an Essay on Entitlement and Deprivation* » (1981). Il y démontre que les famines ne sont pas uniquement imputables au manque de nourriture, mais aussi à des facteurs sociaux et économiques tels que la baisse des salaires, le chômage, la hausse des prix de la nourriture, etc. qui conduisent à des situations dans lesquelles certaines catégories de la société n'ont pas la capacité économique à acheter leur nourriture. Les populations qui sont hors des économies monétarisées se retrouvent également dans cette situation.

D'autres types de contraintes peuvent limiter de surcroît l'accès individuel des populations aux denrées alimentaires, en particulier l'enclavement de certaines poches de pauvreté (mauvais état ou inexistence des réseaux de transport, immobilisation des marchandises aux postes de contrôle), qui rend la disponibilité des denrées alimentaires très aléatoire.

LES PRODUCTIONS ANIMALES, ENTRE DIVERSIFICATION ALIMENTAIRE ET ASSURANCE EN NATURE

La sécurité alimentaire ne concerne pas uniquement la production des céréales de base. En Afrique, les productions animales (élevage et pêche) peuvent contribuer à améliorer la sécurité alimentaire de diverses manières. En effet, elles permettent de fournir des apports nutritionnels élevés sous forme de viande, poisson, produits laitiers, œufs. Dans le cas de la viande, les animaux sont une forme d'assurance en nature car ils peuvent être abattus en période de pénurie de nourriture. De plus, les productions animales constituent des sources supplémentaires de revenus par la vente des produits et sous-produits animaux (peaux, cuir etc.). Enfin, l'intégration de l'élevage et de l'agriculture permet d'augmenter les rendements grâce à la fertilisation organique tout en fournissant aux animaux de la nourriture à partir des sous-produits de l'agriculture (tourteaux etc.), de sécuriser l'activité agricole en la répartissant sur deux productions, et d'exploiter les animaux pour la traction attelée.

On estime qu'en Afrique subsaharienne, 200 millions de personnes élèvent du bétail, et que la moitié des 300 millions de personnes vivant avec moins de 1\$ par jour dépendent des activités liées à l'élevage pour vivre, notamment en zones urbaines ou périurbaines (Jones, Tambi).

A titre d'exemple, la moitié des ressources en eau du bassin du Nil est in fine, directement ou indirectement, destinée aux systèmes d'élevage. Dans le bassin du Niger, la pêche en eau douce permet à environ 900 000 personnes de vivre (CGIAR, 2011).

Le potentiel lié aux productions animales pour améliorer la sécurité alimentaire et réduire la pauvreté en Afrique subsaharienne est colossal. Toutefois, ce potentiel est aujourd'hui très largement sous-exploité en raison de freins de diverses natures. Selon les moyennes annuelles fournies par la FAO, l'Afrique produit 11,9 millions de tonnes de viande et 31 millions de tonnes équivalent lait de produits laitiers par an, mais en consomme respectivement 12,8 et 36,4 millions de tonnes par an. Ce déficit traduit un marché de consommation en grande partie insatisfait pour la viande et les produits laitiers (Jones, Tambi).

En effet, l'accroissement de la productivité de l'élevage en Afrique subsaharienne fait face à des obstacles de nature technique mais aussi socio-culturelle. Ainsi, la préservation du cheptel, qui constitue pour les éleveurs un patrimoine et un capital en nature, demeure une tradition forte. Au Sahel, il n'est pas rare de croiser des éleveurs peuls avec des troupeaux de plusieurs centaines voire milliers de têtes. De ce fait, les races sont sélectionnées pour leur robustesse et leur adaptation aux conditions locales, plutôt que pour leur productivité. Par ailleurs, les conditions sanitaires en Afrique subsaharienne limitent les possibilités de transport et de conservation des produits laitiers, et favorisent certaines maladies notamment sur les volailles. A cela s'ajoutent les préférences des consommateurs pour les viandes importées et les faibles coûts de celles-ci lorsqu'elles proviennent de pays où l'élevage est subventionné.

En ce qui concerne les revenus liés à la pêche, ils sont dépendants des stocks de poisson et nécessitent d'être intégrés dans des systèmes de gestion de la surpêche et de préservation des écosystèmes aquatiques.

Le potentiel lié aux productions animales en Afrique subsaharienne est donc considérable mais son exploitation nécessite la levée de différents freins et son intégration dans un système à l'échelle mondiale permettant son développement.

LA SÉCURISATION ALIMENTAIRE S'APPRÉHENDE A DIFFÉRENTES ÉCHELLES D'ANALYSE ET DE PLANIFICATION

La sécurité alimentaire est souvent planifiée à l'échelle d'un pays. Or, elle peut s'envisager à plusieurs échelles : l'exploitation agricole, l'Etat, la sous-région. Chaque niveau d'analyse présente sa pertinence.

Une orientation vers l'autoproduction des exploitations agricoles est pertinente dans des zones très enclavées où les agriculteurs vivent en autarcie, mais l'objectif d'autosuffisance à l'échelle de l'exploitation n'est pas satisfaisant. En effet, les productions sont très soumises aux aléas divers (climat, invasions acridiennes, prix de l'énergie...), et les zones qui vivent en autarcie sont durement touchées par les crises alimentaires.

Lors de ces crises, la planification nationale ou sous-régionale prend pleinement son sens, permettant des échanges entre zones excédentaires et zones déficitaires. Le niveau sous-régional est intéressant, mais pas nécessairement suffisamment envisagé. La question de la production alimentaire est en partie liée à celle du partage des ressources en eau, avec comme échelle d'analyse le bassin versant, et doit être intégrée avec d'autres usages de l'eau.

LE GASPILLAGE ET LES PERTES PERTURBENT LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

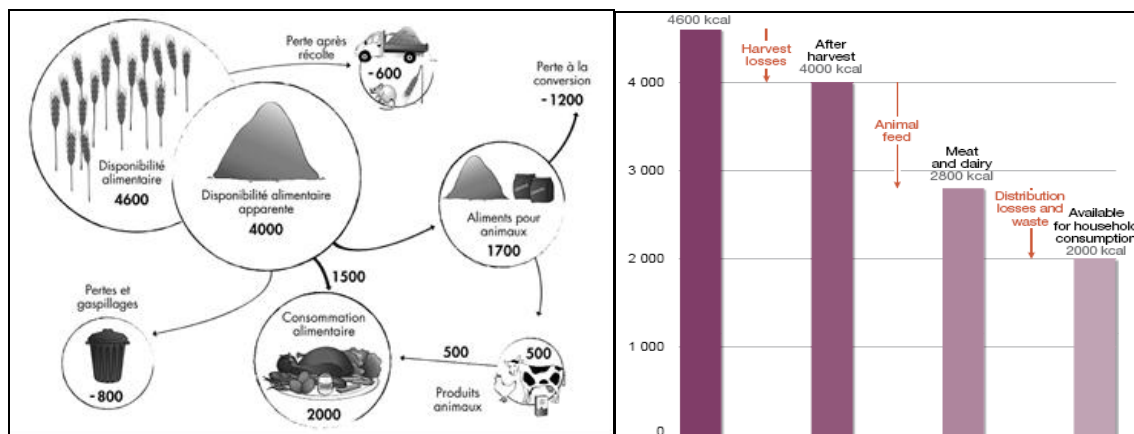
Les pertes et le gaspillage de produits agricoles sont des facteurs d'insécurité alimentaire importants.

Dans les pays développés, les gaspillages ont majoritairement lieu dans les circuits de transformation et au moment de la consommation. Aux Etats-Unis en 2003, 1400 calories par jour et par personne sont jetées et gaspillées (le chiffre était de 900 en 1974) (Guillou M., Matheron G, 2011).

En Afrique, les principales pertes ont lieu au champ **sous l'effet des parasites ou lors du stockage et de la conservation des produits agricoles**. On estime aujourd'hui que sur 4600 kcal produits, en moyenne 600 kcal sont perdues au champ à cause des parasites (Guillou M., Matheron G, 2011). Ainsi, après une période de stockage de 9 mois, les pertes cumulées s'élèvent à 20% pour le maïs, 12% pour le sorgho, 15% pour le riz, 45% pour le manioc (dans les systèmes traditionnels), 50% pour l'igname, 30 à 60% pour la papaye (Guillou M., Matheron G, 2011).

À l'échelle mondiale, sur les 4 600 kilocalories théoriquement disponibles par jour et par personne, seules 2 000 sont effectivement utilisées (Guillou M., Matheron G, 2011). Le rapport Beddington de la Commission européenne sur la sécurité alimentaire (Beddington J et al, 2011) estime que chaque année dans le monde 1,3 milliard de tonnes de nourriture produite pour la consommation humaine est perdue ou gaspillée (Gustavsson et al., 2011).

Figure 30 : Ordre de grande des pertes et gaspillages des produits agricoles (Source : M. Guillou)



1.5.2 De multiples verrous empêchent la régulation et l'amplification de la production agricole locale

Au-delà des disponibilités en terres arables et en ressources en eau, la production agricole peut également être limitée par divers obstacles, d'ordre technique, économique...

LA DÉGRADATION DES SOLS

La dégradation des sols et la gestion de la fertilité constituent un enjeu émergent en Afrique. Le phénomène de dégradation des sols, en particulier en bordure sahélienne, prend de l'ampleur. La moitié des terres arables en Afrique se trouve dans des zones à climat aride ou semi-aride (Elasha et al., 2006). 30% des surfaces agricoles et 60% des pâturages sont affectées par la dégradation des sols, diminuant la productivité, et participant à une insécurité alimentaire chronique (Elasha et al., 2006).

L'ACCÈS À LA TERRE

En Afrique, la production agricole est également limitée du fait de l'**insécurité foncière**. En effet, la plupart de terres ne sont pas régies par un système de registre foncier. Dans certains pays, comme au Mali, le droit coutumier foncier subsiste sous certaines conditions, mais il n'existe pas de titres fonciers. C'est pourquoi les investissements agricoles de moyen ou long terme (amélioration des sols, techniques de rétention des eaux ou de restauration des sols, plantation d'arbres qui maintiennent le couvert végétal et décompactent les sols, etc.) sont difficiles à mettre en œuvre, puisqu'ils nécessitent que l'agriculteur soit propriétaire ou usufruitier légal et à long terme. En l'absence de mesure de protection du droit foncier, ces investissements à la parcelle sont vulnérables face aux vaines pâtures en saison sèche, aux feux de brousse, ou encore aux investisseurs désireux d'installer des cultures commerciales sur des surfaces importantes.

L'ACCÈS À L'OUTILLAGE

L'accès à la terre est également conditionné par l'outillage. En effet, si un agriculteur dispose uniquement d'une traction manuelle, il ne pourra cultiver qu'un hectare de terre au maximum. Or, l'agriculture mécanisée représente aujourd'hui que 1 à 2% de l'agriculture africaine (Mazoyer, Roudart, 1997). Le manque d'outillage est lui-même conditionné par le capital d'exploitation et l'accès au crédit.

L'ACCÈS AU CRÉDIT

Sur le plan financier, les agriculteurs africains font également face à des difficultés d'**accès au crédit**. En effet, celui-ci constitue la base du développement rural, puisque les activités agricoles nécessitent des investissements, (par exemple pour acquérir une traction attelée, qui permet l'accroissement de la productivité à l'hectare). Des solutions émergentes semblent apparaître pour pallier cet obstacle, telles que les prêts à taux bonifiés.

D'autre part, on a vu apparaître des « titres climat pour la réduction du risque des agriculteurs », garantie à base d'unités d'assurance mensuelles, développée en Ethiopie par l'IFPRI et la société d'assurances éthiopienne Nyala Insurance S.C. (Benabed, 2010).

L'ACCÈS AUX INTRANTS

La régularité de l'**approvisionnement en énergie et en intrants** est un des facteurs nécessaires à l'accroissement de la production agricole dans certains cas, notamment dans le cadre des productions intensives en zones irriguées. Cependant, leurs coûts peuvent subir d'importantes fluctuations. Les variations du prix de l'énergie rendent les charges de fonctionnement variables pour les agriculteurs, ce qui peut entraîner des déstabilisations des équilibres financiers des exploitations, et une diminution de leur compétitivité.

Au Mali, le coton est souvent acheté aux producteurs par les coopératives à des prix inférieurs au coût des intrants, ce qui crée des situations d'endettement des paysans.

Par ailleurs, en aval des étapes de production, les agriculteurs rencontrent des problèmes liés à l'**enclavement** de certaines zones de production, mal desservies par les voies de communication menant aux zones de commercialisation, et à des **difficultés de stockage** des récoltes, souvent victimes des parasites.

Les limites à l'accroissement de la production agricole en Afrique sont nombreuses et d'ordre divers, en particulier pour les petites exploitations familiales (problèmes d'accès aux outils, aux intrants). La force productive se retrouve en conséquence bloquée, et l'exode rural se poursuit puisque l'agriculture ne fournit plus assez d'emplois pour occuper les populations. Ainsi, la production agricole plafonne, et pas uniquement en raison de la disponibilité en terres et en eau.

La capacité des petits paysans, disposant d'un capital très faible, à maintenir et développer leur activité irriguée dans un contexte favorable en termes de marchés, mais de plus en plus concurrentiel et risqué, dépendra en grande partie des politiques agricoles, énergétiques et foncières que mettront en œuvre leurs gouvernements, mais aussi des moyens financiers que les grandes institutions internationales (gouvernementales et non gouvernementales) pourront mobiliser pour permettre à ces politiques de rester orientées, au moins en partie, vers les petits paysans et les différentes formes d'agriculture et d'irrigation qu'ils pratiquent.

1.5.3 La libéralisation des échanges de produits agricoles fragilise certains producteurs et les expose à une insécurité alimentaire

L'ABSENCE DE PROTECTION DOUANIÈRE EXPOSE LES PRODUCTEURS À UNE CONCURRENCE MONDIALE

L'un des principes qui sous-tend le système de l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) est d'amener les pays à réduire leurs obstacles au commerce et à libéraliser les échanges. Les parts circulantes des productions nationales, qui sont conséquentes dans le cas de denrées très échangées tels que le blé, le riz, le maïs, sont ainsi en concurrence directe sur les marchés mondiaux, qui sont des marchés résiduels de compensation des excédents et des déficits nationaux. Or, certaines productions bénéficient de soutiens publics sur les prix intérieurs : c'est le cas du riz en Thaïlande, qui en est le premier exportateur mondial (Sarr, 2005).

Au Sénégal, le riz est en train de devenir la première denrée de nécessité, avec une consommation de plus de 70kg/habitant/an, soit un des niveaux de consommation les plus élevés de la planète. Cependant, la production sénégalaise (assurée par la vallée du fleuve Sénégal et quelques zones plus réduites) ne représente que 22% des besoins nationaux, contraignant le pays à être un des plus gros importateurs de riz, notamment thaïlandais. La production de celui-ci étant subventionnée, il parvient sur le marché sénégalais à des prix inférieurs à ceux du riz sénégalais. La marge bénéficiaire des commerçants étant plus importante sur la vente du riz importé, il en résulte des difficultés d'écoulement de leur riz pour les producteurs sénégalais (Sarr, 2005).

En effet, ceux-ci sont grevés par des coûts de production trop importants : en 2008, l'évaluation ex-post du barrage de Manantali sur le fleuve Sénégal a montré que le prix de référence du riz importé dans la région sénégalaise couverte par le projet est d'environ 31000 FCFA/t, alors que les coûts locaux de production sont estimés à 65000 FCFA/t. Ceci engendre un cercle vicieux de sous-utilisation des périmètres irrigués et de non-paiement des redevances pour l'eau d'irrigation (KfW, BEI, AFD, 2009).

CES PRODUCTEURS SONT VULNÉRABLES FACE AUX FLUCTUATIONS DES COURS DES MARCHANDISES AGRICOLES

Le libre-échange entraîne également d'importantes variations des cours des produits agricoles. Au niveau global, l'augmentation de la production et l'intensification des cultures notamment dans des régions où la main d'œuvre est peu payée (en Amérique du Sud par exemple, ainsi que les subventions à l'agriculture de certains pays, ont fait chuter les cours mondiaux des céréales (riz, blé, maïs) d'un facteur 2 ou plus au cours des vingt dernières années (Borron, Hajri, Labbouz, 2008).

Au niveau local, l'enclavement et le manque de fluidité d'une grande partie des marchés africains rend les prix agricoles annuels déconnectés des cours mondiaux. L'instabilité des prix agricoles liée à la spéculation entraîne nombre d'agriculteurs dans une spirale d'endettement.

Les contraintes économiques pesant sur les producteurs déclenchent un cercle vicieux de dégradation des périmètres irrigués du fait de l'absence de recouvrement des coûts d'exploitation et de maintenance.

1.6 AGRICULTURE ET EAU EN AFRIQUE À L'HORIZON 2030 : DES VISIONS CONTRASTÉES, ENTRE AGRICULTURE INTENSIVE ET RÉVOLUTION DOUBLEMENT VERTE

1.6.1 Il existe une grande diversité de travaux prospectifs dans le domaine de l'agriculture

Le défi alimentaire que la planète va devoir relever pour nourrir sa population croissante tout en préservant ses écosystèmes soulève de nombreuses interrogations quant aux trajectoires des systèmes agricoles dans le siècle en cours. De nombreux travaux prospectifs se penchent sur la question et élaborent des scénarios concernant les futurs possibles, et les futurs souhaitables de l'agriculture mondiale.

Il existe différentes méthodes pour la quantification des surfaces agricoles dans les travaux de prospective. Certains de ces travaux considèrent les surfaces cultivées comme la résultante de l'équilibre entre la demande et l'offre alimentaire, cette dernière dépendant elle-même des rendements agricoles, des surfaces irriguées, de l'efficacité de l'irrigation, de l'intensité culturale, de la dégradation des sols etc. Cette approche est appliquée en particulier dans le modèle IMPACT, utilisé pour la construction des scénarios des travaux de l'IFPRI (International Food Policy Research Institute), et ceux du MEA (Millennium Ecosystem Assessment). A l'inverse, dans d'autres travaux, l'évolution des surfaces cultivées est envisagée selon différents scénarios à partir du potentiel de surfaces cultivables. C'est l'approche adoptée notamment dans les travaux prospectifs de la FAO et dans le scénario de « Révolution doublement verte » de Michel Griffon (Paillard, Treyer, Dorin, 2010).

Plusieurs grands travaux de prospective concernant la production agricole et la sécurité alimentaire sont présentés ici : les hypothèses et les limites sont brièvement rappelées, et les résultats quantifiés pour l'Afrique subsaharienne et l'Afrique du Nord sont détaillés. Une attention particulière est portée à la prise en compte de la question de l'eau. Etant donné la multitude et la diversité des études existantes, la liste de celles présentées ici n'est pas exhaustive. Elle concerne principalement celles des institutions spécialistes de ce type d'exercice (FAO, IFPRI), et celles traitant spécifiquement de la production agricole. Une grande partie des scénarios prospectifs recensés dans la littérature sont établis à l'horizon 2050. Les quantifications concernant cet horizon détaillées ici ont été reprises de la synthèse comparative contenue dans l'ouvrage Agrimonde. Quelques scénarios concernant l'horizon 2020/2030 sont également présentés.

WORLD AGRICULTURE TOWARDS 2015/2030 (FAO)

Cette étude de la FAO publiée en 2003 (Bruinsma, 2003) est un exercice d'anticipation qui analyse le scénario correspondant au futur le plus probable en intégrant les ruptures de tendance. L'analyse est ciblée sur la satisfaction des besoins alimentaires globaux à l'horizon 2030 et sur l'impact sur les ressources naturelles. L'étude porte sur 140 pays et est particulièrement approfondie pour la question de l'eau sur 93 pays en développement.

Pour ces pays, l'expansion des surfaces irriguées est estimée à partir du potentiel irrigable, des besoins d'augmentation de la production agricole et des plans d'expansion connus. Des hypothèses sont posées quant à l'efficacité future des systèmes d'irrigation. Le ratio prélèvements/ressources à l'horizon 2030 est ensuite estimé.

WORLD WATER AND FOOD TO 2025: DEALING WITH SCARCITY (IFPRI)

Ce travail de l'IFPRI (2002) examine spécifiquement le lien entre disponibilité de l'eau et production agricole, en intégrant des variations sur le prix de l'eau et les investissements dans ce secteur. L'analyse est déclinée selon trois scénarios principaux : un scénario tendanciel (BAU, business as usual), un scénario de crise (CRI, water crisis) et un scénario de durabilité (SUS, sustainable water use). Les hypothèses sont quantifiées à l'aide du modèle IMPACT water. Les résultats de cette étude sont synthétisés et illustrés dans le rapport « Global water outlook to 2025: averting an impending crisis » (IFPRI-IWMI, 2004).

GLOBAL FOOD PROJECTIONS TO 2020 (IFPRI)

Cette étude explore les effets de la politique, de la technologie et des modifications de styles de vie sur l'alimentation et la pauvreté dans les pays. A l'aide du modèle IMPACT, les projections concernant l'offre, la demande, le commerce, et les prix à long terme ainsi que des indicateurs de sécurité alimentaire tels que la malnutrition des enfants sont effectuées à l'horizon 2020. En ce qui concerne la question de l'eau, les analyses sont principalement descriptives.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA)

Cette expertise collective internationale, a été conduite de 2001 à 2005, suite à la demande du Secrétaire général des Nations Unies, Kofi Annan. Plus de 1360 experts du monde entier ont contribué à cette évaluation des fonctions des écosystèmes sur le bien-être humain (eau potable, nourriture, produits forestiers, protection contre les crues, ressources naturelles), des conséquences de leurs changements et des possibilités de restaurer, conserver ou améliorer l'utilisation durable des écosystèmes. Le MEA propose quatre scénarios prospectifs à l'horizon 2050 dans lesquels l'expansion des surfaces cultivées est une des composantes de l'équation qui vise à équilibrer la production alimentaire avec la demande. Les quatre scénarios diffèrent selon leur gestion des écosystèmes :

- ▶ Global Orchestration : gestion réactive des écosystèmes dans un monde globalisé dominé par le commerce international et la libéralisation économique,
- ▶ Order from Strength : gestion réactive des écosystèmes dans un monde fragmenté en marchés régionaux en proie à des difficultés économiques,
- ▶ Adapting Mosaic : gestion proactive des écosystèmes dans un monde régionalisé, économiquement et politiquement articulé autour de la question de l'eau,
- ▶ Techno Garden : gestion proactive des écosystèmes dans un monde globalisé reposant sur des technologies environnementales et faisant un usage élevé de l'ingénierie environnementale.

Les hypothèses concernant les surfaces varient donc selon que le niveau de population est bas et le niveau d'intensification agricole haut (scénario Global Orchestration), que la demande en produits carnés est réduite (Techno Garden et Adapting Mosaic), ou que la pression démographique est élevée et les rendements bas (Order from Strength).

AGRIMONDE (INRA-CIRAD)

Cette prospective conjointe menée entre 2006 et 2009 par l'INRA et le Cirad explore les futurs possibles des agricultures et des alimentations du monde à l'horizon 2050. En s'appuyant sur les résultats du MEA (Millennium Ecosystem Assessment) et de l'IAASTD (International Agriculture Assessment of Science and Technologies for Development), Agrimonde examine deux scénarios :

- ▶ Global Orchestration (GO), scénario tendanciel issu du MEA, correspondant à la prolongation des évolutions historiques de production et de consommation de biomasse alimentaire dans un monde libéralisé où les problèmes environnementaux sont gérés de façon réactive,

- Agrimonde 1, scénario de rupture, visant la durabilité des systèmes agricoles et agroalimentaires, en jouant à la fois sur l'offre et la demande, avec une gestion proactive des écosystèmes.

Dans Agrimonde, la question de l'eau n'est prise en compte que qualitativement : l'eau n'est pas considérée comme un facteur limitant de la production agricole dans la plupart des régions.

RÉVOLUTION DOUBLEMENT VERTE (MICHEL GRIFFON)

Ce scénario, élaboré par Michel Griffon dans son ouvrage « Nourrir la planète » (2006), propose une approche totalement différente du futur des systèmes agricoles. Partant du constat que dans certaines régions les systèmes agricoles issus de la Révolution verte ont atteint des plafonds en termes de rendements, et que celle-ci n'a pas permis de réduire la pauvreté dans le monde paysan, il propose un changement de paradigme agricole. Il envisage une « révolution doublement verte », qui consiste à accroître les rendements agricoles en utilisant les fonctionnalités naturelles des écosystèmes en exploitant au maximum leurs capacités propres, puis éventuellement d'utiliser des apports externes complémentaires, mais pas comme un « forçage » comme lors de la Révolution verte. Ainsi, dans le cas de l'eau, une intensification locale du cycle de l'eau pluviale sera recherchée avant de proposer l'irrigation (Griffon, 2004).

AUTRES TRAVAUX

Il existe une multitude d'autres travaux prospectifs, qui n'ont pas pu être intégrés à la comparaison quantitative pour diverses raisons, notamment lorsqu'il n'y a pas correspondance entre les paramètres quantifiés.

Citons ici pour mémoire les « GEO 3 scenarios 2002-2032 » de l'UNEP, qui se basent sur les paramètres économiques pour établir quatre scénarios : « marché d'abord », « politiques d'abord », « sécurité d'abord », « durabilité d'abord ». Selon les quatre scénarios, les prélèvements en eau vont fortement augmenter à l'horizon 2030, notamment en Afrique subsaharienne, mais à des vitesses différentes selon les hypothèses en termes de transferts technologiques, politiques d'économies d'eau et structuration du secteur de l'irrigation.

Quant à l'ouvrage « Une voie étroite pour la sécurité alimentaire d'ici à 2050 » (1999) de Philippe Collomb, il met l'accent sur l'importance des investissements technologiques et des acquisitions de savoir-faire. Selon lui, sans recours à des technologies avancées, la Mauritanie, la Namibie, le Niger, le Sénégal, l'Ouganda et le Nigéria, qui manquent de terres, ne pourront acquérir la sécurité alimentaire. De même, sans importations massives, le Rwanda, le Burundi, l'Algérie, l'Égypte, le Lesotho, la Libye, le Maroc, la Somalie, le Kenya et la Tunisie ne pourront nourrir leurs populations (Collomb, 1999).

Enfin, d'autres travaux prospectifs concernent l'échelle régionale. Citons pour l'Afrique du Nord les travaux du Plan Bleu, et pour l'Afrique subsaharienne de nombreuses études, notamment en Afrique de l'Ouest : « Scénarios de développement des usages de l'eau dans la région de la CEDEAO à 2050 » (IDDRI), « L'eau pour le 21^e siècle : de la vision à l'action pour l'Afrique de l'Ouest » (GWP/WAWP), « African vision 2025 : Equitable and Sustainable Use of Water Socioeconomic Development » (Economic Commission for Africa), etc.

1.6.2 La comparaison des différents scénarios prospectifs révèle certaines tendances concernant l'avenir de l'eau et de l'agriculture en Afrique

Certains des travaux prospectifs étudiés utilisent des modèles pour quantifier les paramètres influant sur l'offre et la demande alimentaire. En particulier, les surfaces cultivées et les surfaces irriguées sont le plus souvent quantifiées : la mise en regard de leurs valeurs selon les différents scénarios permet d'observer certaines tendances concernant les futurs de l'agriculture et de l'irrigation en Afrique du Nord et en Afrique subsaharienne.

Le tableau et les graphiques ci-dessous présentent, pour chacune des deux zones géographiques, la comparaison entre les valeurs de surfaces cultivées et irriguées :

- ▶ A l'heure actuelle : chiffres Global Perspective Unit, FAO
- ▶ A l'horizon 2030 : chiffres issus de World agriculture towards 2015/2030 (FAO), scénario d'anticipation du futur le plus probable possible
- ▶ A l'horizon 2050 : plusieurs scénarios quantifiés sont comparés. La distinction est faite entre les scénarios tendanciels (intensification de l'agriculture et du libre-échange) et les scénarios « durables » (scénarios de rupture visant la durabilité des systèmes agricoles et la préservation des écosystèmes) ou intermédiaires.

Le tableau ci-après récapitule les principales hypothèses des scénarios comparés. Il est à noter que dans ces travaux, l'Afrique du Nord étant regroupée avec le Moyen-Orient, les chiffres présentés ici englobent l'ensemble des pays de cette grande zone géographique.

Tableau 9 : Principales hypothèses utilisées dans les différents scénarios de prospective agricole étudiés

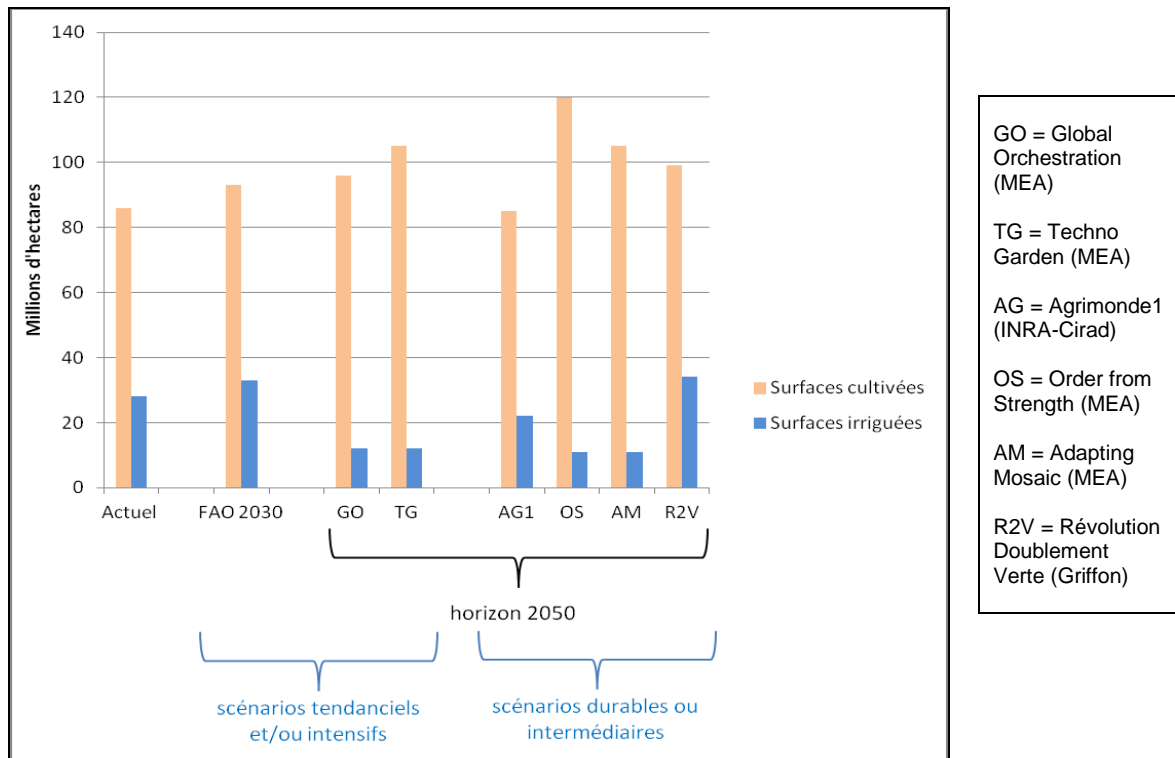
Scénario	World agriculture towards 2015-2030	Global Orchestration	Techno Garden	Agrimonde 1	Order from Strength	Adapting Mosaic	Révolution Doublement Verte
Auteur	FAO	MEA, repris par Agrimonde	MEA	INRA Cirad	MEA	MEA	Michel Griffon
Horizon de prospective	2030	2050	2050	2050	2050	2050	2050
Principales caractéristiques	<p>Scénario correspondant au futur le plus probable en intégrant les ruptures de tendance.</p> <p>Pas de changement politique majeur.</p>	<p>Scénario positif et tendanciel. Echanges commerciaux libéralisés, coopérations économiques renforcées.</p> <p>Progrès technique global (recherche, innovation, éducation, santé, infrastructures).</p> <p>Importants investissements dans les systèmes d'irrigation.</p> <p>Nouvelles surfaces cultivées en agrocarburants.</p> <p>Pauvreté réduite.</p>	<p>Progression des rendements, amélioration de l'utilisation des sols, application de nouvelles technologies.</p> <p>Programmes de conservation de la biodiversité.</p> <p>Diminution des surfaces en céréales mais accroissement des surfaces irriguées.</p>	<p>Scénario normatif et de rupture. Objectif de durabilité des systèmes agricoles et alimentaires.</p> <p>Disponibilités alimentaires identiques dans toutes les régions (diminution des consommations individuelles en OCDE, augmentation en Afrique).</p> <p>Gestion proactive des écosystèmes et de l'environnement</p>	<p>Crise économique.</p> <p>Faible augmentation des rendements agricoles.</p> <p>Maintien des barrières douanières et des quotas.</p> <p>Globalement, expansion des surfaces cultivées et stabilité des surfaces irriguées, mais grande diversité de situations notamment en raison des difficultés économiques.</p>	<p>Scénario intermédiaire.</p> <p>Faible augmentation des rendements agricoles, expansion des surfaces cultivées. Lente progression des surfaces irriguées.</p>	<p>Changement de paradigme dans la logique d'exploitation de la nature.</p> <p>Respect du renouvellement des flux naturels vitaux.</p> <p>Résilience des systèmes agricoles.</p> <p>Recours au commerce international pour nourrir les régions ne pouvant atteindre l'autosuffisance.</p>

Scénario	World agriculture towards 2015-2030	Global Orchestration	Techno Garden	Agrimonde 1	Order from Strength	Adapting Mosaic	Révolution Doublement Verte
Hypothèses en termes de croissance économique	<p>Accroissement des échanges de produits agricoles, pour répondre aux besoins alimentaires des PED mais aussi en tant que source de devises. Triplement des importations nettes de céréales et multiplication par 5 des importations nettes de viande par les PED d'ici 2030.</p> <p>Nécessité de mesures d'accompagnement, parallèlement à la réduction des entraves au commerce (investissements pour relever la qualité des produits jusqu'au niveau exigé à l'étranger, amélioration de la productivité et de la compétitivité, investissements dans les transports, les infrastructures, la communication, la commercialisation etc.).</p>	<p>Scénario du MEA caractérisé par la plus forte croissance économique et le plus faible accroissement de population mondiale.</p> <p>Croissance économique très forte, supérieure aux moyennes historiques dans plusieurs régions (Afrique subsaharienne, Asie et Ex-URSS notamment), grâce à la combinaison d'une libéralisation du commerce international, d'une coopération économique importante et de la diffusion rapide des nouvelles technologies.</p>	<p>Mondialisation et prépondérance de la technologie.</p> <p>Interconnexion planétaire facilitant la circulation de l'information, des innovations, des hommes, et des produits de consommation, notamment alimentaires.</p> <p>Coopération par l'intégration économique entre certaines régions du monde et par la multiplication des institutions et des accords internationaux pour la préservation de l'environnement.</p> <p>Attention particulière portée à l'agriculture pour son lien étroit avec l'environnement.</p> <p>Diversification et intensification de l'agriculture, utilisation des progrès technologiques, extension des cultures OGM.</p>	<p>Croissance économique mondiale tirée par les économies en développement.</p> <p>Diffusion des pratiques d'intensification écologique, aménagement du territoire et des filières dans ces pays.</p> <p>Investissements rendus possibles par l'amélioration des revenus en zone rurale, elle-même résultant du développement de l'emploi, d'une meilleure répartition de la valeur ajoutée le long des filières, de la mutualisation des moyens (formes diverses de coopération).</p> <p>Importance des transferts publics nationaux et de l'aide internationale au développement pour initier et sécuriser les investissements.</p>	<p>Rejet de la mondialisation, perçue comme une source d'instabilité et de menace.</p> <p>Cloisonnement entre les régions du monde,</p> <p>Repli national, souci de préserver la sécurité militaire et économique des pays.</p> <p>Stagnation de l'économie (facteur de renforcement du cloisonnement), échec de l'OMC, apparition d'une fracture numérique entre pays et en leur sein.</p> <p>Préoccupations environnementales traitées comme secondaires (car faible intérêt porté aux biens publics mondiaux)</p>	<p>Monde décentralisé et hétérogène, mosaïque de stratégies locales de gestion des écosystèmes.</p> <p>Prévalence du régional et du local, méfiance à l'égard de la mondialisation.</p> <p>Renforcement des pouvoirs locaux et de la société civile dans toutes les régions.</p> <p>Affaiblissement des institutions internationales.</p> <p>Régionalisation des marchés et des politiques.</p> <p>Gestion intégrée, adaptations locales.</p> <p>Gestion proactive des écosystèmes, fondée sur des initiatives locales mais détérioration de la situation globale (changement climatique etc.)</p>	<p>Définition d'une technologie productive écologiquement intensive, et de mesures structurelles de politique agricole pour accompagner la réduction de la pauvreté dans un cadre de liberté économique régulé par des procédures de réduction des risques. Gestion de l'économie selon des principes prudeniels de viabilité.</p> <p>Politiques agricoles des PED visant à favoriser l'équité redistributive pour garantir des prix et des revenus satisfaisants, et rendre les marchés plus fluides et équitables,</p>

PROSPECTIVES CONCERNANT L'AFRIQUE DU NORD

Le graphique ci-dessous montre les surfaces cultivées et les surfaces irriguées en **Afrique du Nord** et au Moyen-Orient aux horizons 2030 et 2050 selon les différents scénarios.

Figure 31 : Surfaces cultivées et irriguées en Afrique du Nord - Moyen-Orient aux horizons 2030 et 2050 selon différents scénarios prospectifs (Sources : FAO, Agrimonde - Graphe BRLi)



En 2011, les superficies cultivées en Afrique du Nord et Moyen-Orient s'élevaient à 86 millions d'hectares. Le potentiel de terres cultivables dans cette région étant de 99 millions d'hectares (chiffres FAO), cela signifie que près de 90% du potentiel est déjà cultivé, et probablement la quasi-totalité des terres à fort potentiel de rendement. Dans cette région, les réserves de terres cultivables sont déjà presque épuisées, et le potentiel encore disponible dépend essentiellement de l'irrigation (Paillard, Treyer, Dorin, 2010).

Du fait de cette saturation du potentiel en terres cultivables et des risques de réduction de ce potentiel sous l'effet du changement climatique, la plupart des scénarios s'entendent sur une faible expansion des surfaces dans les décennies à venir, avec une moyenne des projections de superficies cultivées d'environ 88 millions d'hectares. Les scénarios du MEA qui prévoient une expansion plus importante des surfaces cultivées (Techno Garden, Order from Strength, Adapting Mosaic) reposent sur la mise en culture principalement de pâturages et d'espaces forestiers.

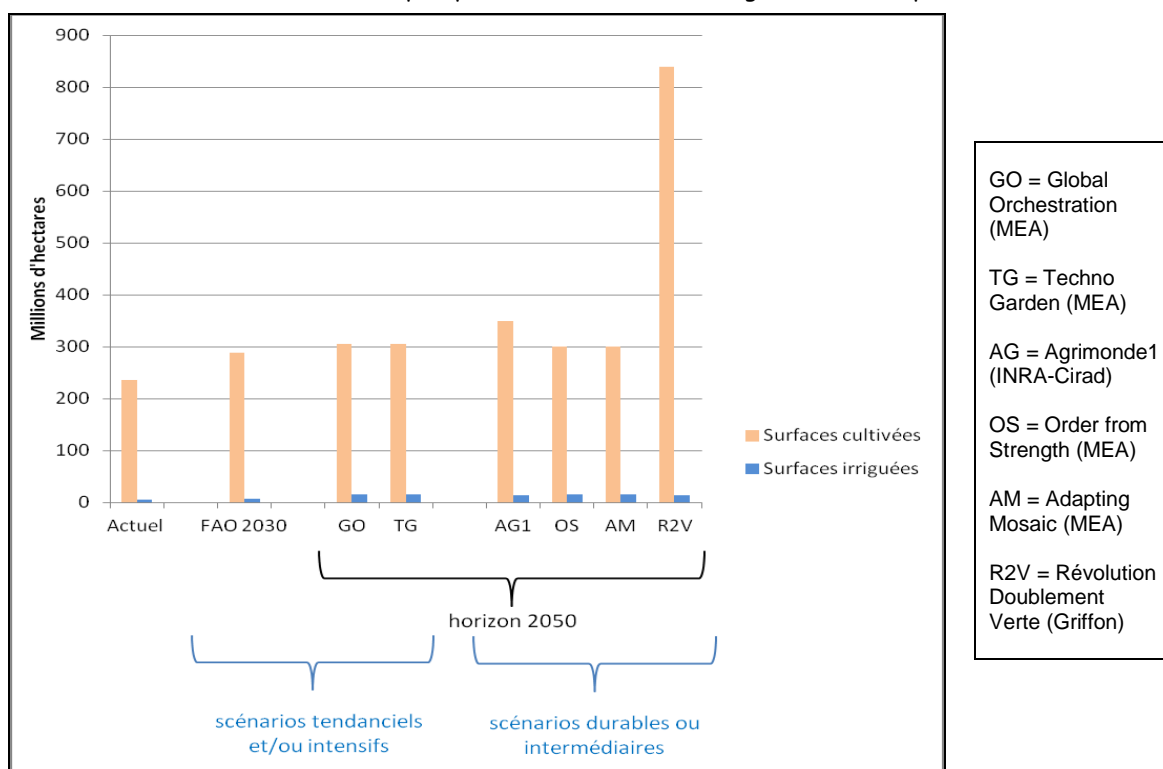
Quant aux surfaces irriguées, elles occupent actuellement 28 millions d'hectares. Dans cette région, les pressions sur les ressources en eau sont déjà très fortes (le seuil des 40% d'eau renouvelable exploités pour l'irrigation est dépassé) et ce phénomène devrait s'accroître avec le changement climatique. C'est pourquoi la plupart des scénarios n'envisagent pas d'expansion des périmètres irrigués. Le modèle du MEA n'envisage pas de réduction des surfaces irriguées mais il part d'un niveau actuel inférieur.

Au final, les exercices de prospectives ne prévoient pas d'expansion des surfaces cultivables ni des surfaces cultivées pour cette région dans les décennies à venir. En Afrique du Nord – Moyen-Orient, on peut donc penser d'une part, que les augmentations de production agricole reposeront principalement sur des accroissements de rendements et/ou d'intensité culturale, et d'autre part, que ces augmentations seront limitées et que par conséquent, l'autosuffisance alimentaire pourra difficilement être atteinte. Cette région dépendra à l'avenir fortement des échanges commerciaux de produits agricoles, et notamment d'eau virtuelle.

PROSPECTIVES CONCERNANT L'AFRIQUE SUBSAHARIENNE

Le graphique ci-dessous montre les surfaces cultivées et les surfaces irriguées en **Afrique subsaharienne** aux horizons 2030 et 2050 selon les différents scénarios.

Figure 32 : Surfaces cultivées et irriguées en Afrique subsaharienne aux horizons 2030 et 2050 selon différents scénarios prospectifs (Sources : FAO, Agrimonde - Graphe BRLi)



En Afrique subsaharienne, les surfaces cultivées s'étendent en 2011 sur 236 millions d'hectares. Cela ne représente qu'une très faible part du potentiel cultivable, qui s'élève à plus de 1 milliard d'hectares, dont 800 millions à bon potentiel de rendement (au moins 60% du rendement maximal) (Paillard, Treyer, Dorin, 2010). Les réserves de terres cultivables en Afrique subsaharienne sont donc considérables.

Les scénarios prospectifs proposent deux grands types d'évolution des surfaces cultivées dans les décennies à venir. La plupart tablent sur une croissance modérée des surfaces (autour de 300 millions d'hectares en 2050), compensée par la progression d'autres facteurs, notamment les rendements agricoles. D'autres, en revanche, en particulier le scénario de Révolution Doublement Verte de Michel Griffon part du principe que la capacité d'accroissement des rendements en Afrique subsaharienne restera faible, et donc que l'accroissement de la production agricole passera par une multiplication des surfaces cultivées d'un facteur 4 d'ici à 2050, pour atteindre 840 millions d'hectares cultivés (Griffon, cité par Paillard, Treyer, Dorin, 2010). A l'exception de ce dernier scénario, tous prévoient un accroissement des surfaces cultivées en agrocarburants (Cf. 1.1.2).

En termes d'irrigation, actuellement seuls 5 millions d'hectares sont irrigués en Afrique subsaharienne. Selon les scénarios, la progression de l'irrigation sera plus ou moins rapide dans les décennies à venir, mais ils tablent dans l'ensemble sur un triplement des surfaces irriguées pour atteindre 15 millions d'hectares d'ici à 2050.

En Afrique subsaharienne, les scénarios prospectifs prévoient donc un accroissement des surfaces cultivées et des surfaces irriguées dans les décennies à venir. Il n'est toutefois pas certain que cet accroissement suffise pour répondre aux besoins croissants de la région. Par ailleurs, l'expansion, en particulier des périmètres irrigués restera visiblement limitée par de nombreux autres facteurs, notamment économiques.

Globalement, l'asymétrie des échanges internationaux futurs apparaît comme un résultat robuste dans la plupart des prospectives. Dans les décennies à venir, le continent africain restera structurellement déficitaire sur le plan agricole. En Afrique du Nord, cela sera principalement dû aux limites du potentiel cultivables et des ressources en eau. En Afrique subsaharienne, le rythme de la croissance démographique face à l'augmentation de la production et les verrous économiques seront les principaux freins (Treyer, 2011). L'Afrique subsaharienne dispose en effet d'un important potentiel en termes de ressources premières, mais sa sécurité alimentaire reste largement conditionnée par un cadre économique et réglementaire aujourd'hui manquant.

Ces résultats sont confirmés par l'étude réalisée par Laurence Roudard (Roudard L., Pinson V, 2010). **Les superficies cultivables du monde apparaissent très supérieures aux superficies nécessaires pour garantir la sécurité alimentaire de l'humanité.** Cette conclusion reste vraie même en adoptant l'hypothèse d'une croissance relativement faible des rendements, selon un scénario de « révolution doublement verte durable », même en excluant de la mise en culture toutes les forêts et toutes les zones actuellement protégées, et même en tenant compte des effets plausibles du réchauffement climatique. Mais **la valorisation durable des ressources en terres cultivables requiert des politiques publiques appropriées** de prix agricoles, d'accès à la terre et de recherche-développement orientées vers les besoins et les possibilités des producteurs pauvres.

La difficulté de comparaison entre les différents scénarios prospectifs réside dans le fait que les variables utilisées par chacun des travaux sont différentes (surfaces, calories, rendements, tonnages produits, etc.). La conversion d'une variable à l'autre n'est en général pas possible au vu des informations disponibles, d'autant plus que les hypothèses prises sont souvent très différentes. C'est pourquoi la comparaison a porté sur les surfaces cultivées et les surfaces irriguées, variables intégrées dans la plupart des scénarios étudiés, et pertinentes pour la présente étude. Parmi les exercices de prospective étudiés, **l'étude Agrimonde est la seule qui établit clairement un bilan emplois-ressources qui met en parallèle les consommations et les productions (exprimées en calories par jour), dans chaque région du monde. La synthèse de ce bilan pour les zones Afrique du Nord-Moyen Orient d'une part, et Afrique subsaharienne d'autre part sont retranscrites en annexe.**

2. SECURISER L'ALIMENTATION TOUT EN GERANT DURABLEMENT LES RESSOURCES EN EAU : EVOLUTIONS SOUHAITABLES

2.1 LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE DES PAYS AFRICAINS À L'HORIZON 2030 NÉCESSITE UNE RÉVISION DES RÈGLES DU COMMERCE INTERNATIONAL

LA LIBÉRALISATION DES ÉCHANGES INTERNATIONAUX DE PRODUITS AGRICOLES PÉNALISE LES AGRICULTURES AFRICAINES

Depuis la naissance de l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) en 1994, les échanges commerciaux internationaux de produits agricoles font, comme pour les autres produits, l'objet de règles. Toutefois, le secteur agricole reste à dissocier des autres secteurs (industrie, propriété intellectuelle etc.), en raison d'un certain nombre de points d'achoppement dans les négociations entre pays au sujet des échanges internationaux de produits agricoles.

En effet, le secteur agricole constitue un secteur particulièrement stratégique, directement associé à la sécurité alimentaire des Etats, et employant plus des deux-tiers de la population active dans de nombreux pays en développement. De fait, **différents groupes de pays s'opposent sur le degré de libéralisation à conférer au secteur agricole, qui reste fortement protégé et subventionné à l'exportation par des droits de douane élevés**. On distingue, en termes de position concernant les échanges internationaux de produits agricoles, différents groupes de pays :

- ▶ Le groupe de Cairns, qui rassemble des pays agro-exportateurs, dont l'agriculture est souvent extensive (Australie, Afrique du Sud, Argentine, Brésil, Colombie, Costa Rica, Bolivie, Canada, Chili, Indonésie, Malaisie, Guatemala, Nouvelle-Zélande, Pakistan, Paraguay, Pérou, Philippines, Thaïlande, Uruguay) qui prônent des échanges ultra-libéralisés, sans aucune entrave au commerce international, en faisant valoir la théorie économique des avantages comparatifs.
- ▶ Les pays ultra-protecteurs, dont l'agriculture n'est pas compétitive sur les marchés mondiaux, et qui souhaitent la préserver pour des raisons culturelles (notion de terroir etc.) (Japon, Suisse...).
- ▶ L'Union européenne et les Etats-Unis, qui, considérant que les produits agricoles sont spécifiques et nécessitent des aides à la production, subventionnent leurs agricultures, mais de manière différente. L'Union européenne, par le biais de la PAC subventionne (jusqu'en 2013 au moins) les produits agricoles à l'exportation, en faisant valoir les enjeux environnementaux, paysagers et d'aménagement du territoire de l'agriculture. Les Etats-Unis subventionnent directement leurs agriculteurs.
- ▶ Enfin, les pays en développement, dont font partie la majorité des pays africains, réclament à la fois un libre accès de leurs produits dans les pays développés (car, du fait du faible coût de leur main d'œuvre, leurs agricultures sont compétitives), et des clauses de sauvegarde afin d'éviter un risque de déstabilisation sociale en cas d'irruption de produits importés (Lazarevic).

Le cycle de Doha, entamé en 2001, avait pour objectif de « mener des négociations globales visant à : des améliorations substantielles de l'accès aux marchés ; des réductions de toutes les formes de subventions à l'exportation, en vue de leur retrait progressif ; et des réductions substantielles du soutien interne ayant des effets de distorsion des échanges » (Lazarevic). En raison des trop fortes oppositions des différents groupes de pays sur la question de la libéralisation du commerce international des produits agricoles, les négociations du cycle de Doha se sont conclues par un échec en 2006.

Les oppositions entre pays sont liées aux conséquences que pourrait avoir une libéralisation totale des échanges de produits agricoles. D'une part, les partisans du libre-échange estiment que les prix des produits agricoles seraient plus stables si des volumes d'échanges plus importants avaient lieu, sur des marchés plus ouverts.

A l'inverse, ses détracteurs, mais également de plus en plus d'économistes et de décideurs émettent aujourd'hui des doutes sur les effets positifs globaux de la libéralisation non-régulée des échanges agricoles. Ce sont en particulier les **effets de la libéralisation sur les « pays les moins avancés » (PMA), dont font partie la majorité des pays africains**, qui sont dénoncés.

Divers travaux à ce sujet ont montré que la concurrence entre exportateurs agricoles qui en résulterait, notamment du fait de l'abaissement des droits de douane, conduirait à « **l'érosion des préférences** » existantes entre des PMA et des pays de l'OCDE, notamment. Ainsi, les préférences actuellement accordées aux pays d'Afrique subsaharienne (ainsi qu'aux Etats des Caraïbes et du Pacifique) avec l'Union européenne par les accords de Cotonou, ou encore l'Initiative « Tout sauf les armes » risqueraient de pâtir de cette « érosion », car les droits consolidés, s'appliquant à tous les pays, seraient alors abaissés, et la marge préférentielle des pays bénéficiant actuellement de droits plus faible serait réduite. Des pays comme l'Australie ou le Brésil, aux agricultures plus performantes, approvisionneraient alors davantage les débouchés préférentiels de l'Afrique, des Caraïbes ou des pays andins (Bureau JC, Ducreux Y., Gohin A., 2007).

Les modélisations des impacts économiques de la libéralisation du commerce mondial, par le modèle Mirage-Agri développé par le CEPPII (Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations Internationales) et le modèle Goal de l'INRA, ont montré d'une part que ce sont les exportations des pays du groupe de Cairns qui augmenteraient principalement, au détriment notamment des exportations des pays bénéficiant actuellement de préférences commerciales vers les marchés européens et américains, tels que **les pays africains, qui ne bénéficieraient pas d'une croissance significative de leurs exportations**, et d'autre part, **que pour les pays de la Méditerranée et d'Afrique subsaharienne, les gains pour les producteurs agricoles (moins de 1% d'accroissement des revenus du travail) seraient annulés par des pertes pour les consommateurs, payant alors plus cher leur alimentation** (Bureau JC, Ducreux Y., Gohin A., 2007).

Selon le CEPPII, la libéralisation des échanges internationaux par la conclusion du cycle de Doha entraînerait, **pour l'Afrique subsaharienne une perte nette, résultat de l'effet combiné d'une détérioration de ses termes de l'échange, de l'érosion des préférences et de l'absence d'ouverture de ses propres marchés** (Fontagné L., Laborde D., Mitaritonna C., 2007).

Par ailleurs, ces pays pourraient être d'autant plus affectés par ces mécanismes du fait qu'ils ne disposent que de peu de dispositifs réglementaires pour aborder ce type de situations (Bouët A., Laborde Debucquet D., 2010).

Aujourd'hui, sous l'impulsion donnée en 2006 par la FAO, appelant à se concentrer davantage sur le commerce équitable que sur le commerce libre, une nouvelle vague de réflexion est en cours, qui vise à mieux prendre en compte les intérêts des pays en développement, parmi lesquels figurent les pays africains. De nombreux experts et décideurs travaillent à la **mise en œuvre d'un nouveau commerce équitable et durable, au sein d'une organisation mondiale de l'agriculture**. Celle-ci serait alors chargée de faire respecter le principe d'un « droit à l'alimentation » : les Etats devront mettre en place des politiques agricoles visant à atteindre la sécurité de l'approvisionnement alimentaire, qui ne serait alors plus laissé aux fluctuations du marché international volatil, spéculatif et dérégulé (Lazarevic). De plus, une nouvelle gouvernance alimentaire de cette forme pourrait contribuer à mettre en place des mesures permettant de faire face à des épisodes climatiques extrêmes et donc de limiter les anticipations à la hausse des différents acteurs, ainsi qu'à améliorer l'information sur le niveau des stocks (Centre d'Analyse Stratégique, 2011).

L'INSTAURATION D'UNIONS DOUANIÈRES RÉGIONALES POURRAIT FAVORISER LA RÉMUNÉRATION ÉQUITABLE DES PAYSANS AFRICAINS

Dans ce contexte, diverses initiatives préconisent la création de **marchés régionaux protégés par des tarifs douaniers**. En effet, de l'existence de tels marchés pourraient avoir des effets positifs permettant de compenser en partie les effets négatifs qu'entraînerait une libéralisation complète.

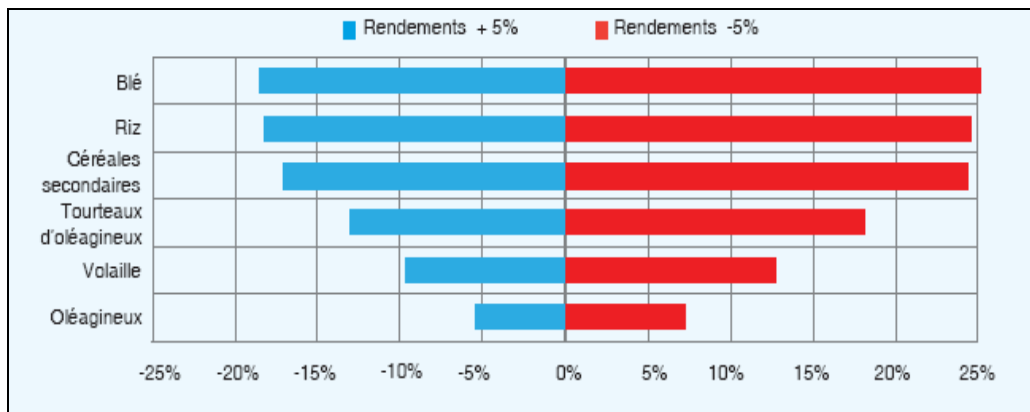
Ainsi, les modélisations du CEPII avec le modèle Mirage-Agri ont montré que pour les pays d'Afrique subsaharienne, la situation pourrait être très différentes selon que les pays émergents ouvrent ou non leurs marchés à la totalité des produits qu'ils exportent. L'exercice a conclu qu'une telle ouverture réduirait de moitié les pertes que la libéralisation multilatérale provoquerait en Afrique subsaharienne, les ramenant à un niveau pouvant être plus facilement compensé, grâce à une certaine compensation de l'érosion des préférences sur les marchés du Nord (européens notamment) par la création de marges préférentielles sur de nouveaux marchés à forte croissance.

En parallèle, des mécanismes redistributifs seraient mis en place (Centre d'Analyse Stratégique, 2010). Aujourd'hui dans le monde, il est possible de distinguer dix zones : l'Afrique subsaharienne, l'Afrique du Nord Proche et Moyen orient, l'Amérique du Nord et le Mexique, l'Amérique du Sud, l'Union Européenne à 27, la Chine, l'Inde, la Russie-Ukraine-Kazakhstan, le reste de l'Asie, le reste du monde (Lazarevic). Ces différentes zones présentent la caractéristique principale d'avoir une productivité moyenne agricole et des niveaux d'équipements comparables (à l'exception de quelques pays), en évitant ainsi de trop grandes disparités (Mazoyer, Roudart, 1997). Dans une telle conception, **l'Afrique subsaharienne pourrait constituer une zone d'échanges privilégiée**.

La mise en place de tarifs douaniers permettrait de protéger ces marchés contre toute importation d'excédents agricoles d'autres régions plus productives à bas prix : la baisse tendancielle des prix observée ces dernières décennies s'en trouverait alors corrigée. Par ailleurs, une telle démarche régionale réduirait la volatilité des prix agricoles mondiaux. En effet, ces prix reflètent les différences de productivité entre agriculteurs pouvant aller de 1 à 2000 à l'échelle mondiale, selon les technologies de production utilisées. Dès lors, plus la différence de productivité au sein d'un même marché est grande, plus la volatilité des prix est élevée.

De plus, **la raréfaction des ressources en eau, les autres contraintes en matière d'irrigation, et les aléas climatiques font partie des facteurs qui affectent la stabilité des prix et la sécurité de l'approvisionnement**. En effet, en tant que facteurs limitants à la production agricole, lors d'événements climatiques affectant la production (sécheresse, inondations, etc.), ils rendent impossible la régulation à moyen terme des marchés par accroissement de la production (qui entraînerait une baisse des prix).

Figure 33 : Impact d'une augmentation/diminution de 5% des rendements annuels céréaliers sur les cours mondiaux des produits de base (moyenne sur la période de projection 2011-2020) (Source : FAO-OCDE)



Avec des marchés plus homogènes, la volatilité des prix devrait se réduire ainsi que ses conséquences sociales en termes de malnutrition et de faim. Dans ce cadre, l'organisation mondiale de l'agriculture serait chargée de donner un cap aux décideurs mondiaux afin d'atteindre une situation économique optimale tout en assurant à l'ensemble des régions du monde un bien-être. Elle noterait les différents pays en fonction d'indicateurs économiques (niveau des stocks et des prix), sociaux (niveau de pauvreté), climatiques (aléas climatiques ayant un impact sur le niveau de production) et environnementaux, énergétiques, financiers et monétaires (Lazarevic).

LES UNIONS ÉCONOMIQUES RÉGIONALES EXISTANTES POURRAIENT SERVIR DE BASE À CETTE ORGANISATION DE L'AGRICULTURE

En Afrique, il existe à l'heure actuelle des unions économiques régionales dont l'objectif est de favoriser l'intégration régionale des pays qui les composent. Les principales unions régionales reconnues par l'Union Africaine sont au nombre de huit et constituent les piliers de la Communauté Economique Africaine (AEC), fondée par le traité d'Abuja en 1991. Par ailleurs, ces unions englobent elles-mêmes un certain nombre de sous-groupes qui correspondent à des unions monétaires et/ou douanières. Enfin, il existe d'autres unions qui ne font pas partie de l'AEC.

Le tableau ci-dessous et la figure ci-contre listent ces unions et illustrent leur enchevêtrement (surnommé le « bol de spaghettis ») : en effet, la plupart des pays appartiennent à plusieurs unions régionales, et la plupart des unions comprennent des pays appartenant à différents sous-groupes.

Figure 34 : Le « bol de spaghettis » des unions économiques régionales en Afrique (Source : Katsaris 2011)

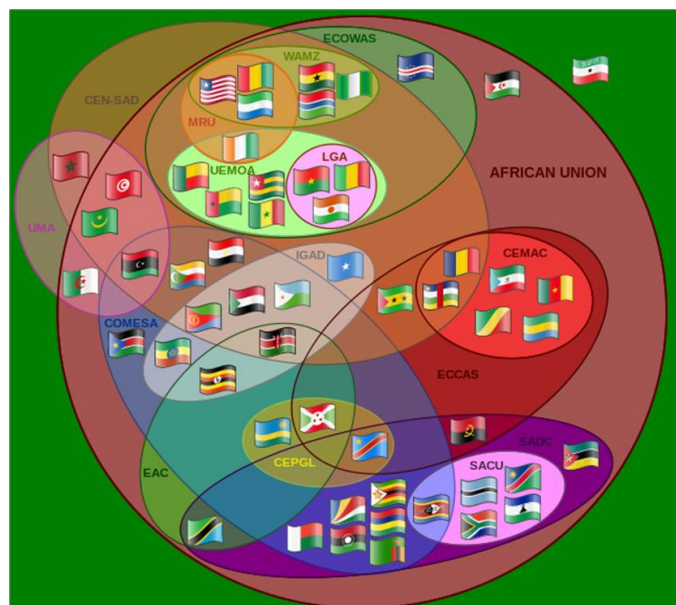


Tableau 10 : Les unions économiques régionales africaines

Piliers de l'AEC	Sous-groupes	Autres unions
UMA (Union du Maghreb Arabe)		CEPGL (Communauté Economique des Pays des Grands Lacs) MRU (Union du Fleuve Mano) LGA (Autorité Liptako-Gourma) GAFTA (Grande Zone Arabe de Libre-Echange) COI (Commission de l'Océan Indien)
COMESA (Marché Commun d'Afrique Orientale et Australe)		
CEN-SAD (Communauté des Etats Sahélo-sahariens)		
EAC (Communauté d'Afrique de l'Est)		
ECCAS (Communauté Economique des Etats de l'Afrique Centrale)	CEMAC (Communauté Economique et Monétaire de l'Afrique Centrale)	
ECOWAS/CEDEAO (Communauté Economique des Etats d'Afrique de l'Ouest)	UEMOA (Union Economique et Monétaire Ouest-Africaine) WAMZ (Zone Monétaire Ouest-Africaine)	
IGAD (Autorité Intergouvernementale pour le Développement)		
SADC (Communauté de Développement d'Afrique Australe)	SACU (Union douanière d'Afrique Australe)	

Le fonctionnement des différentes unions régionales est inégal mais elles constituent toutes des **germes de coopération intéressante**. Les unions d'Afrique de l'Ouest (UEMOA, CEDEAO, etc.) et certaines unions en Afrique de l'Est et australe (EAC, SADC, COMESA) constituent des exemples de réussites en termes de coopération.

Ces unions économiques régionales pourraient constituer des bases pertinentes en vue de l'établissement de marchés d'échanges régionaux de produits agricoles. Par ailleurs, les programmes mis en œuvre dans le cadre de ces unions comprennent souvent des dispositions relatives à la gestion de l'eau (EAC, SADC).

Toutefois, du très grand nombre d'unions régionales et de leur enchevêtrement résultent une **complexité et une multiplicité d'acteurs** dont le pouvoir réel fait encore l'objet d'un certain nombre de questionnements. Dans l'état actuel des choses, ces unions manquent souvent de moyens, en particulier d'infrastructures routières, pour fonctionner et constituer des interlocuteurs de poids à l'OMC.

EN AFRIQUE, LA MISE EN PLACE D'UNE TELLE ORGANISATION DE L'AGRICULTURE POURRAIT SE HEURTER À DIFFÉRENTS OBSTACLES

Cependant, cette organisation prometteuse de l'agriculture mondiale nécessitera probablement une période de transition avant sa mise en place. En particulier, en Afrique, l'instauration d'une union douanière régionale risque de faire face à certaines difficultés économiques, financières et culturelles.

En effet, les flux intra-régionaux entre pays africains sont actuellement faibles. Le tableau ci-dessous illustre cet état de fait avec l'exemple de l'UEMOA⁸ et de la CEDEAO⁹ en Afrique de l'Ouest (Mainguy).

Tableau 11 : Commerce extérieur intra et extra régional de l'UEMOA et de la CEDEAO

(Source : GEMDEV)

	Distribution géographique des exportations de l'UEMOA et de la CEDEAO ^a						Origine géographique des importations de l'UEMOA et de la CEDEAO ^b					
	1999			1999			1999			1999		
	UEMOA	Côte d'Iv.	Sénégal	CEDEAO	Nigeria	Ghana	UEMOA	Côte d'Iv.	Sénégal	CEDEAO	Nigeria	Ghana
Pays industrialisés	49	53	46	60	65	61	50	58	64	55	62	53
Union européenne	40	43	42	32	23	46	43	49	55	41	47	39
PED	48	44	46	38	35	33	48	41	36	44	38	46
Afrique	27	29	27	16	11	19	25	14	14	15	5	29
UEMOA	12	11	10				10	1	3			
CEDEAO		18	15	12	8	18		13	10	12	3	25

^a % des exportations totales de l'UEMOA ou de la CEDEAO vers les différents partenaires

^b % des importations totales de l'UEMOA ou de la CEDEAO en provenance des différents partenaires.

Source : Afrique de l'Ouest - Communauté européenne, 2002.

La mise en place d'une union douanière en Afrique, avec la réduction des barrières douanières entre pays africains, risquerait donc d'avoir peu d'effets sur les volumes de produits échangés. De plus, on peut craindre l'apparition de divergences aux dépens des pays les plus pauvres, car les activités pourraient s'installer de préférence dans les pays présentant une bonne disponibilité d'intrants, des infrastructures, des voies de communication, et de la main d'œuvre. Ainsi, l'application d'un modèle d'équilibre général économique au cas de l'UEMOA semble montrer qu'une véritable union douanière profiterait essentiellement à quelques pôles (Côte d'Ivoire, Nigéria, Sénégal) (Mainguy).

Par ailleurs, en Afrique, les contraintes financières sont lourdes. Les pays africains n'ont actuellement pas les moyens financiers de protéger leur agriculture. Par exemple, l'UEMOA a prévu un fonds d'aide à l'intégration régionale « destiné au financement de l'aménagement équilibré du territoire communautaire en contribuant à la réduction des disparités régionales », mais sa mise en œuvre est aujourd'hui limitée par le manque de ressources budgétaires (Mainguy).

Enfin, des limites culturelles pourraient freiner les échanges commerciaux entre pays africains, sans oublier les conflits qui perdurent entre certains pays.

⁸ UEMOA : Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée Bissau, Mali, Niger, Sénégal, Togo)

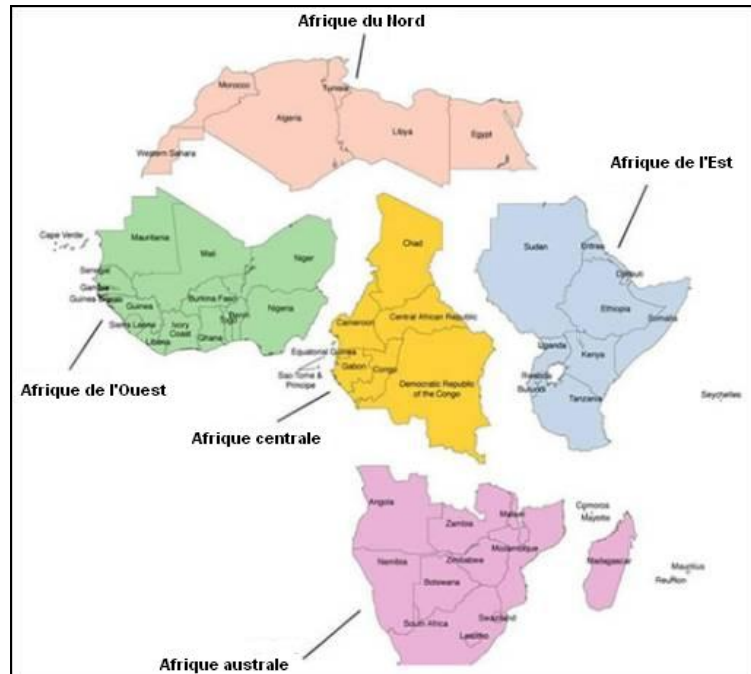
⁹ CEDEAO : Communauté Economique des Etats d'Afrique de l'Ouest (Bénin, Burkina Faso, Cap-Vert, Côte d'Ivoire, Gambie, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Libéria, Mali, Niger, Nigéria, Sénégal, Sierra Leone, Togo)

LA COOPÉRATION EXISTE ÉGALEMENT DANS LE DOMAINE ÉNERGÉTIQUE

Outre les unions économiques, les pays africains sont également regroupés en « **systèmes d'échanges d'énergie électrique** » régionaux (en anglais « power pools »), dont l'objectif est d'intégrer les opérations des réseaux électriques nationaux à un marché régional unifié d'électricité, afin d'assurer aux habitants des pays membres un approvisionnement stable et fiable en électricité et à un coût abordable.

Ces systèmes d'échanges énergétiques régionaux sont des organismes actifs, mus par des enjeux financiers importants. Il s'agit de fait de zones de coopération effective, qui permettent une réelle connexion à l'échelle régionale, et ont un vrai pouvoir décisionnaire.

Figure 35 : Les systèmes d'échanges d'énergie électrique régionaux africains



Il est à noter l'importance de l'hydroélectricité dans la production électrique en Afrique. C'est pourquoi ces systèmes d'échanges d'énergie électrique régionaux pourraient également jouer un rôle dans l'émergence d'unions régionales en Afrique, et dans la gestion intégrée et multisectorielle des ressources en eau en lien avec la sécurité alimentaire.

En conclusion, l'instauration d'unions douanières régionales pourrait grandement favoriser l'agriculture africaine, notamment l'agriculture paysanne, mais elle devra se faire progressivement, avec un accompagnement économique et financier qui permettra de lever certains freins actuels aux échanges commerciaux. Ces unions pourraient s'appuyer sur les unions régionales existantes et/ou sur les systèmes d'échanges d'énergie régionaux.

2.2 LES GOUVERNEMENTS AFRICAINS DOIVENT FAVORISER LE DEVELOPPEMENT DE PERIMETRES IRRIGUES SUR LESQUELS GRANDES EXPLOITATIONS AGROINDUSTRIELLES ET EXPLOITATIONS FAMILIALES COEXISTENT

Il est à noter que dans cette partie sont uniquement englobées sous le terme de « cultures commerciales » les cultures à haute valeur ajoutée alimentaires et non-alimentaires traditionnelles (olives, café, cacao, sucre, coton, etc.). Les cultures à vocation énergétique (agrocarburants), font l'objet d'une recommandation séparée.

LES PRODUCTIONS COMMERCIALES PEUVENT PARTICIPER À LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Les cultures commerciales sont des productions destinées à l'exportation, quasiment pas consommées par les producteurs et qui fournissent des revenus monétaires. Il s'agit en général de cultures à haute valeur ajoutée (olives, café, cacao, sucre ...), parfois non-alimentaires (coton). Bien que historiquement, dans certaines régions, les cultures commerciales ont pu être développées au détriment des cultures vivrières, réduisant la sécurité alimentaire des producteurs, ce schéma n'est pas systématique. En effet, la distinction entre cultures commerciales et vivrières n'est pas toujours nette, et les productions commerciales peuvent participer à la sécurité alimentaire.

*Les grandes plantations de maïs en **Zambie** constituent une culture commerciale pour les agriculteurs qui les cultivent, mais une culture vivrière à l'échelle du pays en approvisionnant les zones urbaines.*

*Au **Maroc**, l'agriculture, considérée comme moteur majeur du développement économique et social, est conjointement soutenue sur deux plans, grâce aux deux piliers du Plan Maroc Vert.*

- ▶ *Le pilier I a pour objectif le développement d'une agriculture moderne, par des investissements industriels à haute productivité ou haute valeur ajoutée.*

Il concerne 400 000 exploitants ciblés par 700 à 900 projets, avec des investissements à hauteur de 100-115 milliards de dirhams.

- ▶ *Le pilier II consiste en une « mise à niveau solidaire » du tissu paysan, un investissement social et outil de lutte contre la pauvreté agricole.*

Il concerne entre 600 000 et 800 000 exploitants, concernés par 300 à 400 projets, pour un investissement de 15 à 20 milliards de dirhams.

Ces deux piliers sont complémentaires et répondent ainsi à la fois à des enjeux économiques (croissance du PIB, rééquilibrage de la balance commerciale etc.) et à des enjeux sociaux et de développement durable (stabilisation du tissu social, utilisation durable des ressources en eau, amélioration de la qualité des produits, etc.). Les deux agricultures participent conjointement à la sécurité alimentaire du pays et sont interconnectées dans le cadre de nombreux projets d'agrégation, intégrant des petits producteurs autour d'opérateurs ou d'associations dotés d'une profondeur régionale et d'outils de valorisation (logistique, encadrement, transformation) (Ministère marocain de l'Agriculture, 2010).

LES SYSTÈMES VIVRIERS ET MARCHANDS PERMETTENT DE COUPLER AUTOSUBSISTANCE ET SOURCE DE REVENUS

En pratique, l'opposition entre cultures commerciales et cultures vivrières est donc loin d'être nette et systématique. En effet, les systèmes vivriers d'autosubsistance exclusifs sont très rares : ils existent uniquement dans les régions montagneuses comme en Ethiopie, en zones difficiles telles que les marges de Sahel, ou dans les situations où les producteurs disposent d'une autre source de revenus monétaires (membre de la famille ayant un travail salarié hors de la ferme, artisanat...).

En revanche, il existe de nombreux systèmes dans lesquels les cultures commerciales sont intégrées aux systèmes anciens, sans pour autant qu'il y ait abandon des cultures vivrières. Ainsi, en Afrique de l'ouest, la majorité de la production des cultures commerciales est assurée par de petites exploitations de 5 ou 6 ha associant culture commerciale (cacao, café, coton, arachide, palmier à huile, hévéa etc.) et cultures vivrières. En outre, de tels systèmes permettent aux producteurs de limiter les risques liés à la substitution des cultures vivrières par les cultures commerciales, qui peuvent subvenir en cas de hausse des prix des denrées alimentaires, et de baisse des cours des produits d'exportation (Chaléard, 2003).

Enfin, on assiste depuis quelques décennies à l'émergence de systèmes vivriers marchands, liée à la croissance démographique et à l'urbanisation, qui multiplie les débouchés pour les productions locales, et au développement des voies de communication.

Par exemple en Guinée Conakry, le goudronnage de la route reliant la capitale, Conakry, au sud-est du pays, a permis l'essor des ventes de riz local et l'expansion de la riziculture de bas-fonds (Chaléard, 2003).

Ces systèmes permettent de fournir aux producteurs une source de revenus et les intègrent dans une économie monétarisée. Toutefois, ils sont à tempérer selon les cas avec les limites que peuvent rencontrer les produits locaux en termes de débouchés, notamment face aux prix des produits d'importation (Cf. 1.5.3).

LA GESTION DURABLE DES PÉRIMÈTRES IRRIGUÉS POURRAIT ÊTRE ASSURÉE EN MIXANT PETITS PRODUCTEURS ET ENTREPRISES AGRO-INDUSTRIELLES

L'entretien et la maintenance sont des questions centrales dans la gestion des périmètres irrigués. Les retours d'expériences sur les grands périmètres irrigués en Afrique ont montré que ceux-ci sont souvent sous-exploités, voire abandonnés en partie du fait que les petites exploitations familiales n'ont pas les moyens financiers ni la capacité organisationnelle à gérer les infrastructures hydrauliques ou à s'acquitter des redevances auprès du gestionnaire du périmètre.

On assiste depuis quelques années à l'émergence d'un modèle de périmètres irrigués sur lesquels coexistent grandes exploitations agroindustrielles et petites exploitations familiales. Les premières produisent des denrées commerciales à haute valeur ajoutée, éventuellement transformées dans des filières agro-alimentaires intégrées, tandis que les secondes produisent en partie des cultures vivrières. Ainsi, dans de tels systèmes, les grandes exploitations agroindustrielles peuvent assurer la transformation et la commercialisation de la production, être une source d'emploi pour les petits agriculteurs, et garantir un certain niveau de revenu pour le gestionnaire des réseaux, voire prendre en charge directement l'exploitation. En parallèle, les petites exploitations peuvent fournir un vivier de main d'œuvre, la production vivrière nécessaire aux familles et éventuellement une petite partie de la production agricole pour l'industrie.

En Zambie, le périmètre de Nakambala (10 000 ha) assure la production de canne à sucre destinée à la sucrerie Zambia Sugar Co, détenue par l'entreprise sud-africaine Illovo Sugar. Les surfaces du périmètre sont réparties entre de grandes exploitations (57%), des parcelles cultivées par Illovo Sugar (33%) et 160 petits producteurs (10%), qui cultivent des parcelles de 6 à 8 ha regroupées en îlots de 32 ha. Les petits producteurs se voient également attribuer 0,5 ha pour le logement ainsi qu'une surface cultivable autour des habitations pour y planter des cultures vivrières.

Une entreprise privée assure l'intermédiaire entre Zambia Sugar et les producteurs. Elle fournit les services techniques et administratifs aux petits producteurs, et assure les opérations de replantation, de maintenance des infrastructures, y compris des canaux d'irrigation, de gestion du système d'irrigation, de drainage, etc. La fourniture de l'eau d'irrigation est assurée à partir de la rivière Kafue par le système d'irrigation de Zambia Sugar, 92% du paiement est effectué au moment de la livraison, les 8% restants étant réglés après la saison de vente du sucre. 57% des revenus sont perçus par l'intermédiaire, et les 43% restants sont destinés aux producteurs par moitié au moment de la livraison, puis les 50% restants sont étalés sur 11 mois afin de les accompagner dans la gestion des liquidités (International Sugar Organization, 2008).

LES GOUVERNEMENTS AFRICAINS ONT UN RÔLE À JOUER DANS LE DÉVELOPPEMENT DE TELS PÉRIMÈTRES

D'après les retours d'expérience à ce jour disponibles sur les systèmes mixtes où coexistent investisseurs agroindustriels et petits producteurs, les Etats ont un rôle primordial à jouer, d'une part pour faciliter les investissements dans le secteur rural.

Pour cela, les gouvernements africains doivent améliorer les infrastructures en milieu rural (accès à l'eau, routes, énergie, communications). Des réformes politiques visant à faciliter les relations commerciales doivent être entreprises, ainsi que la modernisation des cadres législatifs permettant les contractualisations avec les producteurs.

Des réglementations visant à privatiser la distribution des semences, des engrais, et la fourniture de certains services d'accompagnement doivent être mises en place afin de stimuler la compétitivité et de s'affranchir des coûts et des freins administratifs. Des mécanismes favorisant l'accès des petits producteurs aux crédits et aux assurances doivent également être impulsés par les Etats, qui peuvent par exemple créer des incitations et un cadre de transparence pour les entreprises de crédit et d'assurance, ce qui peut déboucher sur l'émergence de marchés compétitifs pour ce type de services.

Enfin, les gouvernements peuvent fournir d'autres formes d'incitations visant à encourager le secteur privé à investir, en particulier au début, lorsque les charges sont élevées (Technoserve/IFAD, 2011).

Par exemple, le Mozambique a récemment réussi à inciter la brasserie SAB Miller à relocaliser une usine de transformation du manioc qu'elle avait délocalisée en Angola, et à y intégrer des petits producteurs, en offrant à l'entreprise des taxes réduites (Technoserve/IFAD, 2011).

En résumé, il n'y a pas d'opposition systématique entre cultures commerciales et cultures vivrières. Les systèmes agricoles africains mêlent souvent les deux types d'agricultures. En effet, celles-ci peuvent être complémentaires sur de nombreux aspects, dont fait partie la gestion des périmètres irrigués. Le développement de ces systèmes de périmètres mixtes doit donc être encouragé, et pour cela, les Etats africains et les autres porteurs de projets tels que les organismes de bassin ont un rôle-clé à jouer.

2.3 LA PRODUCTION D'AGROCARBURANTS DOIT IMPERATIVEMENT ETRE ASSORTIE D'ETUDES PERMETTANT D'EVALUER SES IMPACTS SUR LES PLANS SOCIAL, ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

LA PRODUCTION D'AGROCARBURANTS À PARTIR DE CULTURES ALIMENTAIRES COMPORTE DES RISQUES AVÉRÉS POUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE MONDIALE

Selon les chiffres 2011 de la FAO, chaque année, plus de 120 millions de tonnes de céréales sont destinées à la production d'agrocarburants dans le monde.

Selon un rapport de l'IIASA (Fischer G. et al, 2009) les objectifs de production de biocarburants à l'horizon 2020 nécessiteront la production de 150 à 240 millions de tonnes de céréales pour la production d'éthanol, soit 5 à 9% des céréales consommées dans le monde. A l'horizon 2030, ce chiffre atteindra 350 millions, soit 6 à 11%. Par conséquent, la part de la production destinée à l'alimentation humaine et animale diminuera, et l'étude estime que 75% de cette réduction aura lieu dans les pays en développement, mettant en péril l'alimentation de 140 millions de personnes dans le monde, la majorité en Afrique.

Les chiffres ne manquent pas pour illustrer **l'importance de la production d'agrocarburants de première génération et la concurrence qu'elle engendre avec les cultures alimentaires, mettant directement en péril la sécurité alimentaire.**

D'après la FAO, le développement des agrocarburants représente une des causes majeures de la hausse des prix des céréales. L'industrie des agrocarburants absorbe ainsi 40% du maïs produit aux Etats-Unis, et les 2/3 des huiles végétales produites en Europe, grâce à des soutiens publics estimés à 5,6 milliards d'euros en Europe et aux Etats-Unis (Zacharie, 2011).

Selon l'étude de l'IIASA, à l'horizon 2020, la production d'agrocarburants de première génération à hauteur de 2%, 4% ou 6% du total des carburants, engendrera une augmentation des prix des céréales de l'ordre de 5%, 20% et 34% respectivement (Fischer G. et al, 2009). Selon l'IFPRI, si la production d'agrocarburants de première génération continue d'augmenter, le maïs, qui constitue une culture alimentaire majeure, notamment en Afrique, subira une hausse de prix de plus de 40% d'ici 2020 par rapport à 2007. Le prix des oléagineux et du blé devraient augmenter de manière semblable (Cuénod, 2007). Le fait que les agrocarburants soient présentés comme une énergie d'avenir attire d'autant plus les spéculateurs, en quête de rendements croissants sur les marchés financiers (Zacharie, 2011). **Ces envolées des prix mettront en péril la sécurité alimentaire** des pays fortement importateurs de denrées alimentaires.

MAIS SOUS CERTAINES CONDITIONS, LA PRODUCTION D'AGROCARBURANTS PEUT ÊTRE SOURCE DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE À L'EXPORT POUR LES PAYS HÔTES

Il est à noter que les agrocarburants, comme les autres cultures commerciales, **présentent cependant l'intérêt d'apporter des investissements et peuvent créer des emplois en zone rurale**, en particulier en Afrique où leur développement est actuellement très important.

Ce point de vue est souligné par Olivier De Schutter, Rapporteur Spécial sur le droit à l'alimentation de l'ONU dans un rapport (Assemblée générale des Nations Unies, 2011) et une allocution à l'Assemblée Générale de l'ONU en 2011 sur les **formules d'agriculture contractuelle**. Définie comme un « accord entre des agriculteurs et des sociétés agroalimentaires ou de commercialisation, ou les deux, portant sur la production et la fourniture de produits agricoles selon des accords à terme, fréquemment à des prix préétablis », l'agriculture contractuelle s'est fortement développée depuis dans le monde depuis une trentaine d'année. En effet, notamment du fait de la diminution des services officiels de vulgarisation, l'agriculture sous contrat représente souvent l'unique option viable d'améliorer les moyens d'existence, car les contrats garantissent l'accès au marché ainsi qu'à des intrants de qualité (souvent fournis à un coût inférieur au prix de gros) et aux conseils techniques, tout en facilitant simultanément l'accès aux mécanismes de certification et aux possibilités de répondre aux normes (Assemblée générale des Nations Unies, 2011).

Tout en attirant l'attention sur les risques que présentent ces formules, Olivier De Schutter cite des **cas où les populations locales bénéficient en partie du profit dégagé**, et suggère donc que **les cultures d'agrocarburants pourraient contribuer indirectement à la sécurité alimentaire, dans un modèle vertueux d'agriculture d'exportation** par l'augmentation de la productivité du secteur agricole, et la structuration des filières (incitation au regroupement de coopératives de producteurs, mécanisation des exploitations, amélioration de l'accès aux intrants, etc.) (Centre d'analyse stratégique, 2012).

Une piste de réflexion intéressante pourrait consister à **considérer les agrocarburants comme des cultures commerciales**, et au même titre que les autres cultures de ce type, les intégrer à des périmètres mixtes, sur lesquels grandes exploitations agroindustrielles et exploitations familiales coexistent, organisées le long d'une filière complète et intégrés, comme présentés au 2.2.

L'exemple d'Oléosud (société issue de SOFIPROTEOL, la filiale financière de PROLEA, Fédération Française des Producteurs d'Oléagineux et de Protéagineux) en Afrique de l'Ouest, abordé dans les débats du groupe de travail du CAS sur les agrocarburants, illustre un retour d'expérience réussi dans ce domaine.

*Oléosud exploite sur des périmètres de plusieurs milliers d'hectares des cultures alimentaires et énergétiques, selon un modèle qui combine l'agriculture vivrière locale à l'agriculture commerciale. Sur le périmètre sont cultivés en rotation un agrocarburant (*Jatropha curcas*), et deux cultures vivrières (*tournesol* et *maïs*). Le périmètre fonctionne selon une formule d'agriculture contractuelle avec les agriculteurs locaux. Le prix des récoltes est contractualisé à l'avance avec les paysans (environ 250 euros/tonne pour le maïs), et le prix du produit fini est communiqué de manière transparente aux exploitants. Oléosud fournit des intrants et un soutien technique aux agriculteurs.*

A terme, le modèle doit faire émerger des filières agro-alimentaires locales (intrants, équipements, activités de production, de transformation et de valorisation des produits). Dans l'exemple d'Oléosud, le foncier a été concédé par les autorités de gouvernance locales (préfets, communautés villageoises, etc.).

La limite majeure du modèle est la nécessité d'existence et d'accès physique à un marché local. En effet, il s'agit des conditions nécessaires pour assurer des débouchés aux productions vivrières, mais elle sont difficilement maîtrisables par l'investisseur (Centre d'analyse stratégique, 2012).

Cependant, d'autres retours d'expérience conduisent, à l'inverse, à émettre des réserves concernant ce type de formules.

Selon l'étude de l'IIASA (Fischer G. et al, 2009), la contribution du développement des agrocarburants à accroître la valeur ajoutée agricole à l'horizon 2030 sera de 3% dans les pays en développement. **Les bénéfices sur le développement rural sont donc limités en remettant en question cet argumentaire.**

Une étude de l'ICRAF (International Centre for Research in Agroforestry) au Kenya a montré que ce modèle n'est pas toujours favorable au producteur.

Dans cette étude, des baisses de rendement ont été observées à la fois sur les cultures vivrières et sur le Jatropha. Les principales explications avancées sont l'utilisation de variétés non sélectionnées, des pratiques culturales non optimisées, et la méconnaissance de la localisation des zones à fort potentiel de rendement. Par ailleurs, le Jatropha présente la contrainte de s'étaler en longueur, ce qui complique les conduites en association. Ainsi, alors que le rendement attendu du Jatropha était de 5 tonnes d'huile/ha, les rendements obtenus stagnent autour de 1,5 tonnes.

L'étude conclut donc que les conditions de réussite doivent être établies en tenant compte des besoins, des préférences et des contraintes de moyens et de temps des petits producteurs (Iiyama et al., 2011).

LES INSTITUTIONS INTERNATIONALES COMPÉTENTES DOIVENT PROPOSER AUX PAYS HÔTES UNE COOPÉRATION DESTINÉE À LES AIDER À DÉFINIR LEUR POLITIQUE DE DÉVELOPPEMENT DES AGROCARBURANTS

Les débats du groupe de travail et les analyse du CAS sur le sujet (Centre d'analyse stratégique, 2012) ont souligné l'idée qu'**il appartient aux pays hôtes d'investissements étrangers de définir leur propre politique en matière de gestion des cultures non alimentaires, notamment des agrocarburants.** Chaque gouvernement africain concerné par les investissements dans le domaine des agrocarburants peut donc choisir soit de limiter ou d'encadrer la production d'agrocarburants s'il estime que la concurrence avec les cultures vivrières sur les meilleures terres est susceptible d'accroître la spéculation foncière et d'entraîner une augmentation des prix des produits alimentaires, soit d'encourager ces cultures afin de développer une agriculture d'exportation aux retombées économiques positives, se conjuguant avec le développement de l'agriculture vivrière.

C'est pourquoi **il apparaît nécessaire que les institutions internationales proposent aux pays hôtes des services de conseil destinés à les aider à définir leur politique de développement des telles cultures.** Les institutions internationales devront sensibiliser les Etats africains aux risques que comporte la production de biocarburants.

Par ailleurs, des moyens devant être mis en œuvre en commun afin d'évaluer l'ensemble des impacts des cultures à vocation énergétique.

Au final, **les choix en termes de politique de production d'agrocarburants devront prendre en compte l'ensemble des impacts sur la sécurité alimentaire, mais également sur l'ensemble des plans économique, social, et environnemental** des formules de cultures d'agrocarburants dans les pays concernés.

Enfin, l'étude de l'IIASA (Fischer G. et al, 2009) souligne l'importance de **protéger les pays en développement contre les impacts du développement des agrocarburants sur les marchés (volatilité des prix).**

LES AGROCARBURANTS DE DEUXIÈME GÉNÉRATION POURRAIENT CONSTITUER DES SOLUTIONS INTÉRESSANTES

Les **agrocarburants de deuxième génération**, issus de sources ligno-cellulosiques, donc produits à partir de résidus de cultures, ou de végétaux dédiés, ne concurrencent pas directement l'alimentation humaine.

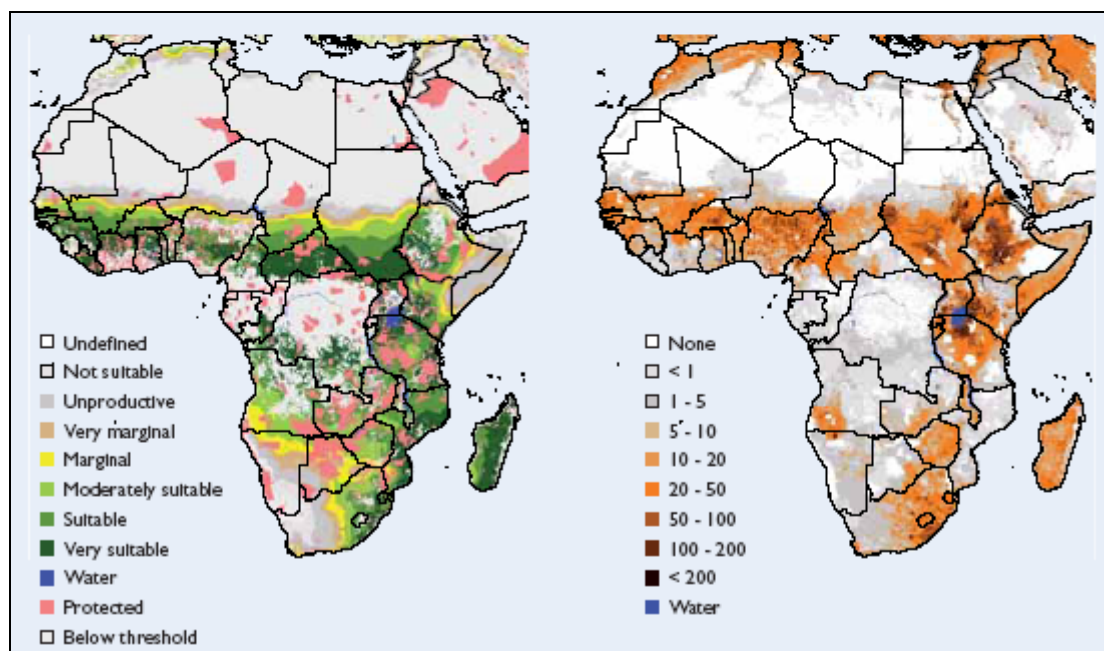
L'étude de l'IIASA (Fischer G. et al, 2009) suggère d'amorcer une **transition vers les agrocarburants de seconde génération** pour réduire la compétition entre agrocarburants et cultures alimentaires.

L'étude de l'IIASA (Fischer G. et al, 2009) ainsi que plusieurs autres études récemment publiées sur le sujet (Havlik P., De Cara S. et al, 2011) estiment que les agrocarburants de seconde génération permettent de s'affranchir des risques et des impacts négatifs liés à ceux de première génération.

Toutefois, les technologies de production des agrocarburants de seconde génération étant encore en cours de développement, l'étude de l'IIASA recommande le **soutien aux politiques qui favorisent les agrocarburants dont la production est viable d'un point de vue environnemental, social et économique**. Il peut s'agir dans un premier temps d'agrocarburants produits à partir de canne à sucre « durable » ou de résidus de cultures.

En Afrique, environ la moitié de la biomasse annuellement produite dans les zones de savane et de brousse est nécessaire à l'alimentation animale (pâtures). L'étude de l'IIASA (Fischer G. et al, 2009) a estimé que l'accroissement de la sécurité alimentaire se ferait principalement par l'accroissement des rendements dans les zones actuellement cultivées, et qu'environ un tiers des zones de savane et de brousse, soit 175 à 200 millions d'hectares pourraient être disponibles pour des cultures alimentaires et des agrocarburants. Ce résultat est toutefois à remettre en perspective avec les résultats présentés plus haut concernant l'expansion des terres cultivées pour accroître la production agricole en Afrique.

Figure 36 : Bio-productivité des prairies et des forêts (gauche), et densité de l'élevage de ruminants en Afrique (droite) (Source : Fischer et al 2008)



Par ailleurs, il est à noter que **les agrocarburants de deuxième génération produits à partir de plantes entières peuvent concurrencer des cultures alimentaires pour l'accès aux terres arables**. En effet, certains retours d'expérience ont montré que souvent, ces agrocarburants de deuxième génération produits à partir de plantes entières étaient implantées sur des terres fertiles qui pourraient être destinées à des cultures alimentaires.

Enfin, **les biocarburants de troisième génération**, produits à partir de micro-algues, s'affranchissent de la question de la concurrence avec les cultures alimentaires. Toutefois, ils restent à ce jour principalement au stade de recherche, très coûteux, et leur production nécessite elle-même de grandes quantités d'énergie.

Produits à partir de cultures alimentaires, les agrocarburants de première génération menacent directement la sécurité alimentaire mondiale, à la fois en concurrençant les cultures vivrières pour l'accès aux terres et aux ressources en eau, et en entraînant des hausses des prix des céréales en partie du fait de la spéculation. Cependant, comme les autres cultures commerciales, les agrocarburants peuvent constituer des sources de revenus économiques pour les producteurs. Les retours d'expériences montrent des résultats variables. Il est donc à présent indispensable d'évaluer l'ensemble des conséquences économiques, sociales, environnementales des agrocarburants. Les institutions internationales doivent proposer aux pays africains des services de conseil destinés à les aider à définir leur politique de développement des agrocarburants. Enfin, les agrocarburants de seconde génération pourraient constituer une solution intéressante localement.

2.4 LES TECHNIQUES PERMETTANT D'AMÉLIORER L'EFFICIENCE DE L'IRRIGATION DOIVENT ÊTRE RECHERCHÉES TOUT EN PRÉVENANT LES EFFETS REBONDS DE SURCONSOMMATION D'EAU

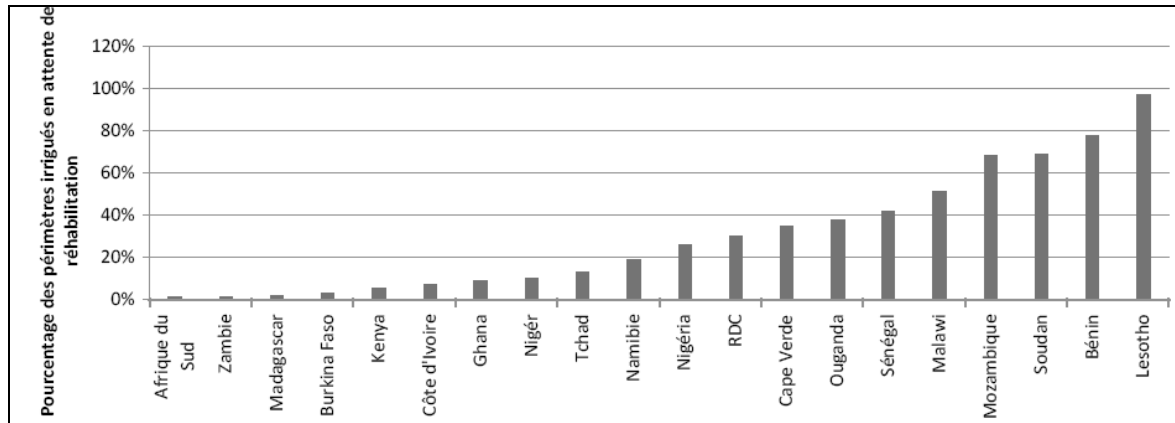
IL EXISTE D'IMPORTANTES MARGES DE PROGRÈS SUR DE NOMBREUX PÉRIMÈTRES...

Les questions de partage quantitatif d'une eau rare font apparaître la nécessité d'une utilisation parcimonieuse de la ressource, afin de limiter les coûts de fonctionnement et les impacts socio-environnementaux.

Si **l'irrigation gravitaire** est peu consommatrice d'énergie, elle est en revanche **peu économe en eau, mais constitue néanmoins le mode d'irrigation dominant en Afrique**. L'efficacité apparente de l'utilisation de l'eau dans les périmètres irrigués africains est souvent très faible. Les prélèvements de l'Office du Niger correspondent à 36 000 m³/ha, dont seulement le quart serait effectivement utilisé par les plantes (Raison, Magrin, 2009).

Pour limiter les consommations d'eau, l'irrigation gravitaire requiert un très bon entretien des réseaux et parcelles. Or, de nombreux périmètres irrigués se sont dégradés, comme le montre la figure suivante, et ne permettent plus d'assurer le service, ou alors au prix de fortes surconsommations d'eau. Ils sont parfois utilisés pour les cultures pluviales en attendant leur restauration.

Figure 37 : Pourcentage des périmètres irrigués en attente de réhabilitation (Source : adapté de FAO Aquastat - AICD 2008)



D'autres causes peuvent expliquer les **surconsommations de l'irrigation gravitaire**. Le mode de facturation (forfait à l'hectare plutôt que tarif fonction de la consommation) n'incite pas aux économies d'eau. Sur un plan technique, l'amélioration de l'efficacité en gravitaire se heurte à la nécessité de lessivage des sols pour empêcher leur salinisation. L'irrigation gravitaire facilite des détournements d'eau, comme dans le cas de l'Office du Niger, avec à la périphérie la création de casiers rizicoles informels (« il suffit d'éventrer un drain pour irriguer un bas-fond » (Raison, Magrin, 2009)). Ces périmètres irrigués informels ne sont généralement pas comptabilisés dans le calcul des consommations par hectare, ce qui entraîne une surévaluation de ce ratio.

Les **économies d'eau** sur ces périmètres passeraient par une réhabilitation du patrimoine, ainsi qu'une meilleure organisation de la gestion technique (qualité du service de desserte) et financière (viabilité du service).

De nombreuses techniques d'amélioration de l'efficacité en irrigation gravitaire existent (imperméabilisation des canaux, planage des sols permettant une meilleure répartition de l'eau, siphon à amorcer, paillage des cultures pour limiter l'évaporation, ...).

En Afrique de l'Ouest, les techniques d'irrigation sous pression sont peu employées. « L'irrigation par aspersion est rare à cause des pertes par évaporation, de la fragilité des systèmes et du coût du pompage sous pression. L'aspersion à partir de pivots, fort rare, est surtout utilisée pour la canne à sucre. Le goutte-à-goutte, adapté pour le petit maraîchage bien que constamment promu dans les conférences, est rare sur le terrain. Les systèmes dits californiens avec tuyaux enterrés sont plutôt utilisés pour les cultures à haut rapport comme le haricot vert » (Barbier et al., 2009).

Il est moins cher de réhabiliter des infrastructures dégradées que de construire de nouveaux aménagements. Ainsi la base de données AQUASTAT de la FAO indique un coût moyen de réhabilitation à l'hectare bien moindre que celui d'un nouvel aménagement. Une irrigation gravitaire requiert des investissements plus importants au départ mais aura des coûts de fonctionnement moindres.

Tableau 12 : Coûts à l'hectare de réhabilitation et de construction de nouveaux aménagements (Source : FAO)

	Afrique Subsaharienne		Afrique du Nord
	Nouvel aménagement	Réhabilitation - modernisation	Réhabilitation - modernisation
Investissement (\$, année 2000)	\$ 5 400	\$ 1 300	\$ 900

Il est à noter que les coûts de réhabilitation peuvent être très variables et parfois plus élevés que ceux présentés dans le tableau ci-dessus. En effet, les coûts sont fonction du type de réhabilitation effectuée et de l'état initial des périmètres.

Par ailleurs, la réhabilitation présente un autre avantage non négligeable par rapport à la construction de nouveaux périmètres : celui de la **maîtrise foncière**. Dans le cas de la réhabilitation de périmètres existants, le foncier est déjà adapté à l'irrigation, ce qui évite l'accaparement d'espaces déjà consacrés à d'autres usages, et la consommation d'espaces naturels.

Dans les situations de tension sur la ressource, cette optimisation des prélèvements pour l'irrigation permet de dégager une marge de manœuvre utilisable pour augmenter la production globale sans augmenter les consommations globales d'eau, ou bien pour d'autres usages.

... MAIS ATTENTION : AUGMENTER LA PRODUCTIVITÉ PEUT ENTRAINER UNE HAUSSE GLOBALE DES PRÉLÈVEMENTS

Les marges de prélèvement disponibles et les modernisations techniques peuvent en effet inciter à irriguer de plus grande surfaces, à cultiver un deuxième ou troisième cycle de cultures par an, ou à cultiver des cultures plus consommatrices. Si ces augmentations ne sont pas contrôlées, développer l'accès à des équipements économes en eau peut parfois donner lieu à une augmentation des besoins en prélèvement globaux.

Au Maroc, par des subventions, le Plan National d'Economie d'Eau en Irrigation a orienté le mode d'irrigation de la grande majorité des zones de grande irrigation vers le goutte-à-goutte, qui permet un usage plus efficient de l'eau. Le résultat observé a été certes un économie d'eau à l'hectare par culture, mais les agriculteurs se sont massivement tournés vers un deuxième cycle de cultures qui a globalement augmenté la consommation d'eau, alors que les tensions sur la ressource sont déjà fortes dans cette région.

L'irrigation gravitaire, majoritaire en Afrique, présente une efficacité généralement faible. Dans des zones où les tensions sur la ressource sont fortes, il est primordial de promouvoir des solutions techniques (cuvelage, planage, mulch, etc.) et des modes de gestion qui améliorent localement cette efficacité (stockages, qualité de la distribution, etc.). De plus, il est en général financièrement, socialement et environnementalement plus intéressant de réhabiliter les périmètres irrigués dégradés que d'en construire de nouveaux. Toutefois, une gestion intégrée doit être prévue pour ces améliorations, qui sont susceptibles d'entraîner l'accroissement des consommations d'eau totales.

2.5 L'INTÉRÊT DE DÉVELOPPER L'IRRIGATION DOIT S'APPRÉCIER AU CAS PAR CAS, À LA BONNE ÉCHELLE D'ANALYSE, ET AVEC DES MÉTHODES ADAPTÉES

La question de l'opportunité de l'irrigation est en effet très complexe et balaye un large champ de questions agronomiques, sociales, économiques et environnementales. Le risque de la caricature existe alors qu'en pratique la réponse ne peut être abordée globalement et nécessite une approche locale, détaillée, et systémique. La zone objet de la réflexion est à restituer au sein d'un système complexe qui inclut des écosystèmes aquatiques et terrestres, des marchés de débouchés, la main d'œuvre disponible, l'environnement technique, le sol, les savoir-faire locaux, ...

Sans détailler tous ces aspects, on insistera ici sur les points suivants : les objectifs de l'irrigation, le contexte minimum indispensable au développement de l'irrigation, la nécessité d'intégrer les autres usages dans les réflexions sur le développement hydro-agricole, la nécessaire vision transnationale, l'importance d'intégrer les impacts environnementaux et sociaux des projets et enfin l'existence de techniques alternatives aux projets hydro-agricoles classiques.

L'IRRIGATION : ASSURANCE OU PRODUCTION ?

En premier lieu, il s'agira de s'interroger sur les objectifs de l'irrigation. Cherche-t-on à apporter une assurance à un système de production déjà en place pour faciliter le passage d'années plus sèches (par exemple la sécurisation d'un système fourrager pour éviter d'importer des fourrages en année sèche) ? Ou vise-t-on un changement profond de système, avec une hausse importante de la production ?

Dans tous les cas, la mise en place d'un apport d'eau exogène devra être précédé d'un questionnement serré sur sa faisabilité et sa capacité à répondre à l'objectif.

LES CONTEXTES SOCIAL ET ÉCONOMIQUE SONT ILS ADAPTÉS AU DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ?

Le développement de l'irrigation est un des leviers d'accroissement de la production agricole.

L'analyse de son opportunité doit intégrer un balayage précis des contextes technique, économique et social, en "amont" et en "aval".

En amont, la réussite passera par la possibilité de développer des filières d'approvisionnement en intrants et des capacités techniques de gestion et d'entretien des systèmes d'irrigation. De nombreux périmètres irrigués sont par exemple sous-exploités ou abandonnés parce que leurs systèmes hydromécaniques n'ont pas été entretenus faute de compétences locales. L'existence d'organismes de crédit capables de soutenir les producteurs sera également fondamentale pour leur permettre d'assurer le décalage entre paiements des intrants et charges et recettes.

En aval, l'existence d'une demande effective et solvable sera fondamentale pour enclencher le cercle vertueux permettant une pérennisation de l'activité.

En termes sociaux, le développement de l'irrigation peut chambouler totalement les systèmes locaux et se retrouver trop décalé avec les savoir-faire ancestraux. Un accompagnement de long terme est alors nécessaire.

Citons l'exemple du **périmètre de la SODAGRI au Sénégal (Haute-Casamance)** dont l'échec illustre très bien les exigences qui se rattachent au développement de l'irrigation : il a été développée dans une zone habitée par des éleveurs et où la main d'œuvre a dû être importée sans réel succès, il existe localement très peu de savoir faire pour son entretien et son pilotage depuis un siège social très éloigné (situé à Dakar) est inefficace.

LES RÉFLEXIONS SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION SONT À INTÉGRER DANS DES APPROCHES MULTI-USAGES ET TRANSNATIONALE

Les besoins en irrigation sont souvent synchrones des étiages des cours d'eau, la ressource en eau est souvent irrégulière d'une année sur l'autre ; pour ces raisons, le développement de l'irrigation à partir de ressources superficielles peut nécessiter un besoin de stockages d'eau intersaisonnier ou interannuel. Les baisses de ressources en eau que pourra entraîner le changement climatique dans certaines zones poussera également dans ce sens.

La question du développement de l'irrigation peut être ainsi liée à celle de la construction d'ouvrages de régulation. Ces ouvrages pourront avoir également d'autres objectifs : hydroélectricité, hausse des débits en étiage, protection contre les crues.

La question de l'irrigation est plus généralement liée à celle du partage d'une ressource limitée. **La question de l'opportunité de l'irrigation doit donc se poser de manière élargie, avec une nécessaire vision multi-usage et transnationale.** Certains acteurs l'ont déjà bien compris et intègrent les réflexions sur l'opportunité de l'irrigation au sein de schémas multisectoriels.

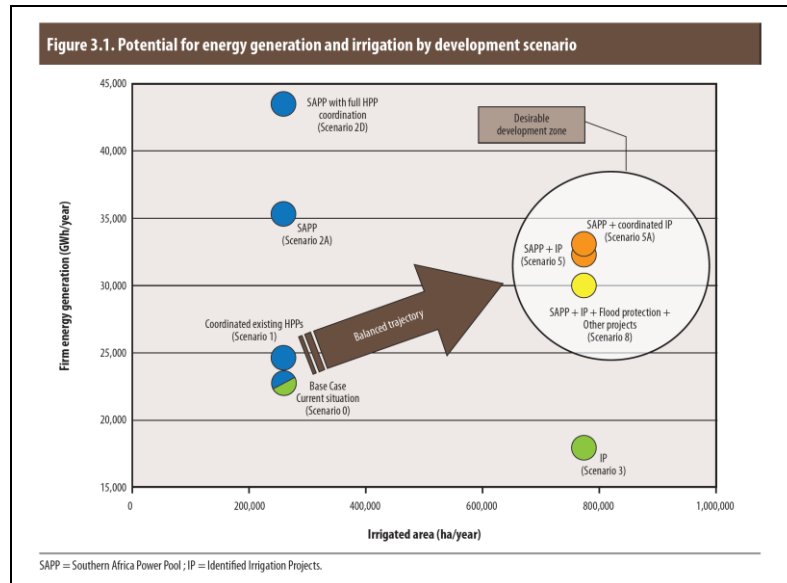
Citons le cas récent d'une réflexion conduite sur le **bassin du Zambèze (BRLi, 2010a)**. Le bassin du Zambèze est le 4^{ème} plus grand bassin africain, avec une superficie de 1,37 millions de km² et une population d'environ 30 millions d'habitants. Il recoupe 8 pays (Angola, Botswana, Malawi, Zambie, Mozambique, Namibie, Tanzanie, Zambie et Zimbabwe). 85 % de la population du bassin est située au Malawi, au Zimbabwe et en Zambie.

Dans cette approche, **une réflexion hydro-économique multisectorielle** a été conduite afin d'analyser les opportunités de développement liées à l'eau. Les usages suivants ont été pris en compte : production hydroélectrique, irrigation, pêche, tourisme, environnement, mines, desserte en eau potable de grandes villes comme Lusaka. Chaque secteur pris indépendamment présente un potentiel maximal de développement :

- ▶ la production hydroélectrique seule pourrait ainsi passer d'environ 23 000 GWh actuellement à 43 000 GWh ;
- ▶ la superficie actuellement équipée pour l'irrigation est de 183 000 ha, des scénarios d'un équipement à plus d'un million d'ha équipés sont envisageables.

L'étude a consisté à construire des scénarios multi-usages et à rechercher des trajectoires de développement possibles. Les résultats peuvent être illustrés par exemple par le graphe ci-après qui permet de comparer les évolutions croisées irrigation x hydroélectricité à l'échelle de l'ensemble du bassin. Ces résultats constituent des outils d'aide à la décision qui devraient permettre aux pays du bassin du Zambèze de choisir un scénario optimal de développement des ressources en eau.

Figure 38 : Analyse des opportunités d'investissements multisectoriels dans le bassin du Zambèze
(Source : Banque mondiale et BRLi 2010a)



L'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (UNIDO, avril 2008) estime que le continent Africain n'utilise que 7 % de son potentiel hydroélectrique, et la BAD estime que le potentiel hydroélectrique à développer pour les seules grandes centrales pourrait atteindre 170 GW. **L'intégration des usages multiples des barrages dès la conception permet de réduire le coût d'aménagement des périmètres irrigués.** Ainsi, lorsqu'un barrage sert à la fois pour la production hydroélectrique, l'alimentation en eau potable d'une ville, la protection contre les crues et l'irrigation, les agriculteurs n'ont pas à supporter seuls le coût d'investissement dans l'infrastructure. L'Africa Infrastructure Country Diagnostic, initiative croisée de plusieurs bailleurs, l'indique comme une condition de viabilité d'une grande infrastructure.

LE DÉVELOPPEMENT DE PÉRIMÈTRES IRRIGUÉS ET D'OUVRAGES DE RÉGULATION DOIT INTÉGRER LES CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES

Les impacts négatifs potentiels du développement de l'irrigation sont nombreux et doivent être analysés en détail avant la mise en place d'un projet : réduction des zones humides, impacts sur les débits des cours d'eau, développement de maladies hydriques, rejets de produits phytosanitaires, modifications des systèmes de production, ... Le développement d'une irrigation maîtrisée peut entraîner dans une zone connexe la réduction d'une irrigation de décrue anciennement installée.

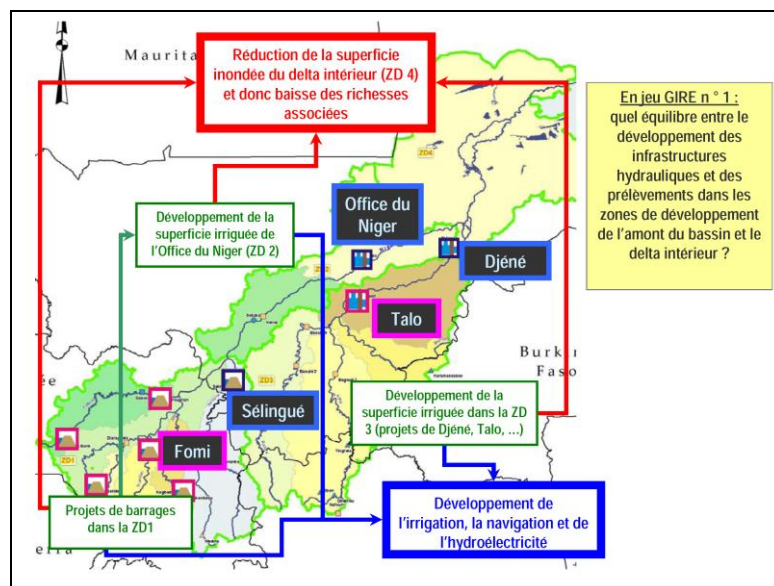
La balance coûts-bénéfices doit être ainsi finement analysée.

Le fleuve Niger fournit un très bon exemple de ce type de questionnement. Le bassin de ce troisième plus long fleuve d'Afrique recoupe 9 pays (Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Guinée Conakry, Mali, Niger, Nigéria, Tchad) et recouvre une superficie contributive de 1,4 millions de km². Sa population s'élève à environ 106 millions d'habitants (2005).

Son cours naît dans le massif du Fouta Djalon, puis traverse une très vaste zone deltaïque intérieure remarquable, "le delta intérieur du Niger". L'importance de l'inondation annuelle de cette zone est conditionnée par le volume de la crue amont. Les bénéfices attachés à cette inondation annuelle sont très importants : pêche, cultures de décrue, élevage, environnement (le delta est une zone RAMSAR de réputation mondiale). Il existe déjà à l'amont de la zone le barrage de Sélingué (2,25 milliards de m³) qui entraîne un écrêtement de la crue annuelle. Il permet de fournir, en période de basses eaux, un débit utilisé par des périmètres irrigués en aval, en particulier l'Office du Niger situé au Mali.

Un trop fort développement de barrages à l'amont du delta intérieur entraînerait une réduction importante de la crue participant à son inondation et réduction de ses bénéfices associés.

Figure 39 : Enjeux des projets d'aménagements sur le Niger amont vis-à-vis du delta intérieur du Niger
(Source : BRLi)



Un équilibre est donc à trouver entre le développement des barrages et de l'irrigation maîtrisée et la préservation de cette zone humide. La question est compliquée dans la mesure où les projets de barrages se trouvent en amont en Guinée Conakry et le delta Intérieur au Mali (où on trouve toutefois également les grands périmètres qui pourraient profiter du développement des barrages).

Cette question a été abordée en détail dans le Plan d'Action de Développement Durable du bassin du Niger (BRLi, 2007a) qui a permis d'établir une approche multi-usage et transnationale par un calcul coûts-bénéfices intégrant à la fois les projets de développement et leurs impacts sur l'environnement. Une limitation du développement des barrages au seul projet de barrage de Fomi (6,1 milliards de m³) a été proposée en conclusion.

L'approche conduite a aussi insisté sur la nécessité de laisser couler dans le fleuve, en toute saison, un débit minimal pour assurer le bon état de ses systèmes aquatiques et les usages fondamentaux de ses populations riveraines (BRLi, DHV, 2007).

Cette notion de débit minimum environnemental est à généraliser dans tous les cours d'eau pérenne objets de prélèvements. Cette notion a été introduite par exemple récemment dans la Charte des Eaux du bassin du Lac Tchad (en cours d'adoption) avec la définition de points de référence aux droits desquels les six pays du bassin (Cameroun, Niger, Nigéria, Tchad, Libye, République Centrafricaine) s'engagent à respecter des débits minimums en période d'étiage (pour laisser un minimum d'eau couler pour les enjeux environnementaux et humains) et en période de crue (pour garantir l'inondation des zones humides associés aux cours d'eau du bassin).

L'IRRIGATION PEUT SE DÉVELOPPER GRÂCE À DES SYSTÈMES À PETITE ÉCHELLE

Les grands aménagements, en plus des impacts sociaux et environnementaux importants qu'ils peuvent générer, présentent l'inconvénient d'être localisés sur un site donné, au niveau duquel la main d'œuvre doit se déplacer, et qui concentre les conflits potentiels.

Les zones agricoles pluviales situées hors de portée des grands projets de barrages peuvent accueillir des projets d'irrigation à petite échelle qui font appel à la collecte d'eau de pluie et à la construction de petits barrages. Une contrainte à la viabilité de ce type d'aménagement est l'accès au marché pour l'écoulement des surplus de production. L'AICD (Africa Infrastructure Country Diagnostic) considère que « quelques 23 millions d'hectares de terres situées à moins de cinq heures de camion d'une ville importante pourraient être irrigués de façon rentable par des systèmes à petite échelle » (en supposant un coût d'aménagement de 600 \$/ha)¹⁰, soit 10 fois plus que par des grands aménagements. Près de la moitié se situeraient au Nigéria, et près d'un tiers au Niger. Au Burkina Faso, au Cameroun, au Tchad, au Sénégal, en Afrique du Sud et au Soudan, 1 à 2 millions d'hectares de petits aménagements d'irrigation pourraient être rentables.

Au Burkina Faso, plus d'un millier de petits barrages ont été construits, utilisés pour l'irrigation mais aussi pour une multitude d'usages (abreuvement du bétail, usages domestiques autre que l'eau potable, pêche...), ce qui a contribué à la fixation d'actifs en zone rurale.

Il est à souligner que, quel que soit le type de périmètre irrigué, l'aménagement de l'infrastructure doit s'accompagner d'un encadrement des irrigants afin de les appuyer pour changer leurs pratiques, ce qui prend plusieurs années. Les parties correspondantes des projets sont souvent sous-évaluées.

L'IRRIGATION PEUT AUSSI SE DÉVELOPPER À PARTIR DE TECHNIQUES ALTERNATIVES

En dehors des solutions classiques d'aménagement, il existe des solutions de niche dont l'opportunité doit s'apprécier en fonction des spécificités et des contraintes locales (énergie disponible, contraintes socio-culturelles, ...).

► Le dessalement

Le dessalement est une solution très coûteuse et gourmande en énergie. Il peut s'agir d'une solution ponctuelle dans des zones où aucune autre ressource n'est disponible, mais elle est non généralisable (nécessité d'une façade maritime) et doit être associée à une source d'énergie renouvelable.

► La réutilisation des eaux usées (REU)

La REU pose des questions sanitaires qui doivent faire l'objet d'une approche rigoureuse (respect de normes en matière de niveau de traitement des effluents, en fonction des cultures irriguées). Les débits disponibles sont souvent limités. Par ailleurs, la REU peut dans certains cas concurrencer les milieux naturels. En effet, certains cours d'eau sont en grande partie alimentés par les rejets de stations d'épuration, et l'exploitation de ceux-ci pour l'irrigation pourrait fortement réduire les débits présents dans le cours d'eau et nuire au bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques.

¹⁰ Avec un coût d'aménagement de 2000 \$/ha, ce chiffre tombe à 14 millions d'hectares.

La REU peut constituer une solution partielle qui combinera amélioration globale de l'assainissement (par l'épandage de l'effluent plutôt que son rejet ponctuel), économies d'eau et par exemple cultures de proximité en zones périurbaines.

En Tunisie, l'utilisation de la REU pour l'irrigation de céréales se développe légèrement, mais elle souffre d'un gros problème d'acceptation. Sur le périmètre pilote de Sebala, au nord de Tunis, il a été observé que 70% de l'eau ainsi fournie était finalement perdue : les agriculteurs préfèrent recourir au pluvial qu'utiliser la REU. La REU rencontre visiblement des freins importants à son développement, même si les tensions sur les ressources en eau s'accroissent dans cette région (Belhouchette, 2011).

En pratique, les solutions dites alternatives restent aujourd'hui très coûteuses, comme l'illustre le tableau ci-dessous, et ne sont utilisées que lorsqu'elles constituent une réelle opportunité.

Tableau 13 : Tableau comparatif des coûts de production de l'eau hors service (Source : Mission d'information parlementaire « Géopolitique de l'eau » 2011)

Source	Coût de production (centimes d'euros par m ³)
Eau non polluée	5
Eau polluée	25
Eaux sales	45
Eau salée	75

Dans les zones irrigables, il n'est pas toujours opportun de créer de grands aménagements hydrauliques. Les échecs d'un certain nombre de projets d'irrigation Africains montrent que de nombreux critères techniques, sociaux, économiques et environnementaux doivent être pris en compte et adaptés à chaque situation, afin de mesurer l'ensemble des retombées positives, des difficultés et des impacts négatifs qui pourront être liés au développement du périmètre. La gestion intégrée transnationale à l'échelle des bassins versants internationaux doit également prévaloir. L'irrigation à partir d'infrastructures de petite taille (petits barrages, puits, ...) ou de techniques alternatives peut également constituer des solutions localement pertinentes.

2.6 LES PROMETTEUSES PRATIQUES AGRONOMIQUES DE CONSERVATION DES EAUX ET DES SOLS DOIVENT BÉNÉFICIER DE MOYENS TECHNIQUES ET FINANCIERS POUR ASSURER LEUR DÉVELOPPEMENT

CERTAINES TECHNIQUES CULTURALES ISSUES DE PRATIQUES TRADITIONNELLES PERMETTENT DE RÉCONCILIER PRODUCTIVITÉ ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT GRÂCE À UNE GESTION CONJOINTE DE L'EAU ET DE LA FERTILITÉ

L'**agriculture de conservation** (AC), également appelée SCV pour Systèmes de culture avec Couverture Végétale permanente ou encore Semis Direct sous couverture végétale, est une méthode de gestion des agro-écosystèmes qui a pour but une amélioration soutenue de la productivité, une augmentation des profits ainsi que de la sécurité alimentaire tout en préservant et en améliorant les ressources et l'environnement. L'agriculture de conservation se caractérise par trois principes :

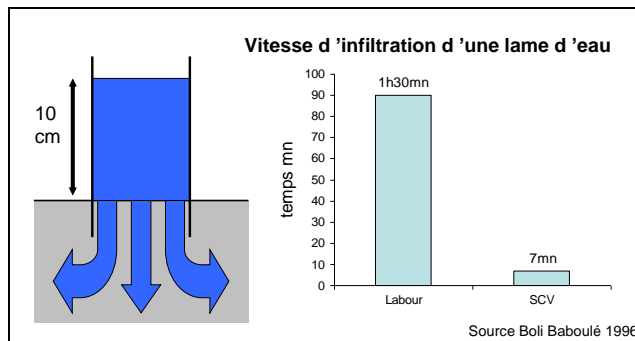
- ▶ L'absence de labour mécanique (charrue) remplacé par le labour biologique (effectué par les racines et les organismes du sol),
- ▶ La couverture permanente du sol par un mulch végétal vivant ou mort (paille),
- ▶ La diversification des espèces cultivées, en association et/ou dans la rotation.

L'application de ces trois principes procure à l'agriculteur les avantages suivants : augmentation de la fertilité du sol (amélioration de la structure du sol, augmentation du taux de matière organique, recyclage des éléments chimiques en profondeur, développement de l'activité biologique du sol), économies d'eau (meilleure infiltration, réduction de l'évaporation), protection contre l'érosion, contrôle des mauvaises herbes, diminution de la consommation de carburant (absence de labour) et d'intrant chimique, diminution des temps de travaux, augmentation des rendements, meilleure rentabilité économique.

En agriculture conventionnelle, le labour est responsable de la minéralisation du carbone du sol, notamment en climat tropical, et contribue largement à l'augmentation du CO₂ atmosphérique. L'agriculture de conservation, *a contrario*, permet la séquestration du carbone dans le sol par la création de matière organique stable (pas de labour, restitution des résidus, couverture végétale). Les scientifiques s'accordent sur un stockage de carbone de l'ordre de 0,5 à 3 T/ha/an suivant les situations climatiques. Cette quantité significative permettrait si elle était appliquée sur des surfaces importantes d'avoir un impact sur le taux de CO₂ atmosphérique et en conséquence sur le réchauffement climatique.

Les cultures en SCV permettent notamment une meilleure infiltration et rétention de l'eau dans le sol.

Figure 40 : Vitesse d'infiltration d'une lame d'eau en labour et en SCV (Source : Boli Baboulé, 1996)



En labour, une lame d'eau de 10 cm de hauteur met 1h30 à s'infiltrer dans le sol. En SCV la même lame d'eau met 7 min à s'infiltrer soit 13 fois plus vite. Ainsi **une parcelle cultivée en SCV durant une pluie, emmagasinerait 13 fois plus d'eau dans le profil cultural qu'une parcelle labourée.**

D'autres techniques permettent également d'exploiter les processus naturels présents dans les écosystèmes pour assurer une meilleure gestion de l'eau et de la fertilité en parallèle. Ces techniques constituent un intérêt particulier pour l'Afrique subsaharienne, où les surfaces cultivées en pluvial sont majoritaires et soumises aux aléas climatiques : sans nécessiter d'aménagements importants, elles permettent de sécuriser en partie les productions.

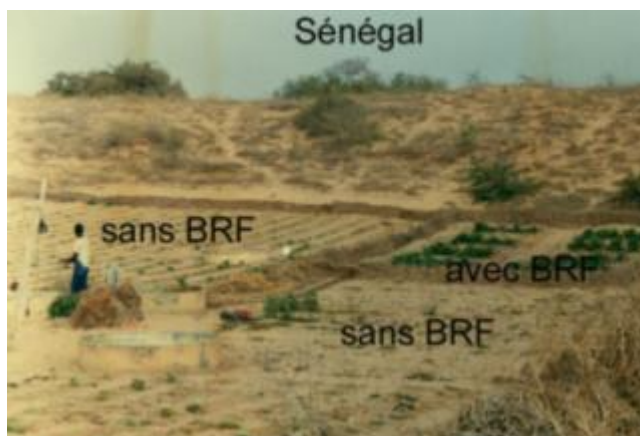
Le zaï est une technique traditionnelle provenant de la zone de convergence du Mali, Niger, et du Burkina Faso. Il s'agit d'une forme particulière de culture en poquet qui permet de concentrer l'eau et la fumure dans des microbassins où les graines seront semées. Pendant la saison sèche, les trous (30-40cm de diamètre, 10-15cm de profondeur) sont creusés en quinconce tous les 80cm à la daba (pioche à manche courte), et la terre retirée est déposée en croissant en aval des trous, la rugosité de la surface est ainsi améliorée : le ruissellement, la vitesse du vent et donc l'érosion sont limités. Préparer la terre si tôt permet le piégeage de sables, limons et matières organiques transportés par l'Harmattan (vent) dans les poquets.

La surface de sol qui n'est pas travaillée autour des trous sert d'impluvium, et permet donc d'augmenter la quantité d'eau retenue dans les poquets. Juste avant ou dès les premières pluies, l'agriculteur dépose une à deux poignées de poudre de matières organiques séchées au soleil (1 à 3 t/ha) dans chaque microbassin. Les matières organiques vont attirer les termites qui creusent des galeries jusqu'à la surface : ces structures permettent l'infiltration de l'eau et la formation de poches d'eau en profondeur qui seront exploités par les racines entre deux pluies. Des amendements minéraux peuvent également être ajoutés.

Cependant, le zaï est une technique très laborieuse : il faut 300 à 400 h de travail par hectare de terre, les outils sont contraignants, et l'étape la plus difficile a lieu en saison sèche, c'est-à-dire en période de manque d'eau et de nourriture. Pour pallier ces limites, le zaï mécanisé se développe dans certaines zones (Cirad).

Le Bois Raméal Fragmenté (BRF) est un mélange de résidus de broyage de rameaux de bois frais utilisé comme couverture du sol. Il favorise ainsi le développement d'humus, siège de mécanismes naturels liés à la pédofaune et à la pédoflore, et qui permet de réduire, voire supprimer le labour, les engrais et l'irrigation. Le BRF constitue également un moyen de lutte contre les maladies. Des expériences ont montré des rendements 500% à 800% supérieurs sur tomates et courgettes à Madagascar en raison du contrôle des nématodes grâce au BRF (Ekopedia).

Figure 41 : Cultures sur sols avec et sans BRF (Source : FAO)



L'agroforesterie est un type de pratique qui consiste à associer sur des parcelles à vocation mixte des cultures ou pâtures annuelles avec des arbres. Cela permet de tirer parti de la complémentarité entre les arbres et les cultures pour mieux valoriser les ressources naturelles. Sur les parcelles cultivées en agroforesterie, il a été montré que la somme de la production de bois et de la production agricole était supérieure à la production séparée obtenue par un assolement agriculture-forêt sur la même surface (Agroforesterie.fr, 2006).

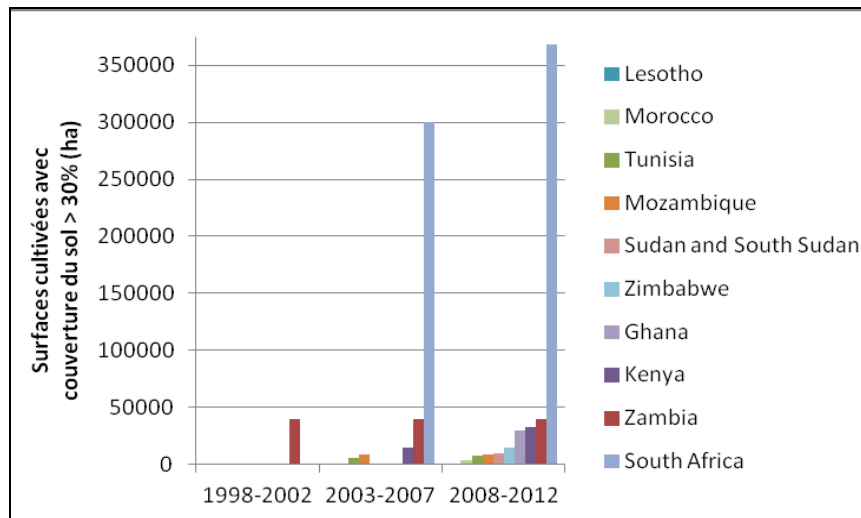
Dans la région de Zinder (sud du Niger), on assiste à d'importantes régénérations naturelles assistées d'Acacia albida (appelé « gao » au Niger) grâce à sa préservation active par les agriculteurs. Cet arbre, souvent appelé « arbre miracle » en Afrique sahélienne, a la caractéristique de perdre ses feuilles pendant la saison des pluies et d'être feuillé en saison sèche. Ainsi, sa présence ne porte pas atteinte aux cultures annuelles en saison des pluies, et à l'inverse procure de l'ombrage pour les animaux en saison sèche. Ses gousses et ses feuilles constituent des aliments et des fourrages pour le bétail, dont les déjections accroissent la fertilité des sols conjointement avec la dégradation des débris végétaux de l'arbre. Par ailleurs, la vente du bois constitue une activité économique et une source de revenus pour les familles. Ce sont les pressions croissantes liées au climat et à la démographie sur la production agricole qui ont poussé les cultivateurs à gérer et à protéger activement les repousses d'Acacia albida. Une étude de 2006 a estimé que dans les trois départements de Magaria, Matameye, et Mirriah, 1 million d'hectares étaient concernés par la régénération naturelle assistée d'arbres pour l'agroforesterie, dont une majorité d'Acacia albida. Ces pratiques favorisent la sécurité alimentaire des ménages ruraux en Afrique (USAID, 2006).

EN AFRIQUE, LES SURFACES EN AGRICULTURE DE CONSERVATION SONT ENCORE LIMITÉES MAIS DES EXEMPLES PROMETTEURS CONSTITUENT UN ENCOURAGEMENT À LEUR DÉVELOPPEMENT

La répartition actuelle des surfaces en agriculture de conservation dans le monde n'est pas homogène : l'Amérique du Nord et du Sud, berceau historique de cette forme d'agriculture, représente en 2010 plus de 80% des surfaces. Les surfaces en Afrique restent encore marginales : environ 370 000 ha, soit moins de 1% des terres cultivables, mais le potentiel de progression est l'un des plus forts au monde (Derspich, 2010), et ces surfaces sont en expansion depuis une dizaine d'années.

Figure 42 : Evolution des surfaces en agriculture de conservation en Afrique

(Source : Aquastat, graphe BRLi)



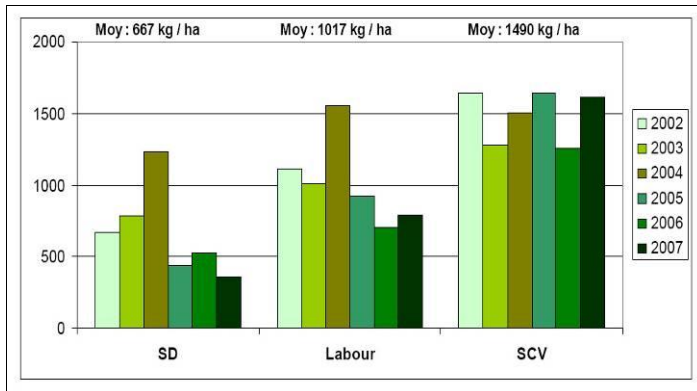
Exemple au Nord-Cameroun (Source : Projet BRLi/ESA/SODECOTON)

L'arrivée des SCV au Cameroun date des années 2000. La recherche camerounaise a pu bénéficier de l'expérience malgache et a adapté très rapidement les systèmes conçus à Madagascar au contexte climatique et aux cultures du Nord Cameroun (coton, sorgho, maïs). Les rendements obtenus ont été excellents notamment grâce à l'économie d'eau que procurent les SCV sous un climat tropical sec où l'eau est précieuse (600 à 1200 mm annuel avec 8 mois de saison sèche). La diffusion des SCV est favorisée par la présence de l'encadrement technique de la Société de Développement du Coton du Cameroun (SODECOTON) : plus de 300 techniciens et ingénieurs déployés sur le terrain. La SODECOTON assure également l'approvisionnement en intrants (engrais et herbicides) des producteurs permettant de démarrer rapidement avec des itinéraires techniques performants.

Le principal frein à la diffusion des SCV dans cette région du Cameroun est la difficulté de conservation de la biomasse (résidus de récolte) d'une année sur l'autre. En effet, à la fin de la récolte des céréales et du coton les parcelles sont traditionnellement mises à la disposition des éleveurs transhumants pour la vaine pâture des troupeaux. De plus, la pratique du feu de brousse est courante et détruit des milliers d'hectares tous les ans. Aujourd'hui, les actions s'orientent vers l'embocagement des parcelles avec des épineux pour prévenir la destruction des résidus par les animaux et la mise en place de pare-feu.

La SODECOTON, consciente de la nécessité de s'orienter vers une agriculture durable, a fait de la diffusion des SCV une priorité. Ce sont près de 3000 ha qui ont été installés à chaque campagne agricole depuis 2008 avec les producteurs de coton.

Figure 43 : Evolution des rendements en coton sur le site de Zouana entre 2002 et 2007 (Source : BRLi)



SD = Semis Direct = pas de labour, pas de couverture de sol

Labour = labour, pas de couverture du sol

SCV = pas de labour, couverture du sol

En semis direct, le rendement est faible (moyenne 667 kg/ha) et fluctue énormément d'une année à l'autre. Les 3 dernières années sont excessivement basses. En labour, la situation est meilleure (moyenne 1017 kg/ha) mais n'atteint qu'une seule fois un rendement supérieur à 1 t/ha sur 6 ans. En SCV, dans les mêmes conditions climatiques, le rendement est toujours supérieur à 1 t/ha et atteint au moins 1,5 t/ha 4 années sur 6. Les fluctuations interannuelles sont faibles. Les conditions des trois dernières années, où le SD et le labour ont fortement souffert, ne se font pas ressentir en SCV. (Source : Projet BRLi/ESA/SODECOTON, Garoua, Nord-Cameroun).

MAIS LA MISE EN ŒUVRE DE CES TECHNIQUES PRÉSENTE DES CONTRAINTES À NE PAS NÉGLIGER

Malgré leurs aspects prometteurs, les techniques de l'agriculture de conservation et de l'agroécologie présentent également, des limites d'ordre technique et matériel en Afrique. En effet, elles nécessitent un certain niveau de **formation des agriculteurs**, qui est difficile à assurer dans les pays où l'agriculture familiale domine et où les relais techniques locaux manquent de moyens.

C'est pourquoi, il apparaît primordial de favoriser **la multiplication des centres de recherche dont l'objectif sera de travailler de manière conjointe avec les agriculteurs**, de façon à valoriser les pratiques agronomiques traditionnelles. De même, les pratiques traditionnelles pourraient ainsi bénéficier des avancées de recherches adaptées aux contraintes locales, par exemple en termes de sélection variétale ou de pratiques. Ces centres devront jouer un rôle-clé d'accompagnement des agriculteurs dans l'utilisation conjointe des techniques de conservation traditionnelles et des nouvelles pratiques/variétés. Ils devront conduire des essais en plein champ impliquant les agriculteurs, et intégrant leurs contraintes de travail. A l'heure actuelle, l'AFD (Agence Française de Développement) finance d'ores et déjà des projets de ce type.

Sur le plan technique également, les cultivateurs font face en Afrique à des **difficultés pour conserver la biomasse du couvert végétal d'une année sur l'autre** à cause des feux de brousse qui peuvent ravager les parcelles, et des vaines pâtures d'animaux en saison sèche. Ces difficultés se rencontrent surtout en Afrique de l'Ouest, où il n'y a quasiment pas de notion de propriété foncière. Enfin, les freins sont également matériels, du fait du coût et des **difficultés d'accès aux outils** pour les petites exploitations familiales.

L'agriculture de conservation et l'agroécologie peuvent avoir de très bonnes performances, notamment dans les pays des tropiques humides et des tropiques intermédiaires. Dans les pays secs, les bénéfices sont principalement liés aux techniques favorisant la rétention de l'eau (Griffon, 2011). Toutefois, leur mise en œuvre nécessite d'être accompagnée par des structures et des moyens adéquats, tels que des centres de recherche travaillant de manière conjointe avec les agriculteurs pour valoriser leurs pratiques et les avancées de la recherche.

2.7 LES PRATIQUES QUI AIDENT LES AGRICULTEURS A REDUIRE LEUR VULNERABILITE AU RISQUE HYDRO-CLIMATIQUE DOIVENT ETRE VULGARISEES

LES PROJETS DE DÉVELOPPEMENT DOIVENT COMPORTER UN RISQUE AGRICOLE ACCEPTABLE

Dans un souci d'accroissement de la productivité (mécanisation, accroissement de la productivité du travail, facilitation des itinéraires techniques etc.), **l'intensification agricole s'est souvent traduite par une spécification des exploitations agricoles** voire des périmètres entiers, devenus monocultureux, voire monovariétaux.

Toutefois, **ce type de stratégie de production monoculturelle ou monovariétale est à haut risque technique et économique**. Sur le plan technique, une monoculture est plus vulnérable aux ravageurs ou aux maladies, qui pourront se propager rapidement étant donné l'uniformité immunitaire du peuplement. En termes de risques, l'absence de diversification accroît la vulnérabilité face aux aléas climatiques : l'ensemble de la production se faisant sur le même cycle végétatif, avec les mêmes propriétés phénotypiques. Enfin, d'un point de vue économique, les monocultures sont soumises aux risques liés aux fluctuations sur les marchés mondiaux. Si les cours mondiaux de la culture en question chutent brusquement, les producteurs ne parviendront pas à vendre leur production, qui constitue alors l'intégralité de leurs sources de revenus.

La région méditerranéenne regroupe environ le tiers des cultures mondiales de palmiers dattiers. En Tunisie, en Algérie et en Israël, des périmètres entiers sont consacrés à des plantations monovariétales de « Deglet Nour ». Actuellement, avec l'accroissement des pressions sur les ressources en eau, notamment souterraines, qui rendent l'eau rare et chère, et la dégradation des sols, de nombreuses plantations de dattes sont en crise et placent leurs producteurs dans une situation difficile (Ferry).

Or, **les caractéristiques au centre des systèmes traditionnels sont la stabilité de la production annuelle** (schématiquement, les agriculteurs souhaitent produire à minima leur autoconsommation chaque année) **et la résilience face aux chocs** (les exploitations doivent pouvoir supporter une mauvaise récolte). Ainsi, l'investissement dans du cheptel permet une réduction du risque économique et constitue une sorte d'assurance en nature : les années où les récoltes sont mauvaises, la vente du bétail permet d'acheter de la nourriture.

Ainsi, traditionnellement au Sahel, les cultivateurs sèment sur plusieurs champs distants les uns des autres, puis concentrent leurs efforts sur les parcelles les mieux arrosées par la pluie, car la pluviométrie présente une grande variabilité géographique même sur de courtes distances. Cette pratique fournit des rendements globaux très faibles, mais stabilise la production.

Pour diminuer les risques et sécuriser la situation des producteurs, une diversification des cultures est souhaitable. D'un point de vue agronomique, les associations, qui consistent à cultiver plusieurs espèces ou variétés en même temps sur la même parcelle présentent des intérêts forts en termes de résistance aux maladies, de lutte contre les adventices, et éventuellement de fertilisation azotée. Sur le plan économique, la diversification permet de multiplier les débouchés et de répartir les risques liés aux marchés et au climat.

Entre autres solutions, **la prévision saisonnière constitue un appui intéressant pour réduire le risque pour les petites exploitations.** Une bonne prévision générale sur la saison des pluies à venir (longueur ou pluviométrie) permet aux agriculteurs d'adapter leur plan de campagne en favorisant les cultures plus ou moins résistantes à la sécheresse. Le développement d'outils comme le PRESAO ou les dates optimales de semis par Aghrymet sont prometteurs. Cependant, il s'agit pour l'instant de prévisions globales concernant la saison de culture, mais pas encore d'avertissements météo locaux ni à court terme, principalement en raison des difficultés à établir des prévisions de températures, de pluviométrie, et de conséquences en termes d'écoulements.

La gestion du barrage de Manantali à partir de prévisions saisonnières (tendances météorologiques pour les mois à venir) constitue également un exemple intéressant. Toutefois, ce mode de gestion a pu émerger grâce à un grand projet de recherche, financé en raison de l'intérêt stratégique du barrage. A l'heure actuelle, de nombreux projets de ce type demeurent au stade de recherche, mais ne constituent pas encore de réelles pistes opérationnelles.

Certains instituts de recherche comme l'IFPRI mettent également l'accent sur l'importance de mettre en place des **systèmes de micro-assurance pour les pauvres** (comme les assurances sécheresses).

Par ailleurs, étant donnés les effets attendus du changement climatique, **des adaptations importantes doivent être recherchées pour la production agricole**. Au niveau local, la culture de plantes tolérantes à la sécheresse serait une avancée non négligeable. A une échelle plus grande, nationale voire globale, repenser la répartition des aires de culture en fonction des nouvelles contraintes climatiques pourrait constituer une des adaptations majeures des décennies à venir.

DE NOMBREUX PROJETS EN AFRIQUE PORTENT SUR LA RECHERCHE DE PLANTES PLUS TOLÉRANTES À LA SÉCHERESSE ET SUR LES PLANTES MOINS CONSOMMATRICES EN EAU

Depuis les années 1980, les progrès considérables de la biologie moléculaire ont permis d'acquérir une meilleure compréhension des mécanismes impliqués dans la tolérance à la sécheresse des plantes, et à une modernisation des outils exploitables pour les sélectionneurs (transgénèse, marqueurs moléculaires, croisements génétiques, OGM...). Dans le monde entier, et notamment en Afrique, de nombreuses recherches sont en cours sur l'amélioration de la tolérance à la sécheresse des plantes cultivées, en particulier sur les céréales qui sont principalement à la base de l'alimentation humaine (maïs, riz, sorgho, mil, blé).

Le maïs, le riz et le blé sont les trois céréales les plus cultivées dans le monde, en partie sur le continent africain. Selon la FAO, l'Afrique abrite environ 25 millions d'hectares de maïs, près de 10 millions d'hectares de riz, et près de 30 millions d'hectares de blé. Le maïs et le riz sont cultivés principalement en Afrique subsaharienne, le blé en Afrique du Nord (Bruinsma, 2003).

De nombreux instituts de recherche internationaux développent en Afrique depuis ces dernières décennies de grands projets de recherche appliquée visant la sélection de variétés productives et adaptées aux conditions locales. Quant à la recherche privée, l'Afrique subsaharienne est une région où les grandes firmes semencières internationales considèrent qu'il n'y a pas de marché pour l'instant, mais elles participent, en association avec des ONG, à des programmes sans but lucratif pour proposer aux agriculteurs des variétés améliorées pour des caractères tels que la tolérance à la sécheresse, ou l'efficacité d'utilisation de l'azote (Gaufichon, Prioul, Bachelier, 2010).

Le maïs

Alors que dans les pays industrialisés, le rendement moyen en maïs est de 8 t/ha, et qu'il peut atteindre 20 t/ha en conditions irriguées, il se situe aux environs de 1 t/ha en Afrique subsaharienne, en partie du fait des conditions climatiques sèches (mais également à cause de nombreux autres facteurs évoqués dans le diagnostic, tels que la faible intensification).

Le Centre international d'amélioration du maïs et du blé (CIMMYT) mène depuis une trentaine d'années des programmes de sélection visant à identifier des lignées de maïs adaptées aux conditions de culture locales. Les travaux de sélection ont été menés sur différents caractères : sur le rendement, mais également sur des caractères liés à la tolérance au déficit hydrique, en particulier l'ASI (*anthesis-silking interval*), qui correspond au décalage entre floraisons mâle et femelle et qui est génétiquement lié à la perte de rendement en déficit hydrique.

Dans ce cadre, le projet DTMA (Drought Tolerant Maize for Africa) a notamment permis d'identifier une nouvelle variété tolérante à la sécheresse, ZM521, désormais cultivée sur plus d'un million d'hectares en Afrique du Sud et de l'Est. Le projet souhaite à terme créer une collection de lignées de maïs tolérantes à la sécheresse, avec un objectif d'augmentation de rendement de 1 t/ha, ou d'augmentation de la productivité de 20 à 30 % par rapport aux moyennes actuelles peu intensifiées (1 t/ha à 1,5 t/ha) (Gaufichon, Prioul, Bachelier, 2010).

Le riz

En Afrique, la consommation du riz augmente d'année en année, au détriment de celle du maïs, du sorgho et du mil. Mais même si la riziculture se développe et s'intensifie, le continent africain ne produit pas encore assez de riz pour répondre à cette demande croissante.

Des croisements entre *Oryza glaberrima*, espèce pluviale historiquement majoritaire en Afrique possédant une bonne résistance aux stress environnementaux locaux (sécheresse, salinité des sols, hautes températures etc.) et *Oryza sativa*, espèce à plus fort rendement majoritairement cultivée dans le monde, ont permis aux équipes du centre de recherche Africa Rice de développer des variétés de riz à cycle de développement plus rapide (30 à 50 jours de moins que les variétés non améliorées), ce qui leur permet d'éviter les périodes critiques de sécheresse. Ces nouvelles variétés, appelées Nerica (New Rice for Africa) permettent des augmentations de rendements de comprises entre 50% et 200% selon si elles sont cultivées sans ou avec engrais.

Par ailleurs, depuis quelques années, des projets intégrant les avancées des biotechnologies ont été développés. C'est le cas du projet STRASA (*Stress tolerant rice for poor farmers in Africa and South Asia*), mené par Africa Rice et l'Institut International de Recherche sur le Riz (IRRI), qui a pour objectif de développer des variétés de riz combinant une résistance à plusieurs stress environnementaux majeurs, dont la sécheresse et la salinité des sols, en utilisant la sélection assistée par marqueurs et/ou la transgénèse. Ce projet couple l'utilisation des biotechnologies avec l'exploitation de la diversité variétale locale, recensée avec l'aide d'agriculteurs, pour adapter au mieux les variétés développées aux agrosystèmes locaux (Gaufichon, Prioul, Bachelier, 2010).

Le sorgho

Le sorgho est une espèce adaptée aux régions à faible pluviométrie ou dont la saison des pluies est limitée dans le temps. En Afrique, il est cultivé dans les zones recevant entre 600 et 900 mm de pluies par saison humide. L'adaptation du sorgho à la sécheresse repose sur son photopériodisme : le photopériodisme est une adaptation de certaines plantes qui ne peuvent fleurir que lorsque la durée de la phase lumineuse (c'est-à-dire la durée du jour) atteint un certain seuil. Pour le sorgho, cela lui permet que sa floraison coïncide avec la fin de la saison humide, et lui évite ainsi une fin de cycle en conditions de stress hydrique.

En Afrique de l'Ouest, notamment au Mali et au Burkina Faso, des programmes de sélection financés par l'Agence française pour le développement (AFD) et impliquant notamment le Cirad, visent à maintenir le photopériodisme des variétés locales. Ces projets sont menés en coopération avec des ONG et des agriculteurs locaux pour le choix des variétés et la production des semences. Il est à noter que le photopériodisme ne peut s'appliquer dans les régions les plus sèches (Gaufichon, Prioul, Bachelier, 2010).

Le mil

En Afrique, le mil est cultivé dans les régions les plus arides et sur les sols les plus pauvres et sablonneux. Parfois en compétition avec le sorgho, le mil est souvent privilégié au détriment de celui-ci, notamment en Afrique de l'Ouest, où il a une bonne réputation grâce à ses qualités nutritives.

Cependant, le mil est sensible au stress hydrique lors du stade reproducteur, car cela peut entraîner un avortement des grains et donc diminuer fortement le rendement. Le raccourcissement de la saison des pluies en Afrique entraîne un raccourcissement de la durée du cycle de développement du mil.

L'IRD (Institut de recherche pour le développement) travaille actuellement à l'identification des gènes responsables de la précocité de la floraison du mil. D'autres programmes se focalisent sur le développement de variétés précoces à floraison synchronisée. En effet, il existe en Afrique des variétés, cultivées près du lac Tchad, dont le cycle de développement dure moins de trois mois, alors que les variétés plus tardives, cultivées plus au sud, nécessitent plus de quatre mois. Les programmes d'amélioration du mil se multiplient, mais manquent actuellement de moyens humains et financiers (Gaufichon, Prioul, Bachelier, 2010).

Le blé

En Afrique, le blé dur (*Triticum turgidum ssp durum*) est surtout cultivé dans les régions sèches et chaudes, notamment en Afrique du Nord.

Contrairement aux programmes d'amélioration génétique du maïs et du riz, qui reposent maintenant majoritairement sur la sélection assistée par marqueurs et/ou la transgénèse, ceux concernant le blé s'appuient presque uniquement sur la variabilité génétique des populations locales et des espèces apparentées. Ceci est principalement dû aux difficultés de séquençage du génome et de mise en œuvre de transgénèses chez le blé. Par ailleurs, des raisons économiques et politiques sont également en cause (conservation des semences par les producteurs d'une année sur l'autre, coût élevé des programmes de sélection et de transgénèse, méfiance des agriculteurs vis-à-vis des blés transgéniques, etc.).

Le CIMMYT travaille ainsi à l'amélioration génétique du blé à partir d'une importante collection de ressources génétiques, utilisée pour créer, par croisements entre blés cultivés et sauvages, des génotypes permettant de valoriser le réservoir de diversité des blés sauvages, notamment pour des caractères de tolérance à des stress biotiques ou abiotiques (Gaufichon, Prioul, Bachelier, 2010).

Cependant, en Afrique subsaharienne, les investissements dans la recherche agricole restent les plus faibles au monde (AFD-CIRAD-FIDA, 2011).

LA RECHERCHE DOIT POURSUIVRE SES TRAVAUX EN METTANT L'ACCENT SUR L'INNOVATION ET LE DÉVELOPPEMENT DE CONSEILS PRATIQUES AUX AGRICULTEURS

Il existe diverses stratégies pour favoriser l'optimisation de l'utilisation de l'eau par les plantes, dont la combinaison de certaines est primordiale.

En particulier, **l'amélioration génétique et les pratiques agricoles ne peuvent être dissociées** (Welcker et al., 2008). Les techniques culturales doivent s'efforcer d'aller dans le sens de la préservation de l'eau du sol au profit des plantes cultivées (Cf. §2.6). Historiquement, les progrès en agriculture ont toujours été issus d'une amélioration des techniques culturales à laquelle vient s'adjoindre l'amélioration génétique. Celle-ci se base sur l'utilisation des ressources génétiques pour exploiter les mécanismes naturels d'adaptation des plantes à la sécheresse. L'amélioration génétique est utilisée par l'Homme depuis des millénaires par la sélection des variétés productives et les mieux adaptées à leur environnement.

Depuis quelques décennies, **l'amélioration génétique des plantes bénéficie de l'essor des biotechnologies**. Les progrès en biologie moléculaire ont permis, par l'identification et le séquençage des gènes, de mieux connaître les mécanismes moléculaires impliqués dans l'adaptation à la sécheresse. La sélection assistée par marqueurs, a quant à elle, permis de sélectionner les individus combinant le maximum d'allèles favorables pour chaque gène. C'est ainsi que les maïs résistants à la sécheresse ont été obtenus par le Centre international d'amélioration du maïs et du blé (CIMMYT) (Cf. plus haut).

Plus récemment est apparue la transgénèse, qui consiste à introduire des gènes qui n'existent pas naturellement dans l'espèce à améliorer : c'est la création d'**Organismes Génétiquement Modifiés (OGM)**. Initialement portée sur les résistances aux pesticides, la recherche OGM s'est récemment tournée vers la résistance à la sécheresse : un maïs porteur d'un gène d'origine bactérienne de résistance à ce stress devrait être commercialisé en 2012 pour le marché américain. En ce qui concerne les OGM, le débat sur leur aptitude à améliorer la sécurité alimentaire est toujours d'actualité. Leurs détracteurs rappellent que les seuls OGM actuellement commercialisés sont des plantes résistantes aux pesticides ou aux ravageurs, et que, outre l'apparition de résistances chez les ravageurs, le problème est que l'accent n'est pas mis sur les augmentations de rendements. Par ailleurs, les OGM soulèvent de nombreuses questions en termes de :

- ▶ risques sanitaires : les résultats des évaluations de leurs effets sur la santé humaine, tels que leur susceptibilité à provoquer des problèmes de reins et de foie, sont divergents,
- ▶ risques environnementaux : la pollution génétique de l'environnement par dissémination lors de cultures en plein champ fait craindre une contamination des variétés non modifiées,
- ▶ questions éthiques : la modification du vivant et des espèces naturelles, qui constituent un bien commun universel, soulève des questions éthiques,
- ▶ questions agro-économiques : le dépôt de brevets par les grands groupes industriels leur confère des droits exclusifs sur une partie du patrimoine génétique, et accroîtrait leur mainmise sur l'agriculture mondiale, en rendant les exploitations familiales économiquement dépendantes de semences brevetées, avec un rapport de forces déséquilibré en cas de problème.

Face à ces critiques, certains chercheurs déplorent que la pression de l'opinion publique au sujet des risques sanitaires et environnementaux conduise à un rejet complet des OGM, qui présentent pourtant des aspects prometteurs.

Il est par ailleurs intéressant de noter que la résistance à la sécheresse diffère des autres types de résistance (pesticides, maladies, ...) par sa nature, et qu'elle peut être considérée comme un cas particulier. Quant à la question des brevets, il peut être pertinent de voir qu'elle n'est pas inéluctable et que l'avenir des OGM risque de faire encore débat pendant de longues années.

Il est important de souligner que les plantes présentant un intérêt de résistance à la sécheresse dans des essais scientifiques doivent, avant d'être mises sur le marché et proposées à des agriculteurs, faire l'objet d'essais en plein champ, pour vérifier leur comportement sous l'effet d'itinéraires culturaux réels (opérations agricoles sous contraintes sociales, maladies, nuisibles,...). Une patate douce transgénique résistante à des virus avait été mise au point par Monsanto à destination des marchés kenyans, mais les annonces prometteuses ont été démenties par les échecs des essais en plein champ (The New Scientist, 2004). Par ailleurs, malgré les promesses de soutien en cas de performances non tenues des semences, les agriculteurs se retrouvent seuls face aux pertes. Il pourrait être intéressant de fixer des conditions particulières sur les commercialisations d'OGM.

Le degré d'avancement dans l'utilisation des biotechnologies diffère selon les espèces. Pour des raisons à la fois biologiques et économiques, le maïs est de loin l'espèce sur laquelle le plus d'efforts sont portés. La recherche privée a joué un rôle important dans l'intensification des recherches sur le maïs grâce aux bénéfices initiés par la vente annuelle des semences hybrides. **En revanche, le blé et le riz**, espèces qui s'autofécondent (autogames), présentent peu de vigueur hybride et **génèrent des marges commerciales beaucoup plus faibles. Cela explique que, pour le riz, les progrès ont été générés jusqu'à présent essentiellement par la recherche publique.** S'agissant du blé, la situation est en train d'évoluer, à la demande des agriculteurs américains.

En France, l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) a récemment replacé l'innovation au cœur de ses préoccupations, afin de relever en priorité le défi de produire plus avec moins de ressources, en travaillant sur l'efficacité des plantes par rapport à l'eau et à l'énergie (Union Française des Semenciers, 2011). Citons le projet européen DROPS (Drought-tolerant yielding plants), lancé en 2010, qui rassemble quinze partenaires publics et privés de huit pays européens, d'Australie, de Turquie et des Etats-Unis, sous la coordination de l'INRA. Ce projet, qui combine la physiologie, la génétique et la modélisation avec des essais au champ et en plateformes de phénotypage de conception nouvelle, s'intéresse au maïs, au blé tendre, au blé dur et au sorgho. Il s'attachera à étudier la limitation de l'avortement des grains, le maintien de la croissance des feuilles, l'architecture du système racinaire et l'efficacité d'utilisation de l'eau (rapport biomasse / transpiration) (INRA).

Cependant, il ne faut pas oublier, que même conduits à l'échelle mondiale, les programmes de sélection doivent toujours répondre à des besoins locaux. La création variétale est toujours effectuée là où les produits sont cultivés (Union Française des Semenciers, 2011). En effet, **le caractère local, multiforme et aléatoire, de la sécheresse nécessite de trouver des solutions adaptées à chaque région climatique** (Gaufichon, Prioul, Bachelier, 2010).

EN AFRIQUE, LES STRATÉGIES DE DÉVELOPPEMENT DE LA RÉSISTANCE À LA SÉCHERESSE DOIVENT INTÉGRER LES PROGRÈS TECHNIQUES ET SOCIO-ÉCONOMIQUES

La recherche concernant les plantes plus tolérantes à la sécheresse utilise de nombreuses ressources biotechnologiques, impliquant des investissements humains et matériels importants. Etant donné qu'il n'existe pas de solution globale pour la résistance à la sécheresse, (il ne s'agit pas de créer une seule variété améliorée, mais une palette de variétés adaptées localement), **le souci de rentabilité des investissements impose d'accéder à des marchés solvables, ce qui implique une différence d'approche et de mode de financement entre pays du Nord et du Sud.**

Dans les pays du Sud, les organisations internationales comme le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGIAR) entretiennent des banques publiques de ressources génétiques, et donnent accès à bas coût aux biotechnologies telles que la sélection assistée par marqueurs, grâce au *Generation Challenge Program*. Ces pays disposent, ou disposeront prochainement, des mêmes outils que ceux du Nord. En outre, l'une des conditions du bon déroulement des programmes de sélection est la présence, au sein de leurs instituts nationaux de recherche, de sélectionneurs en nombre suffisant et formés à ces techniques modernes.

De plus, la promotion d'une innovation technique, même parfaitement adaptée aux contraintes locales, ne suffit pas. **L'appropriation de ces techniques et l'utilisation des semences améliorées par les agriculteurs n'a de chance de réussir que si cette démarche s'accompagne d'une réflexion et d'une action prenant en compte l'ensemble de la filière agricole, depuis l'accompagnement du changement des pratiques agronomiques, jusqu'à l'accès au crédit et à la commercialisation.** Des efforts soutenus doivent donc être consacrés à la vulgarisation agricole, à l'approvisionnement en semences, et au développement des marchés d'intrants et de commercialisation des productions (AFD-CIRAD-FIDA, 2011). Cela doit se faire dans le but d'améliorer les revenus des agriculteurs, et dans le respect des demandes des populations.

LES AIRES DE RÉPARTITION DES CULTURES DEVONT PRENDRE EN COMPTE DES CRITÈRES CLIMATIQUES

La résistance à la sécheresse et la modification des itinéraires cultureux constituent des adaptations pour les systèmes agricoles tels qu'ils sont actuellement.

Au-delà de ce premier niveau d'adaptation, il peut également être envisagé un niveau supérieur, passant par le déplacement géographique des zones de production ou de plantation. En effet, la résilience et la plasticité des systèmes agricoles n'est pas infinie. Les effets attendus du changement climatique dans certaines régions laissent fortement penser que des déplacements géographiques importants vont avoir lieu dans les décennies à venir, correspondant à un déplacement de certaines cultures pour suivre les isohyètes, ou l'introduction de nouvelles cultures au sud (Seguin, 2010). Des mouvements de faune sauvage ont d'ores et déjà été observés.

DES MOYENS DOIVENT ÊTRE MIS EN ŒUVRE POUR RÉDUIRE LES PERTES ET LE GASPILLAGE

Le rapport Beddington de la Commission européenne sur la sécurité alimentaire (Beddington J et al, 2011) propose plusieurs pistes intéressantes pour réduire les pertes et les gaspillages dans les systèmes alimentaires en ciblant l'infrastructure, les pratiques agricoles, le traitement, la distribution et les habitudes des ménages.

Le rapport recommande d'inclure dans les programmes de développement d'une agriculture durable des **composants de recherche et d'investissement axés sur la réduction du gaspillage**, de la production à la consommation, en améliorant la gestion des récoltes et après récolte, le stockage de la nourriture et son transport.

Au passage, il est à signaler que le stockage des denrées alimentaires à petite échelle (famille, village) peut constituer une manière de réduire les risques d'insécurité alimentaire.

Par ailleurs, le rapport Beddington estime nécessaire de **développer des politiques et des programmes coordonnés** qui réduisent le gaspillage dans les filières agroalimentaires, tels que des **innovations économiques** qui permettent aux producteurs à faibles revenus de stocker la nourriture pendant les périodes d'offre excédentaire, ou des obligations aux distributeurs de mettre de côté la nourriture gaspillée et de réduire le gaspillage.

Enfin, il recommande de promouvoir le dialogue et de **développer les partenariats de travail entre membres des filières agroalimentaires** pour garantir que les interventions destinées à réduire le gaspillage soient efficaces et rentables (redirection des rebuts de nourriture vers d'autres usages, par exemple) et qu'elles ne créent pas des effets pervers (Beddington J et al, 2011).

Les critères prépondérants dans le choix des cultures, actuellement économiques, ont de fortes chances de devenir davantage climatiques à l'avenir. Des projets de sélection variétale existent pour obtenir des variétés résistant mieux à la sécheresse. L'intérêt de la recherche sur les OGM demeure controversé, surtout en Afrique. Outre les considérations liées aux variétés et aux terroirs, des déplacements de zones de répartition de cultures seront à envisager en les nuanciant en fonction des opportunités économiques des productions. Enfin, la mise en œuvre de moyens visant à réduire les pertes et le gaspillage est nécessaire.

2.8 L'ACCROISSEMENT DE LA FREQUENCE DES EVENEMENTS CLIMATIQUES EXTREMES DOIT ETRE PRIS EN COMPTE DANS LES POLITIQUES PUBLIQUES

LES ÉVÉNEMENTS CLIMATIQUES EXTRÊMES PEUVENT CONSTITUER UNE MENACE POUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE MONDIALE

En cas d'événements extrêmes concomitants dans différentes régions du monde, la sécurité alimentaire mondiale peut être mise en péril car il n'y a alors pas de compensation possible des productions agricoles affectées sur les différents continents.

Par le passé, des épisodes de sécheresse simultanées sur tous les continents ont provoqué de grandes famines à l'échelle planétaire. Lors de la grande sécheresse des années 1876 à 1879, des cas de sécheresse et de famine ont été recensés à Java, aux Philippines, en Nouvelle-Calédonie, en Corée, au Brésil, en Afrique australe et en Afrique du Nord. Cette perturbation climatique majeure s'est donc produite de façon synchronisée sur toute l'étendue de la zone tropicale des moussons, ainsi que sur la Chine du Nord et le Maghreb. Entre 1889 et 1891, de nouvelles sécheresses répandirent la famine en Inde, en Corée, au Brésil et en Russie, même si c'est en Ethiopie et au Soudan que la crise fut la plus grave, avec la mort de peut-être un tiers de la population. Puis, entre 1896 et 1902, la mousson fit à nouveau défaut à plusieurs reprises dans toute la zone tropicale et en Chine du Nord. Des épidémies dévastatrices de paludisme, de peste bubonique, de dysenterie, de variole et de choléra firent des millions de victimes parmi les habitants (Davis M, 2003). Aujourd'hui, de tels événements pourraient survenir à nouveau.

On rappelle que le GIEC a récemment reconnu que les événements climatiques extrêmes (sécheresses, inondations, cyclones, incendies) seront globalement plus marqués et plus fréquents dans les décennies à venir (Cf. 1.2.4).

Les figures ci-après sont des extraits, centrés sur l'Afrique, des cartes des projections du GIEC sur les périodes de retour prévues de température maximale et de pluviosité. Le raccourcissement des périodes de retour implique une fréquence accrue des événements extrêmes.

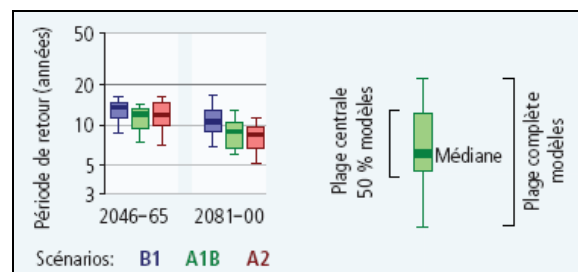


Figure 44 : Périodes de retour prévues de la température maximale quotidienne dépassée 1 fois en moyenne sur 1981-2000 (Source : GIEC 2012)

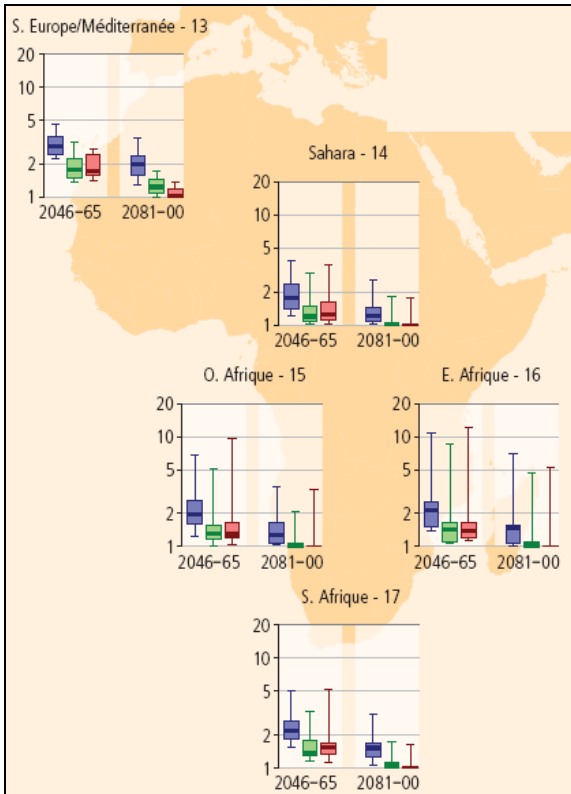
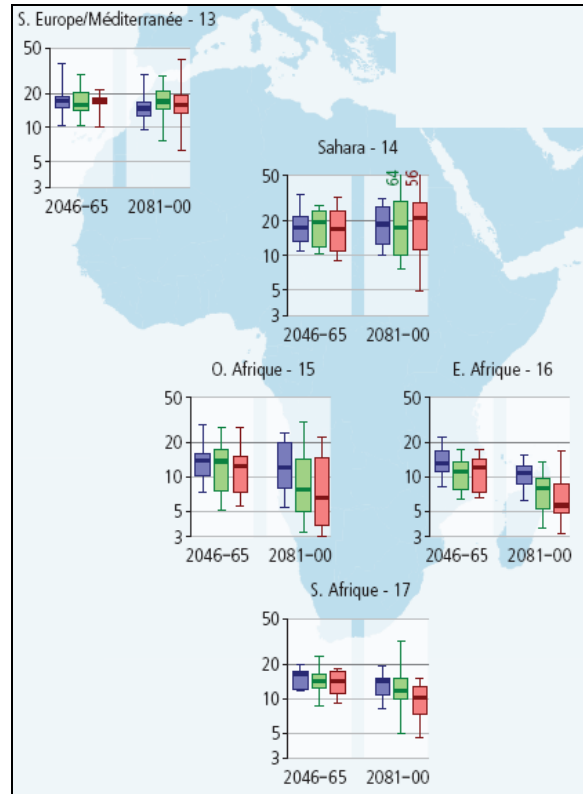


Figure 45 : Périodes de retour prévues de la pluviosité quotidienne dépassée une fois en moyenne sur 1981-2000 (Source : GIEC 2012)



On observe donc que sur le continent africain les périodes de retour des températures maximales vont nettement diminuer. Les résultats sont moins tranchés pour la pluviosité, mais les tendances sont soit à la stabilité, soit à la diminution, notamment en Afrique de l'Est.

C'est pourquoi, l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes, les liens éventuels entre changement climatique et El Nino, et la **possibilité d'une catastrophe à l'échelle planétaire** sont à considérer très sérieusement dans les réflexions sur la sécurité alimentaire mondiale.

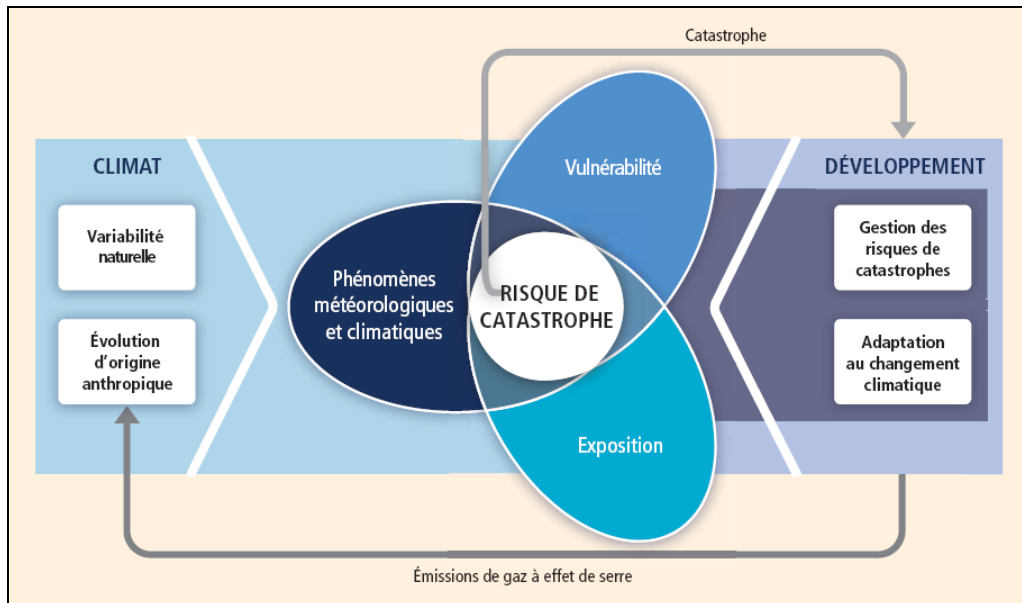
L'IMPORTANCE DE LA PRISE EN COMPTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LES POLITIQUES PUBLIQUES

L'importance de la prise en compte du changement climatique et des événements extrêmes dans les politiques publiques a notamment été soulignée dans deux rapports récents, l'un publié par le GIEC, l'autre par l'OCDE :

- Le GIEC a récemment publié un rapport spécial sur la gestion des risques de catastrophe et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique (GIEC, sous la direction de Field, C.B. et al, 2012). Outre des projections mondiales concernant les extrêmes climatiques et leurs impacts, le rapport comporte également des pistes pour la gestion de ces risques nouveaux.
- L'OCDE a réalisé récemment une étude prospective intitulée « *Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2050* » (OCDE, 2012), qui analyse les tendances économiques et démographiques à l'horizon 2050 et évalue leurs impacts sur l'environnement « si l'humanité ne prend pas de mesures plus ambitieuses pour mieux gérer les ressources naturelles ». L'étude analyse également des politiques susceptibles d'améliorer ces perspectives. Parmi les différents domaines abordés par l'étude figure le changement climatique.

Le GIEC rappelle que la nature et la gravité des impacts d'un événement climatique extrême dépendent de plusieurs facteurs : l'événement climatique en lui-même, mais également l'exposition et la vulnérabilité des sociétés et des infrastructures face au danger, comme l'illustre la figure ci-dessous. Le GIEC définit les catastrophes comme les événements extrêmes « dont les impacts indésirables produisent des dommages de grande ampleur et perturbent gravement le fonctionnement normal d'une population ou d'une société » (GIEC, sous la direction de Field, C.B. et al, 2012).

Figure 46 : Articulation des différents facteurs liés aux événements climatiques extrêmes
(Source : GIEC 2012)



Le rapport du GIEC analyse dans un premier temps la gestion actuelle et passée des événements climatiques extrêmes. Il en ressort un certain nombre de conclusions, dont l'une apparaît particulièrement importante pour la gestion future et l'adaptation stratégique au changement climatique. Il s'agit du fait que **les risques de catastrophes sont fortement conditionnés par les politiques de développement, et que les systèmes nationaux conditionnent la capacité des pays à relever les défis posés par les changements climatiques et les événements extrêmes**. En effet, un niveau d'exposition et de vulnérabilité élevé résulte souvent d'un développement inapproprié : détérioration de l'environnement, urbanisation rapide et anarchique dans des zones dangereuses, problèmes de gouvernance, de moyens de subsistance insuffisants pour les populations démunies, etc. (GIEC, sous la direction de Field, C.B. et al, 2012).

Le GIEC souligne **l'importance de la gestion des risques de catastrophes à l'échelle de chaque pays par des programmes et des stratégies d'adaptation** au changement climatique incluant notamment des mesures concrètes au profit des régions et des populations vulnérables.

L'étude de l'OCDE estime que, sans politiques plus ambitieuses, d'ici à 2050, les perturbations liées au changement climatique vont s'aggraver et devenir irréversibles. En effet, les engagements de réduction des émissions de GES des pays pris à Cancún et à Copenhague ne seront pas suffisants pour empêcher que la hausse de la température moyenne mondiale dépasse le seuil de 2°C, ce qui entraînera une montée du niveau de la mer et une augmentation de l'intensité et de la fréquence d'événements météorologiques extrêmes. La capacité des populations et des écosystèmes à s'adapter pourrait être mise en danger (OCDE, 2012).

LE COÛT DE L'INACTION

L'étude de l'OCDE dresse un tableau alarmiste : elle estime qu'il est « nécessaire et urgent d'engager dès à présent une action globale de manière à éviter les coûts et conséquences considérables de l'inaction, tant du point de vue économique que sur le plan humain. **Faute de nouvelles politiques, les progrès réalisés pour réduire les pressions sur l'environnement ne suffiront pas à compenser les impacts liés à la croissance économique** » (OCDE, 2012).

Cette étude souligne donc l'importance de la mise en œuvre des politiques adéquates dans le domaine de l'environnement, dont le changement climatique. Elle propose aux responsables de l'élaboration des politiques des moyens d'action pouvant être mis en œuvre dès à présent pour orienter les économies vers un développement durable.

L'étude de l'OCDE insiste sur la **nécessité urgente d'agir dès à présent** pour modifier le cours du développement futur, en particulier pour tenter d'éviter que des seuils, au-delà desquels certains dommages sur l'environnement deviennent irréversibles, ne soient franchis.

Outre les impacts sur les écosystèmes, l'étude souligne que le franchissement de ces seuils aura également des **conséquences sociales et économiques considérables**. Ainsi, elle suggère que si les pays agissent dès à présent, il reste une chance minime de limiter l'augmentation moyenne de la température mondiale à 2°C. Il en résulterait un ralentissement de la croissance économique de 0,2 point de pourcentage par an en moyenne, soit 5.5% du PIB mondial en 2050. Par comparaison, le coût potentiel de l'inaction pourrait s'élever à 14% de la consommation moyenne mondiale par habitant (OCDE, 2012). L'intérêt d'une action rapide est donc justifié à la fois sur le plan environnemental mais aussi sur le plan économique.

Le rapport de l'OCDE souligne le rôle-clé de la détermination politique des décideurs, et de la nécessité de convaincre le public que les changements sont à la fois nécessaires, d'un coût raisonnable, en regard avec leur efficacité (OCDE, 2012).

LES STRATÉGIES DE GESTION DES ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES

Les deux rapports fournissent un certain nombre de pistes pour la gestion future des événements climatiques extrêmes, au vu des projections concernant ceux-ci, notamment l'augmentation attendue de leur fréquence dans les décennies à venir. Les principaux éléments en sont repris dans ci-après.

Les mesures préconisées par le GIEC pour s'adapter au changement climatique et faire face aux risques d'événements extrêmes sont dites **mesures « quasi sans regrets »**, c'est-à-dire qu'elles peuvent être bénéfiques actuellement et constituent une base d'action pour les changements futurs. De plus, ces mesures comportent souvent des effets bénéfiques additionnels : amélioration des moyens de subsistance, du bien-être des populations, de la conservation de la biodiversité, etc.

Ces mesures peuvent porter sur les éléments et les domaines suivants :

- ▶ systèmes d'alerte précoce ;
- ▶ communication des risques entre les organes de décision et la population locale ;
- ▶ gestion durable des terres et aménagement du territoire ;
- ▶ gestion et la remise en état des écosystèmes ;
- ▶ améliorations de la surveillance sanitaire ;
- ▶ améliorations de l'approvisionnement en eau, de l'assainissement et des systèmes d'irrigation et de drainage ;
- ▶ protection des infrastructures contre les risques climatiques (élaboration et application des normes de construction)
- ▶ éducation et sensibilisation (GIEC, sous la direction de Field, C.B. et al, 2012).

L'étude de l'OCDE exprime la nécessité de mettre en œuvre rapidement des politiques adaptées, faisant appel à un large **panel d'instruments d'action, souvent utilisés en combinaison** : instruments de marché (ex : taxes sur la pollution), économiques (ex : tarifications incitatives), politiques (ex : suppression des subventions préjudiciables à l'environnement telles que sur les carburants, soutien à l'innovation dans le domaine du développement durable), réglementaires (OCDE, 2012).

Le rapport du GIEC souligne l'**importance des approches intégrées** : les mesures doivent constituer une stratégie « multi-danger » cohérente, et non uniquement focalisée sur un champ d'action donné. Le rapport de l'OCDE vient compléter ce point en soulignant la nécessité d'examiner avec soin les contradictions entre les politiques, et d'y remédier (OCDE, 2012). Les stratégies doivent combiner **à la fois des mesures d'ordre technique et des mesures d'ordre institutionnel** (gouvernance). Les stratégies doivent être adaptée au contexte local, mais il est à noter qu'il existe des possibilités d'amélioration de l'intégration entre tous les niveaux d'intervention, de l'international au local (GIEC, sous la direction de Field, C.B. et al, 2012).

L'étude de l'OCDE ajoute que les **politiques économiques et sectorielles** (énergie, agriculture, transports) doivent inclure des objectifs environnementaux, car « elles ont un impact plus grand que celui des seules politiques environnementales » (OCDE, 2012). Le rapport affirme qu'il faut replacer les défis environnementaux dans le contexte d'autres défis mondiaux tels que la sécurité alimentaire et énergétique (OCDE, 2012).

Le GIEC considère qu'il est essentiel d'**intégrer les savoirs locaux** dans la gestion des risques : en effet, il a été montré que la mémoire de terrain des événements extrêmes est un élément-clé. Un exemple marquant de mémoire de terrain est celui du Japon, où les anciens ont laissé des centaines d'avertissements gravés sur des stèles, notamment au sujet des tsunamis. Ces stèles, dont la plus connue se trouve à Aneyoshi, marquent la limite des tsunamis passés, en-deçà de laquelle les anciens ont recommandé de ne pas construire. Lors du tsunami du 11 mars 2011, alors que la vague y a atteint 38,9 mètres, il n'y a pas eu de victimes à Aneyoshi (Pons P., 2011). Pour être davantage valorisées, les adaptations et les connaissances locales doivent être améliorées par des moyens humains et financiers.

Le rapport du GIEC insiste également sur la question de la **communication sur les risques** : celle-ci doit être appropriée, au bon moment, et doit intégrer l'incertitude et la complexité des risques.

Enfin, le GIEC préconise des « **démarches itératives** impliquant la surveillance, la recherche, l'évaluation, l'apprentissage et l'innovation », ainsi que l'intensification des observations et des recherches afin d'améliorer la connaissance autour des événements climatiques extrêmes (GIEC, sous la direction de Field, C.B. et al, 2012). En effet, le rapport de l'OCDE rappelle l'importance de l'information pour mettre en œuvre des politiques adaptées, et donc la nécessité de consolider les bases de **connaissances**, en particulier dans le domaine de l'évaluation économique (notamment pour évaluer les services rendus par les écosystèmes, ou encore les coûts sanitaires associés à l'exposition aux produits chimiques) (OCDE, 2012). Ainsi, une meilleure information sur les coûts et avantages peut contribuer à justifier des politiques d'adaptation ou de développement durable.

Par ailleurs, les deux rapports abordent la question du **financement international** de la gestion des risques de catastrophe et de l'adaptation au changement climatique. Le GIEC estime que les coopérations internationales dans ce domaine ne sont actuellement pas optimisées et qu'elles manquent de moyens financiers, alors qu'elles pourraient apporter des progrès importants. Une meilleure coordination entre le domaine de l'adaptation au changement climatique et celui de la gestion des risques et serait également souhaitable (GIEC, sous la direction de Field, C.B. et al, 2012). L'étude de l'OCDE vient compléter ces propos en constatant que de nombreux problèmes environnementaux, dont le changement climatique concernent l'échelle mondiale ou sont liés aux effets de la mondialisation, et donc que la **coopération internationale** est indispensable pour assurer le partage des coûts de l'adaptation et de l'action (OCDE, 2012). Par exemple, de nombreux « points chauds » de biodiversité se trouvent dans des pays en développement, mais le coût des mesures de conservation de la biodiversité doit être partagé entre les pays car les avantages se font sentir à l'échelle mondiale. L'étude de l'OCDE conclut donc également qu'il faut mettre en place des stratégies pour trouver des financements internationaux pour soutenir ces efforts. De même, il faut augmenter le financement international pour une croissance sobre en carbone et résiliente au changement climatique, par exemple en utilisant des mécanismes de marché (OCDE, 2012).

Enfin, le GIEC souligne que l'ensemble de ces mesures auront des **implications en termes de développement durable**, et réciproquement, ces mesures peuvent bénéficier d'une prise en compte plus large des enjeux du développement durable.

L'étude du GIEC inclut un certain nombre d'exemples pour illustrer comment les tendances observées et prévues en matière d'exposition, de vulnérabilité et d'extrêmes climatiques peuvent éclairer les stratégies, politiques et mesures de gestion des risques et d'adaptation. Parmi ces exemples on trouve celui de la sécheresse et de la **sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest**, présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 14 : Quelques options de gestion des risques et d'adaptation face à la variation de l'exposition, de la vulnérabilité et des extrêmes climatiques dans le cas de la sécheresse et la sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest (Source : GIEC 2012)

Exposition et vulnérabilité à l'échelle de la gestion des risques		Faute d'une évolution suffisante des pratiques agricoles, la région est vulnérable face à la variabilité accrue des précipitations saisonnières, de la sécheresse et des extrêmes météorologiques. La vulnérabilité est exacerbée par la poussée démographique, la dégradation des écosystèmes et la surexploitation des ressources naturelles, ainsi que par des normes minimales en matière de santé, d'éducation et de gouvernance.
Informations sur les extrêmes climatiques à différentes échelles spatiales	A l'échelle du globe : changements mondiaux observés (depuis 1950) et projetés (d'ici à 2100)	<p>Observés : On estime avec un degré de confiance moyen que certaines régions ont subi des sécheresses plus intenses et plus longues, tandis que le phénomène est devenu moins fréquent, moins intense ou plus court ailleurs.</p> <p>Projetés : On estime avec un degré de confiance moyen que la sécheresse s'intensifiera au cours de certaines saisons et dans plusieurs régions. Un faible degré de confiance est attaché aux autres régions, faute de concordance dans les projections.</p>
	A l'échelle de la région : changements mondiaux observés (depuis 1950) et projetés (d'ici à 2100)	<p>Observés : L'accentuation de la sécheresse jouit d'un degré de confiance moyen. Ces dernières années ont été marquées par une variabilité interannuelle plus forte que les 40 années précédentes ; le Sahel est resté sec dans l'Ouest mais a retrouvé des conditions plus humides dans l'Est.</p> <p>Projetés : Le degré de confiance est faible car les projections fournies par les modèles ne concordent pas.</p>
	Information disponible à l'échelle de la gestion des risques	<p>Prévisions intrasaisonnières, saisonnières et interannuelles, l'incertitude augmentant avec l'échéance.</p> <p>Surveillance, instruments et données améliorés grâce aux systèmes d'alerte précoce, mais participation limitée et diffusion insuffisante aux populations menacées</p>
Options de gestion des risques et d'adaptation		<p>Options quasi sans regrets qui diminuent l'exposition et la vulnérabilité face aux dangers, sur une gamme de tendances:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Méthodes traditionnelles de récupération et d'entreposage des eaux de pluie et des eaux souterraines ; ▶ Gestion de la demande d'eau et amélioration des systèmes d'irrigation ; ▶ Agriculture durable, assolement et diversification des moyens de subsistance ; ▶ Recours accru aux variétés résistantes à la sécheresse ; ▶ Systèmes d'alerte précoce intégrant les prévisions saisonnières aux projections de la sécheresse, et amélioration de la communication par le biais des services de vulgarisation ; ▶ Mise en commun des risques à l'échelle régionale ou nationale.

2.9 LES POLITIQUES AGRICOLES NATIONALES DOIVENT PROTÉGER L'ACCÈS AUX TERRES CULTIVABLES ET FIXER UNE DURÉE LIMITEE AUX CONCESSIONS PRIVÉES

PRÉSERVER LES TERRES COMPORTANT LE MEILLEUR POTENTIEL AGRONOMIQUE

Les bonnes terres agricoles ont permis aux populations de se développer, et ont parfois connu à leur proximité la naissance de villes. Or, sous l'effet de la croissance démographique, les villes ont tendance à s'étendre sur ces terres à haute valeur agronomique.

La planification des dynamiques urbaines doit réserver des espaces agricoles périurbains, non seulement pour l'approvisionnement des villes par des circuits maraichers courts, mais également car les terres à haute valeur agronomique deviennent une ressource rare qu'il faut préserver. **La maîtrise publique de la vocation, voire de la propriété foncière, des zones agricoles peut devenir un élément fort de la gouvernance des territoires, notamment périurbains.**

Par le passé, la réponse à la dégradation des espaces naturels sensibles a été de créer des réserves et parcs naturels, des forêts classées, etc. **Il serait peut-être judicieux de penser, dans l'aménagement du territoire, à la création de réserves agricoles ou des parcs agricoles nationaux ou régionaux** dont la vocation serait préservée et le mode d'exploitation serait progressivement orienté vers le bail public.

Une fixation de la valeur marchande à la manière des zones d'aménagement différées en France (fixation de l'usage un an avant la création, et transactions à la valeur d'échange du jour de la transaction) pourrait inspirer un tel modèle.

D'autre part, **la maîtrise du foncier agricole passe également par une maîtrise de l'urbanisation**, qui doit être planifiée et organisée de manière concertée entre tous les acteurs, y compris ceux du monde agricole.

Enfin, étant donnée l'importance des interactions entre les ressources en eau et en sol, une gestion conjointe des deux ressources est indispensable. Dans ce cadre, **la maîtrise foncière doit nécessairement prendre en compte la ressource en eau.**

SÉCURISER LES EXPLOITANTS QUI DOIVENT INVESTIR SUR LES TERRES

La gestion de la fertilité des sols doit être pensée à long terme. Pour permettre les investissements qui en découlent, **l'exploitant doit avoir la garantie d'exploiter la parcelle suffisamment longtemps pour avoir un retour sur investissements.** Par exemple, les bénéfices de l'épandage d'un amendement, qui consiste à apporter un produit fertilisant ou un matériau destiné à améliorer la qualité des sols (en termes de structure et d'acidité), se font sentir sur plusieurs années. De même, il n'est pas envisageable pour un exploitant d'investir dans des aménagements agro-écologiques ou anti-érosifs (cordons pierreux, zaï, cultures en terrasses, ...) lorsque la sécurité foncière n'est pas acquise.

Ainsi, **le développement de l'agroforesterie est parfois freiné par le mode traditionnel de tenure de l'arbre** : droits sur les arbres et droits sur la terre peuvent être différents. Souvent, l'appropriation de l'arbre précède et entraîne celle de la terre, comme en témoignent les stratégies foncières déployées par les pionniers.

En zone semi-aride d'Afrique de l'Est, dans le régime coutumier, les arbres restent la propriété de celui qui les a plantés même si la terre cesse de lui appartenir. Dans le Yatenga au Burkina Faso, les ressources des arbres d'une terre prêtée procèdent des droits exclusifs du propriétaire et non de l'exploitant (Bellefontaine et al., 2001).

Ainsi, la **formalisation des droits d'usage** afin de lever les verrous au développement des projets agricoles requiert un minutieux travail, et une certaine inventivité.

En Côte d'Ivoire, un important travail est en cours pour la reconnaissance des droits coutumiers sur les terres, avec la distinction entre droits de propriété (titre foncier), droits d'usage (certificat foncier), terroirs villageois, etc. (Foncier rural et cadastre rural de Côte d'Ivoire). Une avancée similaire est en cours au Rwanda, où un site internet de gestion des titres fonciers a été mis en place. L'Éthiopie a également récemment décidé de s'inspirer de l'expérience rwandaise.

S'ORIENTER, À TERME, VERS UNE MAÎTRISE PUBLIQUE DU PATRIMOINE FONCIER

Une **maîtrise publique de la rente foncière est nécessaire afin d'éviter la captation et la spéculation** sous l'influence d'investisseurs peu soucieux du long terme.

La quasi-totalité des surfaces arables font l'objet d'une appropriation ou d'une forme de maîtrise, bien qu'elles soient en apparence libres de droits. Certains usages saisonniers, notamment pastoraux, ne sont en effet pas tous marqueurs de propriété visibles à l'observateur extérieur (Centre d'Analyse Stratégique, 2010). Aussi, il faut appuyer des **politiques foncières responsables et respectueuses des usages des populations**. En particulier, il est fondamental de tenir compte des usages et du foncier préexistants dans toute transaction, qu'il s'agisse d'une cession d'actifs, d'un bail emphytéotique pour le développement d'un projet d'irrigation, etc.

Les grands aménagements sont potentiellement porteurs de conflits amont-aval, rive droite-rive gauche, de conflits d'usages sectoriels et spatiaux, ... Par le passé, les grands projets d'irrigation ont eu tendance à sous-estimer les usages préexistants et les règles foncières des terrains qu'ils aménageaient. Or les vallées des fleuves, les zones humides et les terres fertiles sont souvent habitées de longue date. Des règles communautaires spécifiques sont établies sur l'utilisation, la gestion et l'accès aux ressources. Sous-estimer l'importance de ces règles sur le périmètre prévu de l'aménagement, et plus généralement sur toutes les zones impactées, et ne pas impliquer les communautés pour les modifier, sera à l'origine de conflits et probablement d'un mauvais fonctionnement des périmètres irrigués. Une étude approfondie de ces règles de fonctionnement est nécessaire, tout comme l'implication des populations dans leur évolution.

Ainsi, sur le fleuve Sénégal, les aménagements n'ont plus permis une reproduction à l'identique des pratiques anciennes de la vallée, déjà conflictuelles entre agriculteurs et éleveurs. Les cultivateurs de décrue avaient pour habitude d'aller cultiver des champs en début de saison sèche de part et d'autre du fleuve (au Sénégal et en Mauritanie). Les troupeaux transhumaient pour consommer les pâturages de décrue à la fin de la saison sèche. Après la construction des barrages, les cultivateurs traditionnels résidant sur une rive perdent en général leurs terres sur l'autre rive car les parcelles irriguées sont attribuées aux nationaux, ce qui fait sous-évaluer le besoin en parcelles irriguées attribuées en dédommagement. Par ailleurs, les droits d'usage et de passage des éleveurs ne sont pas toujours pris en compte, ce qui, combiné à la réduction des zones de pâturage, a exacerbé les tensions entre agriculteurs et éleveurs, à l'origine du conflit Sénégal-mauritanien (Raison, Magrin, 2009).

Toutefois, les investissements constituent des apports de capitaux et de facteurs de développement agricole qui peuvent permettre un développement agricole local. C'est pourquoi, il peut être intéressant que la maîtrise publique intervienne au bout de quelques années, par exemple en limitant les concessions à une durée de 10 ou 15 ans. Les baux de longue durée tels que les baux emphytéotiques doivent être proscrits. Par ailleurs, une attention particulière devra être portée lors du transfert de la gestion des infrastructures entre le concessionnaire privé et le domaine public.

Urbanisation croissante et accaparement de terres par des investisseurs privés menacent de plus en plus le foncier agricole en Afrique, empêchant les investissements à la parcelle et menaçant parfois directement la sécurité alimentaire nationale. Il est primordial que les Etats inscrivent dans leurs politiques nationales des mesures visant à limiter ces effets par la formalisation du foncier, la maîtrise de l'urbanisation, voire la protection des espaces agricoles, ou la fixation d'une durée limitée pour les baux des investisseurs privés.

2.10 LE DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION DOIT S'OUVRIRE A LA PARTICIPATION POUR LA GESTION OU LE FINANCEMENT, SOUS CONTROLE DU SECTEUR PUBLIC

L'IRRIGATION CONTRIBUE AU DÉVELOPPEMENT RURAL, DONT L'IMPULSION EST SOUVENT DONNÉE PAR DES GRANDES STRUCTURES GOUVERNEMENTALES...MAIS AVEC UN SUCCÈS LIMITÉ

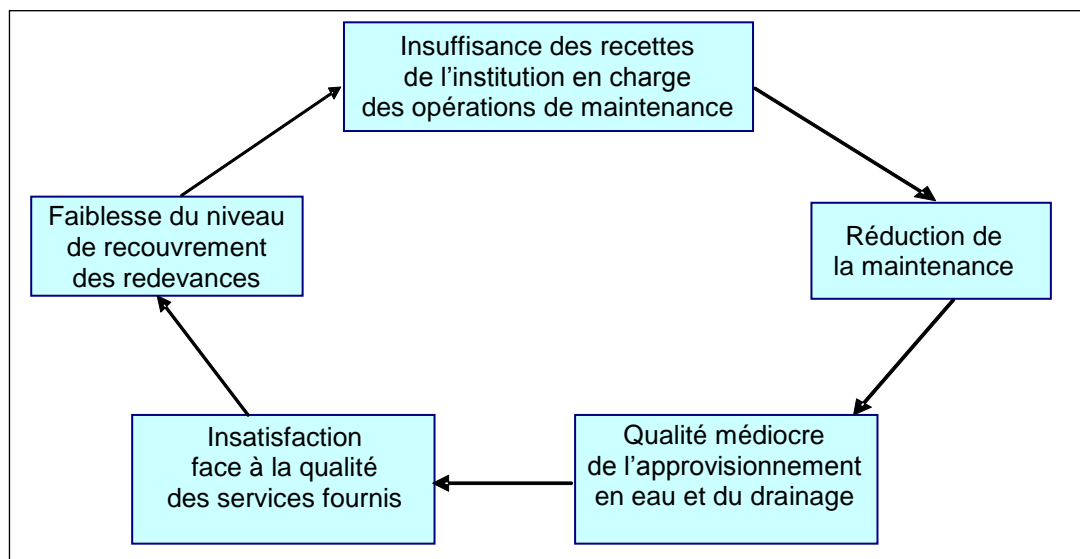
L'histoire a montré l'échec de l'unicité des structures de gestion centralisées des périmètres irrigués

Historiquement, le secteur public subventionne la majeure partie des investissements des projets d'irrigation. Il y a une cinquantaine d'années, l'accent avait été mis sur les grandes structures nationales d'irrigation puis régionales (approche top-down). De nombreux périmètres d'irrigation collective en Afrique notamment (la Grande Hydraulique marocaine gérée par les ORMVA, l'Office du Niger au Mali, la zone d'intervention de la SAED au Sénégal, etc.) ont connu de profondes crises de gestion liées souvent à la faible mise en valeur agricole et au déséquilibre financier (recettes de redevances du service de l'eau bien inférieures aux besoins d'entretien et de maintenance). Les plans d'ajustement structurel avaient ralenti le développement des périmètres irrigués, en raison de leur coût très élevé (Barbier et al., 2009).

Si le faible taux de recouvrement et/ou le montant unitaire de redevance d'irrigation est insuffisant (inférieur au coût de revient), le gestionnaire du périmètre va devoir réduire les dépenses de maintenance ce qui va engendrer inévitablement une dégradation de la qualité du service d'irrigation et de drainage. Cet état de fait va réduire la satisfaction des usagers de l'eau qui sont encore moins enclins à s'acquitter de leurs redevances. Ceci génère un « cercle vicieux de l'intervention » (Ruf, 2001), ou encore de non-durabilité de la gestion de la grande irrigation collective, comme schématisé ci-dessous.

Figure 47 : Cercle vicieux de non-durabilité de la gestion de la grande irrigation collective

(Schéma : BRLi)



A L'AVENIR, LA GESTION DE L'IRRIGATION DOIT PASSER PAR L'IMPLICATION COMBINÉE DE TOUS LES NIVEAUX DE GESTION

Suite à ce constat, de nouveaux modèles de gestion de systèmes irrigués se sont développés. L'éventail de ces nouveaux concepts est extrêmement varié, à l'image de la variabilité des projets d'irrigation dans le monde (taille de périmètre, historique plus ou moins ancien, profil socio-économique des irrigants, facteurs socio-culturels, etc.)

Deux modèles peuvent être néanmoins mis en avant de par les premiers succès enregistrés et les espoirs qu'ils portent. Ces modèles responsabilisent les usagers de par la gestion et l'investissement qui leur est demandé.

La Gestion Participative de l'Irrigation : des infrastructures qui contribuent au développement rural

Face à l'échec des aménagements gérés par les bureaucraties gouvernementales, les gouvernements ont cherché une nouvelle relation avec les communautés locales, qui leur permet également de réduire les dépenses publiques (Ruf, 2001). **La Gestion Participative de l'Irrigation se caractérise par la volonté de transférer les responsabilités de gestion des périmètres à des structures organisationnelles gérées par les usagers de l'eau** : association d'usagers de l'eau, association d'irrigants, Groupement Villageois, etc. Ce modèle est fortement développé en Afrique (Maroc, Ethiopie, Sénégal, etc.) notamment pour la petite et moyenne irrigation (jusqu'à quelques centaines d'hectares) et pour les infrastructures rustiques (sans pompage, sans besoin de technicité pour l'exploitation).

Dans le cas de périmètres d'irrigation de plus grande taille et/ou à forte demande de technicité, **des systèmes combinés fonctionnent** : le secteur public gère les infrastructures principales, les usagers gèrent les infrastructures secondaires et/ou terminales.

Cette responsabilisation des usagers nécessite néanmoins un certain nombre de conditions, et en particulier l'existence d'un cadre juridique pertinent et adapté à la participation. Il faut également promouvoir la **décentralisation** et la délégation d'autorité, afin d'éviter les résistances des bureaucraties hydrauliques. Des retours d'expérience soulignent que les usagers sont prêts à entrer dans une gestion participative à condition qu'il y ait un **minimum d'intéressement**. Pour permettre aux communautés d'avoir la capacité de se saisir des nouvelles responsabilités, des **formations** intensives et répétées sont nécessaires. Il est intéressant de s'appuyer sur des expériences pilotes qui permettent d'apprendre et d'ajuster (Ruf, 2001).

Ce modèle de GPI permet à la fois **d'impliquer les usagers** (ce qui confère au projet plus de garantie de durabilité) et de **réduire les coûts** de son exploitation. **Ce transfert de responsabilité vers les usagers est aujourd'hui en marche dans la plupart des pays, se heurtant toutefois à des difficultés**, particulièrement marquées dans les périmètres de plus grande taille, telles que la difficulté de gérer les provisions pour renouvellement (stations de pompes des GIE sénégalais, par exemple), le manque de capacité de gestion technique et administrative de ces organisations paysannes, le mélange d'activités économiques (vente d'intrants) avec la gestion du périmètre, etc.

Les capacités de gestion locale sont souvent limitées par les manques, par exemple, de moyens, de pouvoir décisionnel et de représentation des petites associations d'usagers. Si la participation des producteurs à la gestion du périmètre irrigué de l'Office du Niger (Mali) est souvent considérée comme un succès, le passage d'un encadrement étatique à système libéral s'est fait trop vite, et n'a pas été assez accompagné pour permettre une professionnalisation des usagers (Barbier et al., 2009).

Les Partenariats Public-Privé (PPP) : une accélération des investissements et une gestion plus efficace

Le développement récent des PPP en irrigation répond à des besoins différents au sens où la puissance publique recherche en développant ces initiatives :

- ▶ **À accélérer le rythme des investissements dans le secteur** en attirant des capitaux privés et/ou en déléguant la maîtrise d'ouvrage de ces périmètres au secteur privé. Ce modèle n'est aujourd'hui réellement développé qu'au Maroc (projet de Guerdane avec création d'un nouveau périmètre de 10 000 ha d'agrumes sous forme de concession d'une durée de 30 années), D'autres pays (l'Egypte par exemple), se sont lancés dans ce modèle concessionnaire, mais les projets n'ont pas encore abouti.
- ▶ **À se soustraire des problèmes récurrents de gestion non durable des grands périmètres collectifs** (souvent fortement consommateurs de subventions annuelles d'exploitation) en contractualisant avec le secteur privé uniquement pour l'exploitation du périmètre. Ce modèle est en cours de promotion en Afrique, notamment en Ethiopie (projet de Megech sur 3 500 ha et de Ribb sur 14 500 ha) sous l'impulsion de la Banque Mondiale.

Le projet d'irrigation et de drainage de Megech-Seraba, en Ethiopie, consiste à construire un périmètre irrigué visant à convertir près de 4000 ha de cultures pluviales en cultures commerciales irriguées à partir du pompage de l'eau du lac Tana distribuée gravitairement à quelque 2000 petites exploitations familiales. La construction et la gestion du périmètre est assurée par le gouvernement éthiopien, mais par le biais de contractualisations avec le secteur privé. Ainsi, la gestion du périmètre implique quatre types d'acteurs différents :

- ▶ *Le ministère éthiopien de l'Eau et de l'Energie et ses déclinaisons administratives au niveau du district, est propriétaire de la station de pompage, des canaux primaires et secondaires, des systèmes de drainage et des mesures de protection contre les crues,*
- ▶ *L'opérateur du secteur privé est rémunéré par le gouvernement éthiopien pour assurer les opérations de maintenance du périmètre (à l'exception des ouvrages et des sections à la parcelle) et pour apporter un soutien technique aux agriculteurs,*
- ▶ *Les associations d'irrigants sont chargées de la gestion des canaux tertiaires et des ouvrages d'irrigation et de drainage à la parcelle, ainsi que du paiement d'une redevance au gouvernement par le biais de l'opérateur privé pour couvrir les frais de maintenance,*
- ▶ *Le ministère éthiopien de l'Agriculture et du Développement rural et ses déclinaisons administratives au niveau du district, est le fournisseur du service d'approvisionnement en eau, directement ou par le biais de sociétés privées (BRLi, MCE , 2010).*

L'objectif final d'un tel système de gestion du périmètre irrigué est d'accroître l'efficacité et la durabilité financière des infrastructures. Toutefois, ce système étant innovant, voire expérimental, sa mise en œuvre comporte d'importants risques, comme l'a souligné l'étude d'évaluation des impacts sociaux et environnementaux du projet, qui recommande qu'un organisme unique à vocation d'autorité soit à terme créé, par exemple par une expansion du rôle de l'opérateur privé (BRLi, MCE , 2010).

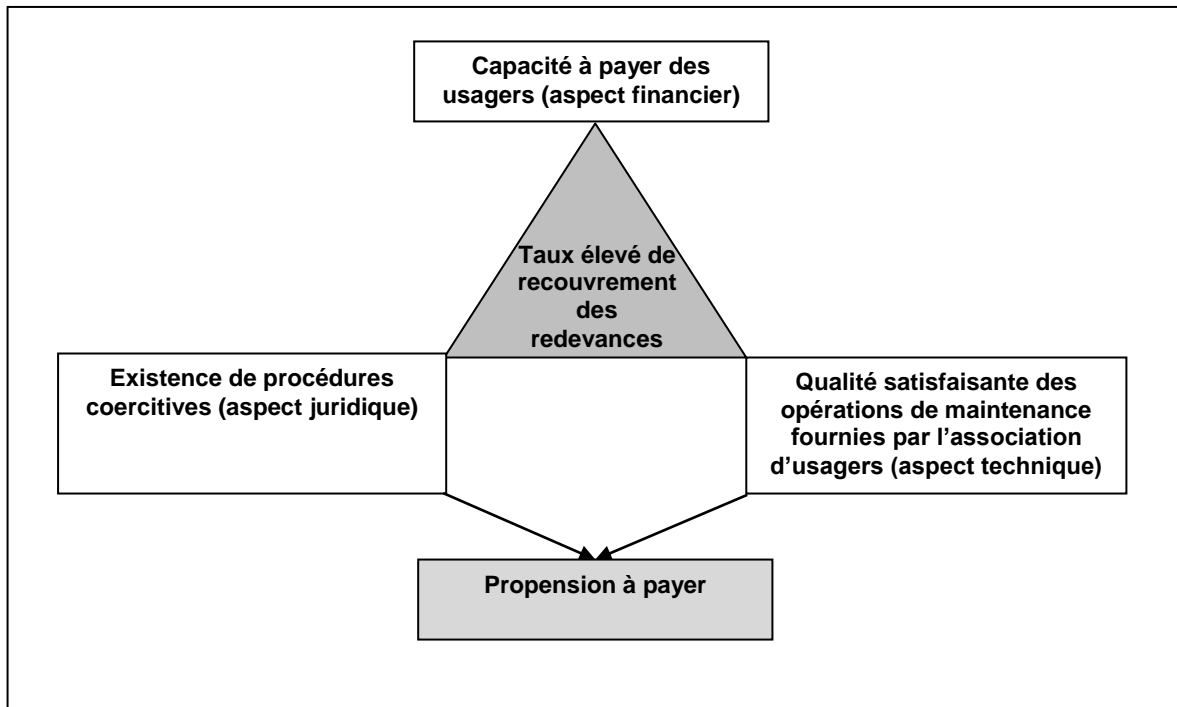
Une articulation de différentes institutions adaptées à différents niveaux de gestion est nécessaire

Un cadre institutionnel assurant une vision et une planification globale est nécessaire en complément des relais techniques locaux. Il faut articuler les savoirs locaux avec les expériences des professionnels : apprendre à penser à long terme malgré les difficultés du quotidien, accompagner les groupes d'usagers vers une autonomie financière qui permette d'assurer le service et la maintenance... Cet accompagnement peut être réalisé par les gouvernements, par des entreprises privées et/ou par la structuration inter-associations d'usagers (qui permettent par ailleurs d'assurer une représentation politique, la circulation de l'information ou encore les fonctions de lobbying).

Dans les grands périmètres, l'association de structures de grande taille, qu'elles soient en gestion publique ou privée, et d'associations d'usagers de plus petite taille peut s'avérer fructueuse. Mais cela soulève la question du rapport de forces entre la grande structure et les associations d'usagers. Les associations locales doivent pouvoir être représentées au niveau supérieur de décision dans le grand périmètre. Cela nécessite la mise en place d'un cadrage et d'une participation dès la conception (répartition des surfaces, taille des parcelles, modalités d'intervention,...)

Le succès de certaines formes de gestion peut être illustré à l'aide du « cercle vertueux » observé sur des périmètres irrigués au fonctionnement satisfaisant.

Figure 48 : Cercle vertueux des périmètres irrigués dont la gestion est satisfaisante



LE SUCCÈS DE L'AGRICULTURE IRRIGUÉE NE SE LIMITE PAS AU SERVICE DE L'EAU

Dans les pays à forte ambition de développement de l'agriculture irriguée (Maroc, Ethiopie), l'implication du secteur privé ne se limite pas au service de l'eau, car l'eau n'est qu'un intrant au développement de l'agriculture irriguée.

En effet, de nombreuses initiatives de contractualisation entre petit paysannat et agriculture commerciale (portant des vocables différentes) se développent dans ces pays : on l'appellera agrégation au Maroc, « outgrowers » en Afrique Australe, etc.

Cette initiative tend à inciter le secteur de l'agro-industrie et les agriculteurs « commerciaux » (fortement capitalisés et intégrés au marché) à contractualiser avec le petit paysannat pour leur fournir un accès aux intrants voire au crédit, un référentiel technique et un accès au marché.

La puissance publique dans ces pays intervient en créant un cadre incitatif pour le secteur agroindustriel et les agriculteurs commerciaux (incitation fiscale, financière, etc.), voire en forçant le secteur à intégrer des petits producteurs. Ce modèle tend à se développer fortement notamment pour les cultures industrielles et à forte valeur ajoutée (cane à sucre en Zambie, au Malawi, au Maroc, agrumes au Maroc, etc.).

2.11 LA GOUVERNANCE DE L'EAU EN 2030 DEVRA ARTICULER DIFFÉRENTS NIVEAUX INSTITUTIONNELS POUR GERER LES RESSOURCES DE MANIERE INTEGREE

Un des facteurs de changement indispensable pour enclencher un développement socioéconomique est celui de la bonne gouvernance. Ce facteur inclut non seulement les questions institutionnelles mais aussi les rapports de force politiques entre les différents secteurs et acteurs, et englobe également les questions des mécanismes pervers dans la gestion des administrations et des politiques publiques (Treyer, 2009).

Devant l'augmentation des besoins en eau, les modes de gestion de l'abondance de la ressource doivent évoluer pour faire face à des situations de rareté.

La gestion de l'eau doit intégrer différents niveaux de responsabilité et d'institutions, articuler différents acteurs et prendre en considération différents secteurs. Seule une vision d'ensemble, coordonnée par des instances compétentes, permet de résoudre ou d'éviter les interférences entre les différents types de programmes mis en œuvre. S'il n'y a pas de modèle prêt à l'emploi¹¹, il est néanmoins possible de « mettre en avant des modes de coordination qui reposent sur la confiance, la coopération, la participation, la négociation et la recherche de consensus face à ces situations complexes » (Isla, Baron). Loin d'un modèle hiérarchique, où l'Etat imposerait seul des règles immuables, les modèles de gouvernance doivent articuler *a minima* 3 échelles (régionale, nationale et locale). « Une certaine décentralisation des choix de développement au sein des pays, selon une logique de cohérence et de subsidiarité avec les autres échelles de gouvernance constitue une évolution intéressante des systèmes actuels » (Treyer, 2009). La mise en place de cette gouvernance prend du temps, et se fait souvent par tâtonnement. On pourrait même considérer que les processus participatifs de gouvernance, la mise en œuvre de plus de représentation dans ce domaine pourrait constituer un moteur plus général de démocratie.

L'histoire de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) est intéressante à ce titre. L'OMVS, qui dès sa formation s'est engagée dans la construction des barrages, a su évoluer pour tirer les leçons de ses erreurs. D'une logique initiale de bâtisseur, l'OMVS a élargi ses compétences pour devenir un lieu de dialogue stratégique qui a même débordé de son objet (l'eau) lors du conflit Sénégal-mauritanien. Aujourd'hui, l'OMVS continue d'évoluer vers plus de participation de la société civile, au travers de la mise en place de Comités Locaux de Concertation dans les collectivités du bassin, et vers la création d'un organe consultatif de représentation de la société civile : le Comité de Bassin (BRLi, Eau Vive, en cours).

A contrario, les aménagements actuels en Ethiopie autour du lac Tana mettent en œuvre d'importants aménagements (équipement des chutes et transfert d'eau pour la production hydroélectrique, projets multiples d'irrigation), sans vision partagée avec les pays aval du bassin du Nil (avec qui les relations sont tendues), ni consultation des populations. Les décisions ont en partie ignoré les nombreux usages traditionnels antérieurs issues d'une occupation millénaire de cet espace, ainsi que les questions foncières. Des études d'impact et de gestion participative, qui permettent d'obtenir des financements de bailleurs internationaux ont été réalisées, mais les études d'impacts n'abordent pas les problèmes sociaux et environnementaux essentiels. Un règlement d'eau a été adopté, mais il s'agit de règles fixées unilatéralement sans négociations, qui ne sont ni opposables ni révisables, et dont les limites sont apparues lors d'un turbinage excessif qui a laissé les embarcations du lac sur le sable. Chaque projet est conduit de façon séparée sans étude globale des impacts cumulatifs des projets. Il est à craindre que ces choix guidés par la raison d'Etat n'anticipent une situation future très tendue.

¹¹ Les arrangements institutionnels diffèrent d'une communauté à une autre, c'est-à-dire l'ensemble des règles constitutionnelles établies au niveau local, le choix des règles collectives et la mise en place des règles opérationnelles. Ces spécificités communautaires sont le fruit de l'histoire, des valeurs, des religions, des expériences d'action collective et du capital social (Ostrom, 1990, cité par Ruf, 2001).

Le concept de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE)¹², né lors de la conférence de Dublin en 1992, prend tout son sens lorsqu'il est éclairé par ce type d'exemples. Pour une gestion équitable, efficiente et durable de cette ressource rare et vitale qu'est l'eau, une **intégration multiple est nécessaire** (Global Water Partnership (GWP), 2009) :

- ▶ **Interdisciplinaire**, avec une réflexion mêlant l'ensemble des disciplines et enjeux : caractéristiques hydrologiques de la ressource, possibilités techniques de développement, développement humain (maintien de population rurales, activités génératrices de revenus, santé, ...), rentabilité économique des projets, hydrologie, environnement...
- ▶ **Fonctionnelle**, qui englobe toutes les étapes de développement d'un programme ou d'un projet : planification, régulation, conception, entretien, maintenance, suivi... avec une évaluation des impacts cumulatifs des projets ;
- ▶ **Horizontale – institutionnelle**, avec une coordination et collaboration entre toutes les institutions de gestion des ressources à l'échelle du bassin, toutes tutelles confondues ;
- ▶ **Verticale – hiérarchique** : de l'utilisateur ou l'association d'utilisateurs qui gère l'eau en pratique, au décideur national voire international qui planifie, décide de la stratégie et légifère, en passant par la collectivité, les services de l'Etat ou les entreprises qui fournissent un encadrement local, ou accompagnent la mise en œuvre de projets de développement ;
- ▶ **Multi-acteurs** : société civile, intérêts non gouvernementaux, groupes d'utilisateurs dans tous les domaines de la gestion de l'eau et de la décision ;

Cette intégration doit reposer sur une structuration institutionnelle distribuée avec une répartition adéquate des responsabilités et compétences, et doit naître de politiques publiques volontaristes.

Il est à souligner que la GIRE s'applique à une échelle pertinente d'un point de vue hydrographique (le bassin versant, la zone de recharge), tandis que l'aménagement du territoire est orienté par des politiques émergentes à l'échelle de découpages administratifs. Or l'intégration de la gestion des deux ressources fondamentales que sont le sol et l'eau sont indispensables. **La GIRE est un concept essentiel pour gérer la rareté de la ressource en eau, mais ne peut prendre tout son sens que si elle intègre des outils de planification de l'aménagement du territoire. La GIRE doit donc être élargie à une échelle dépassant celle du bassin versant hydrographique.**

En Ethiopie, qui est un Etat fédéral, la gestion administrative des eaux et des sols est indépendante à double titre. D'une part chacune de ces deux ressources est gérée par une agence qui lui est propre. Et d'autre part, la gestion de l'eau est centralisée au niveau fédéral, alors que la responsabilité de gestion des terres est attribuée à des agences foncières au niveau de chaque état. D'où un manque de cohérence dans l'allocation de ces deux ressources : les considérations sur les ressources en eau (quantité disponible, localisation) ne sont prises en compte que de façon marginale dans l'allocation des terres.

Au vu de la complexité et de la multiplicité des enjeux de la gestion de l'eau, sa gouvernance ne peut s'appuyer sur un modèle ni une structure institutionnelle unique. Elle devra systématiquement s'appuyer sur un ensemble de niveaux institutionnels, permettant d'intégrer différentes échelles (locale, nationale, supranationale), différents niveaux de responsabilité, différents acteurs, différents secteurs. Une telle gestion des ressources en eau disposera à la fois d'une vision globale cohérente et de relais techniques locaux permettant sa mise en œuvre sur le terrain.

¹² La définition qu'en donne la Global Water Partnership (2000) est la suivante : « la GIRE est un processus qui promeut le développement et la gestion intégrés de l'eau, du territoire et des ressources connexes afin de maximiser, de manière équitable, le bien-être économique et social résultant, sans compromettre la durabilité des écosystèmes vitaux ».

Bibliographie

- AFD-CIRAD-FIDA. (2011). *Les cultures vivrières pluviales en Afrique de l'Ouest et du Centre. Eléments d'analyse et propositions pour l'action*. A savoir n°06.
- Agroforesterie.fr. (2006). *Agroforesterie recherche développement n°8*.
- Assemblée générale des Nations Unies. (2011). *Le droit à l'alimentation*. Rapport intermédiaire établi en application de la résolution 65/220 de l'Assemblée générale par M. Olivier de Schutter, Rapporteur spécial sur le droit à l'alimentation.
- Autorité du Bassin du Niger, BRLi . (2007). *Plan d'Action de Développement Durable du bassin du Niger* .
- Banque mondiale. (2004). *Water Resources Sector Strategy*.
- Banque mondiale. (2010). *Modeling the impact of climate change on global hydrology and water availability*.
- Banque mondiale, département du développement durable Afrique. (2010). *Interpretation of climate change projections: Building resilience for climate-related risks in investments in the Niger river basin*.
- Barbier et al. (2009). *Le retour des grands investissements hydrauliques en Afrique de l'Ouest : les perspectives et les enjeux*. Géocarrefour.
- Bates et al. (2008). *Le changement climatique et l'eau, document technique VI du GIEC*. GIEC.
- Belhouchette. (2011). *Entretien avec Hatem Belhouchette, enseignant chercheur à l'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier*. 10/10/2011.
- Beddington J et al. (2011). *Atteindre la sécurité alimentaire dans le contexte du changement climatique*. Programme de recherche du CGIAR sur le Changement climatique, l'agriculture et la sécurité alimentaire (CCAFS).
- Bellefontaine et al. (2001). *Les arbres hors forêt : vers une meilleure prise en compte*. FAO.
- Benabed. (2010). *Une assurance climat innovante pour les paysans éthiopiens*. Afrik.com 05/03/2010.
- Borron, Hajri, Labbouz. (2008). *Bilan des travaux de prospective sur l'eau et ses usages en Afrique de l'Ouest*. TGE ENGREF.
- Bouët A., Laborde Debucquet D. (2010). *Economics of Export Taxation in a Context of Food Crisis. A theoretical and CGE approach contribution*. IFPRI Discussion Paper 00994.
- Bouzemouri. (2007). *Problématique de la conservation et du développement de l'arganeraie* . L'arganier, levier de développement humain du milieu rural marocain, colloque international Rabat 2007 .
- BRLi. (2007). *Evaluation des prélèvements et des besoins présents et futurs sur le bassin du Niger*. Autorité du Bassin du Niger.
- BRLi. (2007a). *Elaboration du Plan d'Action et de Développement Durable du bassin du fleuve Niger*. Autorité du Bassin du Niger.

BRLi, DHV. (2007). *Etude d'élaboration du programme d'investissement et de formulation des projets d'investissement nécessaires à la mise en œuvre de la vision partagée du bassin du fleuve Niger*. Autorité du Bassin du Niger.

BRLi, Eau Vive. (2012, en cours). *Conception et appui à la mise en œuvre du processus participatif et consultatif dans le cadre de l'élaboration du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du Fleuve Sénégal (SDAGE)*. OMVS

BRLi. (2010a). *The Zambezi River Basin - A Multi-Sector Investment Opportunities Analysis*. Banque Mondiale.

BRLi. (2010). *Création et vulgarisation de la charte de l'eau pour la Commission du Bassin du Lac Tchad*. Commission du Bassin du Lac Tchad.

BRLi, MCE. (2010). *Environmental and social impact assessment of the Megech pump (Seraba) irrigation and drainage project*. Ministère éthiopien des ressources en eau.

BRLi, SIWI. (2011). *Nile Basin Initiative – Institutional Design Study*.

Bruinsma. (2003). *World agriculture towards 2015/2030. An FAO perspective*. Earthscan.

Bureau JC, Ducreux Y., Gohin A. (2007). *La libéralisation des échanges agricoles dans le cadre de l'OMC : impact économique*. L'agriculture, nouveaux défis.

Carrington, Valentino. (2011). *Biofuels boom in Africa as British firms lead rush on land for plantations*. The Guardian 31/05/2011.

CEDEAO-CSAO/OCDE. (2008). *Le climat et les changements climatiques*. Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest.

Centre d'Analyse Stratégique. (2010). *Les cessions d'actifs agricoles dans les pays en développement*. La documentation française.

Centre d'Analyse Stratégique. (2011). *Volatilité des prix des matières premières. Volet 2. Produits agricoles : limiter la volatilité ou atténuer les effets ?* Note d'analyse n°207.

Centre d'analyse stratégique. (2012). *La culture d'agro-carburants, un choix de politique de développement national*. Note du groupe de travail.

Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes. (2008). *Mediterra 2008 : les futurs agricoles et alimentaires en Méditerranée*. Presses de Sciences Po.

Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes. (2009). *Mediterra 2009 : repenser le développement rural en Méditerranée*. Presses de Sciences Po.

CGIAR. (2011). *Les grands fleuves ont assez d'eau pour soutenir le doublement durable de la production alimentaire au cours des prochaines décennies*. Challenge Program on Water and Food.

Chaléard. (2003). *Cultures vivrières et cultures commerciales en Afrique occidentale : la fin d'un dualisme ?*

Cirad. (2011). *Alimentation ou agrocarburant, faut-il choisir ?* Perspective sécurité alimentaire n°8, mai 2011.

Climate analytics, Ecofys, PIK. (2011). *Negotiations heading towards high warming, high cost pathway*. Climate Action Tracker Update.

- Collomb. (1999). *Une voie étroite pour la sécurité alimentaire à l'horizon 2050*. FAO.
- Commission Mondiale des Barrages. (2000). *Barrage et développement : un nouveau cadre pour la prise de décisions*.
- Conforti. (2011). *Looking ahead in world food and agriculture: perspectives to 2050*. FAO Division de l'Economie Agricole et du Développement.
- Cuénod. (2007). *Rouler "propre" et accélérer la faim dans le monde ?* Interview de Jean Ziegler, La Tribune de Genève 12/10/07.
- CSAO/SWAC. (2007). *La souveraineté alimentaire en Afrique de l'Ouest : des principes à la réalité*.
- Davis M. (2003). *Les famines coloniales, génocide oublié*. Le Monde Diplomatique.
- De Marsily. *Eau, Changement climatique, Alimentation et Evolution Démographique*.
- Easterling D. et al. (2000). *Climate Extremes: Observations, Modeling, and Impacts*. Science, vol. 289 n°5487.
- El Raey. *Impact of Sea level Rise on the Arab region*. Arab Academy of Sciences.
- Elasha et al. (2006). *Background paper on impacts, vulnerability and adaptation to climate change in Africa*. African workshop on Adaptation Implementation of Decision 1/CP10 of the UNFCCC Convention.
- FAO. (2009). *How to Feed the World in 2050*. High level Expert forum.
- FAO. (2008). *Introduction aux concepts de la sécurité alimentaire*.
- FAO. (2011). *L'Etat des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde. Gérer les systèmes en danger*.
- FAO-OCDE. (2011). *Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2011-2020*.
- Ferry. *La crise du secteur phoenicicole dans les pays méditerranéens. Quelles recherches pour y répondre ?* CIHEAM Options méditerranéennes.
- Fischer G. et al. (2009) *Biofuels and food security*. IIASA.
- Foley J. et al. (2012). *Nourrir et préserver*. Pour la Science n°411.
- Foncier rural et cadastre rural de Côte d'Ivoire. *Le droit foncier*. Le foncier rural en Côte d'Ivoire.
- Fontagné L., Laborde D., Mitaritonna C. (2007). *Accord à l'OMC : un "tiens" vaut mieux que deux "tu l'auras"*. La lettre du CEPIL n°263.
- Gaufichon, Prioul, Bachelier. (2010). *Quelles sont les perspectives d'amélioration génétique de plantes cultivées tolérantes à la sécheresse ?* FARM.
- GIEC, sous la direction de Field, C.B. et al. (2012). *Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique*. Rapport spécial des Groupes de travail I et II et du GIEC, résumé à l'intention des décideurs, Cambridge University Press.
- Global Water Partnership (GWP). (2009). *Manuel de Gestion Intégrée des Ressources en Eau par Bassin*. Réseau International des Organismes de Bassin (RIOB).

- Griffon. (2004). *La Révolution Doublement Verte, introduction*. Académie d'Agriculture de France.
- Griffon. (2011). *L'agroécologie peut-elle nourrir la planète ?* Conférence à Montpellier SupAgro 07/11/2011.
- Guillou M., Matheron G. (2011). *9 milliards d'hommes à nourrir : un défi pour demain*. éd François Bourin.
- Hallegate, Somot, Nassopoulos. (2008). *Région méditerranéenne et changement climatique, une nécessaire anticipation*. IPEMED.
- Havlik P., De Cara S. et al. (2011). *Global land-use implications of first and second generation biofuel targets*. Energy Policy vol. 39.
- Iiyama et al. (2011). *Productivity of Jatropha curcas as bioenergy crop and realities under smallholder farm conditions in Kenya*. ICRAF, présentation à la 3e conférence internationale sur les biocarburants en Afrique.
- International Sugar Organization. (2008). *Sugarcane smallholders in sub-saharan Africa: status, challenges and strategies for Development*. Market Evaluation Consumption and Statistics Committee.
- Inter-réseaux. (2009). *Répondre aux évolutions alimentaires, un défi majeur pour l'élevage africain*. Grain de sel n°46-47.
- IRD. (2009). *L'Afrique face à sa mousson*. Actualité scientifique fiche n°328.
- Isla, Baron. *Développement durable et gouvernance : quelles valeurs communes pour un modèle d'accessibilité à l'eau potable dans les villes d'Afrique subsaharienne ?*
- Jones, Tambi. *Cibler des marchés pour les produits d'élevage africains*. Forum pour la Recherche Agricole en Afrique.
- KfW, BEI, AFD. (2009). *Evaluation conjointe ex-post du barrage de Manantali*. Rapport de synthèse.
- Lamaddalena. (2010). *Changement climatique et ressources en eau dans la région méditerranéenne*. Lettre d'information du CIHEAM n°12.
- Lazarevic. *Réorganiser les échanges internationaux*. Un nouveau cadre institutionnel.
- Lebel T. et al. (2009). *AMMA-CATCH studies in the Sahelian region of West Africa: an overview*. Journal of Hydrology .
- Leridon, De Marsily. (2011). *Démographie, climat et alimentation mondiale*. Académie des Sciences, EDP Sciences.
- Mainguy. *L'intégration régionale : un thème phare de la politique de coopération européenne*. GEMDEV.
- Mazoyer. (2006). *La situation agricole et alimentaire mondiale : causes, conséquences, perspectives*.
- Mazoyer, Roudart. (1997). *Histoire des agricultures du monde : du néolithique à la crise contemporaine*. Seuil.

- Ministère marocain de l'Agriculture. (2010). *Place de l'irrigation dans la stratégie du Plan Maroc Vert*.
- Ministère marocain de l'Aménagement du Territoire. (2001). *Communication Nationale Initiale à la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques*.
- Mirguet. (2011). *Il faut interdire la spéculation sur les produits alimentaires et les biocarburants*. Interview de Jean Ziegler, La Tribune 20/12/11.
- Niasse et al. (2004). *La gouvernance de l'eau en Afrique de l'Ouest*. UICN.
- Nicholls. (2007). *Adaptation options for coastal areas and infrastructure. An analysis for 2030*.
- Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes. (2012). *Les zones humides méditerranéennes : enjeux et perspectives*. Premier rapport technique de l'OZHM.
- OCDE. (2012). *Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2050 : les conséquences de l'inaction*. Rapport de synthèse.
- ONU Water Africa. *Africa water vision 2025: equitable and sustainable use of water for socioeconomic development*.
- Ortlieb L., Fléchet G. (2007). *El Nino affecté par le réchauffement planétaire*. Fiche actualité scientifique IRD n°280.
- Paillard, Treyer, Dorin. (2010). *Agrimonde : Scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050*. Quae.
- Plan Bleu. (2008). *Changement climatique en Méditerranée*. Séminaire régional, Marseille 22-23/10/2008.
- Plan Bleu. (2009). *La Méditerranée doit relever trois défis majeurs pour gérer durablement ses ressources en eau menacées*. Notes du Plan Bleu n°11.
- PNUE/PAM. (2004). *L'eau des Méditerranéens : situation et perspectives*.
- Pons P. (2011). *Japon - tsunami - Aneyoshi : "il n'y a pas eu de victimes ici", les ancêtres le savaient*. Article paru dans Le Monde du 7 mai 2011.
- Raison, Magrin. (2009). *Des fleuves entre conflits et compromis. Essais d'hydropolitique africaine*. Karthala.
- Raisson. (2010). *Atlas des futurs du monde 2033*. Robert Laffont.
- Requier-Desjardins. (2010). *Impacts des changements climatiques sur l'agriculture au Maroc et en Tunisie et priorités d'adaptation*. Notes d'analyse du CIHEAM n°56.
- Rosegrant, Cai, Cline. (2002). *Global Water Outlook to 2025: Averting an Impending Crisis*. IFPRI IWMI.
- Roudard L., Pinson V. (2010). *Couvertures et usages agricoles des terres à l'échelle mondiale : analyse et comparaison des bases de données sur la situation actuelle et sur les évolutions possibles*. MAP.
- Ruf. (2001). *L'irrigation abordée sous l'angle de la gestion communautaire de biens communs – cadre conceptuel et méthode d'approche de conflits entre parties prenantes*. La gestion des périmètres irrigués collectifs - actes de l'atelier, 22-23 janvier 2001.

Sarr. (2005). *La production du riz au Sénégal et les enjeux de l'OMC à Hong Kong*. séminaire de Bruxelles des 16-17 novembre 2005.

Secrétariat d'Etat marocain chargé de l'Eau et de l'Environnement. (2010). *Seconde Communication Nationale à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques*.

Seguin. (2010). *Le changement climatique : conséquences pour l'agriculture et la forêt*. Rayonnement du CNRS n°54.

Sinan, Boussetta, El Rherari. (2009). *Changements climatiques : causes et conséquences sur le climat et les ressources en eau*. Séminaire international sur le dessalement des eaux, Amicale des ingénieurs du génie rural du Maroc, 8-10 mai 2009.

Tabutin, Schoumaker. (2004). *La démographie de l'Afrique au sud du Sahara des années 1950 aux années 2000*. Institut de démographie, UCL, Louvain-la-Neuve: Population, 59.

Technoserve/IFAD. (2011). *Outgrower schemes. Enhancing profitability*. Technical brief.

The New Scientist. (2004). *Monsanto Failure*. 07/02/04.

Thibault, directeur du Plan Bleu. (2009). *Les arbitrages concernant l'eau agricole dans un contexte de raréfaction de la ressource*. Colloque FARM sur l'eau agricole au Maghreb.

Treyer. (2011). *Conférence "Durabilité de la production agricole : un indispensable changement de modèle ?"*. Cirad Montpellier, 11/10/2011.

Treyer. (2009). *Scénarios de développement des usages de l'eau dans la région CEDEAO à 2050*.

UNEP. (2011). *The bioenergy and water nexus*. IEA Bioenergy, Oko Institut eV.

Union Française des Semenciers. (2011). *Consommateurs et semences : diversité des demandes, réponses des semenciers (table ronde)*. Info semences n°8.

USAID. (2006). *Etude de la régénération naturelle assistée dans la région de Zinder (Niger)*.

Water Resources Group 2030. (2009). *Charting our water future*.

Welcker et al. (2008). *Améliorer la tolérance du maïs à la sécheresse ou la productivité du sorgho : enjeux, limites, perspectives*. Carrefours de l'innovation agronomique, diaporama.

Zacharie. (2011). *Les leçons de la famine en Afrique de l'Est*. Imagine Magazine 23/10/11.

Liste des personnes rencontrées dans le cadre de l'étude

► Entretiens de visu

- Sébastien Treyer (IDDRI) : rencontre en direct à l'occasion de la conférence « Durabilité de la production agricole, un indispensable changement de modèle ? », CIRAD Montpellier – Agropolis, le 11 octobre 2011
- Hatem Belhouchette (CIHEAM – IAMM) : entretien le 10 octobre 2011

► Contacts téléphoniques

- Martine Padilla (CIHEAM – IAMM)
- Jean-Louis Hubsch (Sud Céréales)
- François Tardieu (INRA)
- Ludovic Temple (INRA – UMR MOISA)

► Assistance de membres de l'équipe BRLi à des conférences

- « Durabilité de la production agricole, un indispensable changement de modèle ? », par Sébastien Treyer (IDDRI), le 11 octobre 2011 au CIRAD Montpellier – Agropolis
- « L'agroécologie peut-elle nourrir la planète ? », par Michel Griffon (ANR) et Patrice Burger (CARI), le 7 novembre 2011 à Montpellier SupAgro
- « Avenir de l'agriculture familiale au Mali », par Sébastien Bainville (Enseignant chercheur à l'Institut des régions chaudes de Montpellier SupAgro), le 14 novembre 2011 dans le cadre du festival AlimenTerre
- « Destruction massive : géopolitique de la faim », par Jean Ziegler, vice-président du comité consultatif du Conseil des droits de l'homme de l'ONU, le 17 janvier 2012 à Montpellier SupAgro
- « Alimentation durable : un bien partagé ? », colloque inaugural de la Chaire Unesco « Alimentations du monde », le 27 janvier 2012 à Montpellier SupAgro

Synthèse du bilan emploi-ressources d'Agrimonde

DEFINITION DES TERMES ET DES HYPOTHESES

Les **emplois** incluent les calories disponibles pour la consommation humaine, les calories utilisées pour l'alimentation des animaux, les semences, les valorisations non-alimentaires, ainsi que les pertes. Les **ressources** sont constituées par la production régionale. Enfin, le **solde** correspond aux calories échangées avec les autres régions du monde.

Les bilans emplois-ressources sont détaillées pour deux scénarios : Agrimonde GO (tendanciel, issu du MEA), Agrimonde 1 (rupture), et selon deux variantes qui diffèrent par les règles de priorité entre les différentes utilisations concurrentielles des calories disponibles. La variante 1 donne la priorité aux échanges de calories végétales : chaque région produit les calories animales correspondant exactement à ses besoins à partir des calories végétales régionales. La variante 2 donne la priorité aux échanges de produits animaux : chaque région utilise ses calories végétales en priorité pour l'alimentation humaine et les autres utilisations (VANA, semences, etc.), et ne produit des calories animales que s'il lui reste un surplus de calories végétales.

BILAN RESSOURCES-EMPLOIS ALIMENTAIRES EN 2003

Région	Types de biomasse	Emplois (tous usages) (Gkcal/j)	Ressources (productions) (Gkcal/j)	Solde des échanges (Gkcal/j)
Afrique du Nord Moyen Orient	Végétaux	1985	1262	-724
	Animaux	153	126	-28
Afrique subsaharienne	Végétaux	2191	1938	-253
	Animaux	108	93	-15

Selon Agrimonde, l'Afrique du Nord-Moyen Orient et l'Afrique subsaharienne apparaissent déjà déficitaires en calories végétales et animales en 2003.

En Afrique du Nord-Moyen Orient, les importations nettes couvrent 36% des calories végétales utilisées et 18% des calories animales utilisées. En Afrique subsaharienne, les importations nettes couvrent 12% des calories végétales et 14% des calories animales.

BILAN RESSOURCES-EMPLOIS ALIMENTAIRES EN 2050 SELON LE SCENARIO AGRIMONDE GO VARIANTE 1

Région	Types de biomasse	Emplois (tous usages) (Gkcal/j)	Ressources (productions) (Gkcal/j)	Solde des échanges (Gkcal/j)
Afrique du Nord Moyen Orient	Végétaux	4176	1985	-2190
	Animaux	335	335	0
Afrique subsaharienne	Végétaux	7378	6084	-1294
	Animaux	528	528	0

Selon ce scénario, les deux régions accroissent leur déficit en 2050. Le déficit est le plus marqué en Afrique du Nord-Moyen Orient, où les productions végétales ne suffisent pas à couvrir les besoins de l'alimentation humaine seule. Dans les deux régions, les productions animales couvrent les besoins (hypothèse définissant la variante).

BILAN RESSOURCES-EMPLOIS ALIMENTAIRES EN 2050 SELON LE SCENARIO AGRIMONDE GO VARIANTE 2

Région	Types de biomasse	Emplois (tous usages) (Gkcal/j)	Ressources (productions) (Gkcal/j)	Solde des échanges (Gkcal/j)
Afrique du Nord Moyen Orient	Végétaux	2223	1985	-238
	Animaux	335	25	-309
Afrique subsaharienne	Végétaux	6084	6084	0
	Animaux	528	219	-309

Selon ce scénario, les deux régions restent déficitaires. Les usages sont très différents puisque l'Afrique utilise et importe moins de calories végétales, et produit moins de calories animales, qu'elle importe en revanche en plus grande quantité.

BILAN RESSOURCES-EMPLOIS ALIMENTAIRES EN 2050 SELON LE SCENARIO AGRIMONDE 1 VARIANTE 1

Région	Types de biomasse	Emplois (tous usages) (Gkcal/j)	Ressources (productions) (Gkcal/j)	Solde des échanges (Gkcal/j)
Afrique du Nord Moyen Orient	Végétaux	3549	1302	-2247
	Animaux	335	335	0
Afrique subsaharienne	Végétaux	7515	3525	-3990
	Animaux	852	852	0

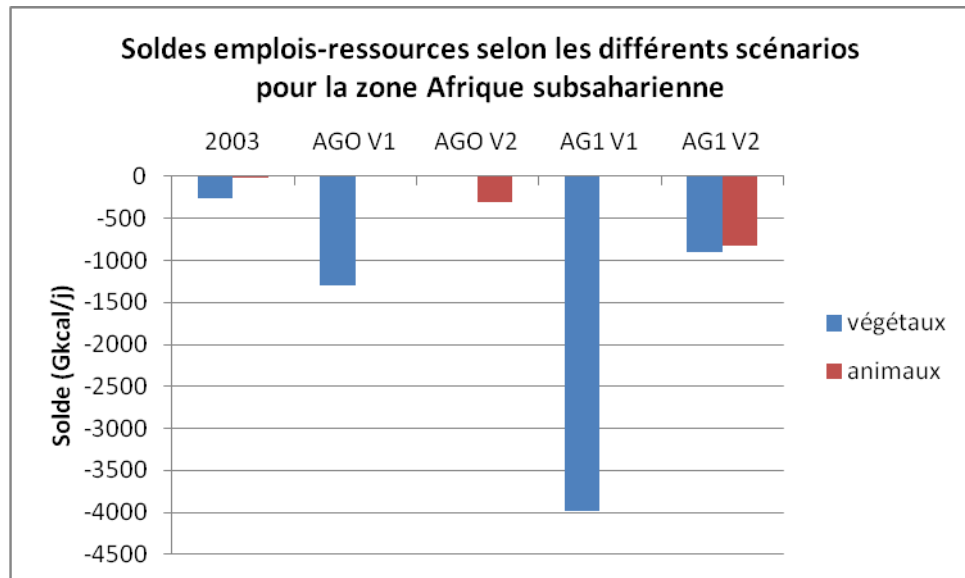
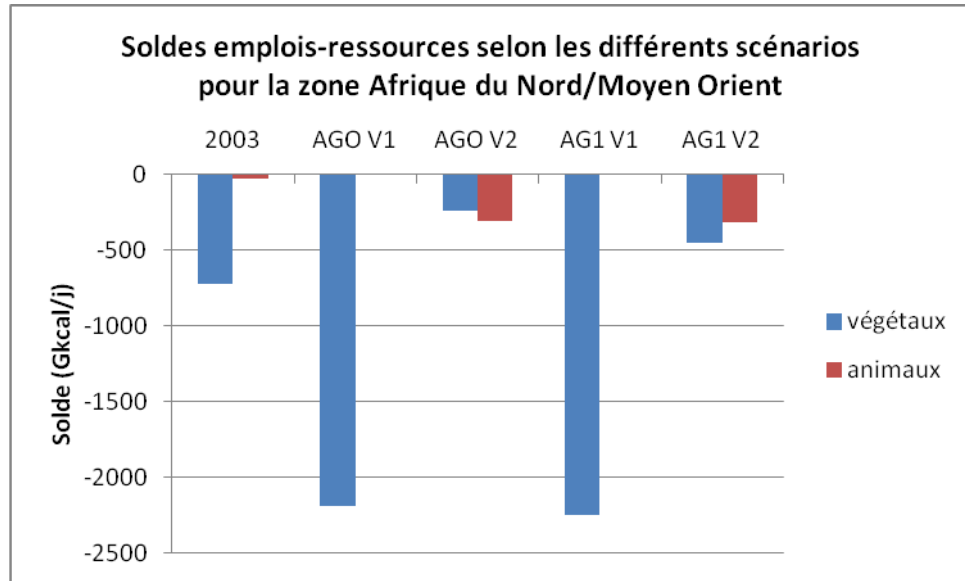
Dans ce scénario, l'Afrique subsaharienne voit son déficit s'accroître en raison d'une forte hausse de la consommation que les capacités de production ne parviennent pas à satisfaire (hypothèse de croissance des rendements plus faible que dans GO).

BILAN RESSOURCES-EMPLOIS ALIMENTAIRES EN 2050 SELON LE SCENARIO AGRIMONDE 1 VARIANTE 2

Région	Types de biomasse	Emplois (tous usages) (Gkcal/j)	Ressources (productions) (Gkcal/j)	Solde des échanges (Gkcal/j)
Afrique du Nord Moyen Orient	Végétaux	1752	1302	-450
	Animaux	336	24	-311
Afrique subsaharienne	Végétaux	4426	3525	-901
	Animaux	851	22	-829

Selon ce scénario, les deux régions restent déficitaires. Comme pour Agrimonde GO, à l'échelle mondiale, la variante 2 semble moins économe en calories que la variante 1.

REPRESENTATION GRAPHIQUE DES SOLDES EMPLOIS-RESSOURCES SELON LES DIFFERENTS SCENARIOS



Quels que soient les scénarios et les variantes, selon l'exercice de prospective Agrimonde, l'Afrique du Nord-Moyen Orient et l'Afrique subsaharienne demeureront déficitaires sur le plan alimentaire à l'horizon 2050.