



Adaptation aux impacts du changement climatique quelles stratégies d'échanges et de partage de l'information scientifique ?

Sous la Direction de :
Amadou SALL et Amadou Moctar DIEYE



Toute correspondance relative à cette publication doit être adressée à :

Centre de Suivi Ecologique (CSE), B.P. 15532, Dakar, Sénégal,
Téléphone : +221 33 825 80 66/67 - Télécopie : +221 33 825 81 68.
Courrier électronique : assize@cse.sn - Site internet : <http://www.cse.sn>

Les opinions exprimées dans cette publication du CSE n'engagent que les auteurs.

Responsable de la publication : Assize TOURE

Comité de rédaction : Jacques A. NDIONE (CSE), Amadou T. GAYE (UCAD), Kjeld RASMUSSEN (Univ. Copenhague), Goze BENIE (Univ. of Sherbrooke), Mamadou KHOUMA, Moussa SALL (CSE), Fatou S. SARR (UCAD), Isabelle NIANG (UCAD), Alioune KANE (UCAD), Chérif DIOP (ANAMS), Modou SENE (ISRA), Racine KANE (IUCN), Magatte BA (PNDL), Abdoulaye DIA (UCAD), Ali DAOUDI (Univ. Alger), Marie A. TINE (CSE), Ibrahima P. THIAW (FONGS), Ousmane DIALLO (CSE), Abdoulaye FAYE (CSE), Amadou SALL (CSE), Gora BEYE (CSE), Oumou M. SY (Service Régional Planification Thiès), Amadou Moctar DIEYE (CSE), Thioro C. NIANG (CSE), Coumba D. SECK (Green Sénégal), Omar KONTE (ANAMS), Mamadou NDIAYE (ANAMS), Marème SALL (ANAMS), Samba NDAO (CSE), Déthié S. NDIAYE (CSE), Marième DIALLO (CSE), Deguène POUYE (CSE), Dieynaba SECK (CSE), Alioune TOURE (CSE), Alioune KA (CSE), Amadou M. NIANG, Oumou MBaye SY, André BIHIBINDI, Ismaela DIALLO, Audrey MAHEU, Tesfaye TAFESSE, Mouhamadou Bamba SYLLA, Teresa MWANGI, S. HOUNKPONOU, Tatiana Krasova WADE, Adelaide MUNODAWAFA, Durton H. NANJA, A.T. DIOP, Joachim BONKOUNGOU, Annette OUATTARA, Glwadys Aymone GBETIBOUO, Kénel DÉLUSCA, Grace ADENIJI, Aliou DIOUF, Ebenezer Yemi OGUNBADEWA

Révision : Issakha NIANG et Aboubacry Samba LÔ

Couverture et intérieur : crédit photos, CSE

Conception PAO : Noma CAMARA (ncamara26@yahoo.fr)

© CSE, Dakar, 2011

ISBN 978-2-9534155-2-0
EAN 9782953415520

N.B. : La reproduction d'extraits est autorisée sans formalité pour des utilisations non commerciales (enseignement et formation), à condition que le Centre de Suivi Ecologique (CSE) soit cité avec exactitude et que les éditeurs reçoivent deux copies des passages reproduits.

**Adaptation aux impacts
du changement climatique :
quelles stratégies d'échanges et de
partage de l'information scientifique ?**



Adaptation aux impacts du changement climatique : quelles stratégies d'échanges et de partage de l'information scientifique ?

Sous la Direction de :
Amadou SALL et Amadou Moctar DIEYE



Centre de Suivi Ecologique
Dakar, 2011

REMERCIEMENTS à :

- M Alé LO, Président de la Communauté Rurale de Taiba Ndiaye
- M Aliou SARR, Président de la Communauté Rurale de Notto
- M Pape Saliou MBAYE, Président de la Communauté Rurale de Fandène
- M. Idrissa SECK, Maire de la Ville de Thiès
- M. Idrissa CAMARA, Président du Conseil Régional de Thiès

SOMMAIRE

SESSION 1 : Projet InfoClim

Un observatoire régional pour l'adaptation des producteurs aux changements climatiques à Thiès, Sénégal 19
G. Bèye, Amadou Sall et I.P. Thiao

Changement climatique et performances socioéconomiques des exploitations agricoles : cas des CR de Fandéne et de Notto Diobass 25
Ibrahima Diop Gaye, Amadou Sall et Médoune Ndiaye

Un système d'information pour l'adaptation aux changements climatiques des communautés vulnérables. Approche méthodologique et mise en œuvre 39
Amadou Sall, Amadou Moctar Dièye, Abdoulaye Faye, Marième Diallo, Gora Bèye

Étude des besoins de renforcement des capacités d'adaptation des acteurs locaux : cas du projet InfoClim 57
Oumou Mbaye Sy

Genre, Changements climatiques et stratégies d'adaptation dans la zone de Thiès 77
Deguène Pouye, Amadou Sall, Nogaye Diop Ba, Ibrahima Paul Thiaw, Moustapha Tamba

SESSION 2 : Modélisation climatique, Érosion côtière et Ressources en eau : quels produits pour l'adaptation ?

Projections of climate change over West Africa: a regional climate modeling approach 101
*Mouhamadou Bamba Sylla and Filippo Giorgi
Amadou Thierno Gaye, Gregory Jenkins*

Le système d'information géographique participatif (SIG-P): un outil pour la gestion des inondations dans la banlieue de Dakar, Sénégal	119
<i>Audrey Maheu</i>	
Information and Knowledge Sharing on Climate Change in the Nile Basin	137
<i>Tesfaye Tafesse</i>	

SESSION 3 : Quelle information au niveau local pour l'adaptation au changement climatique ?

Dissemination of Environmental Conservation Technologies to Mitigate effects of Climate change through Farmers' training and Demonstrations in South West Kenya	155
<i>Teresa Mwangi, Nelson Kidula and Ambrose Nzabi</i>	
La pré-alerte agro-météorologique pour réduire la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques : Expériences du PARBCC au Bénin	169
<i>S. Hounkponou, M. Ahounou, P. Ahimihoue et G. Nouatin</i>	

SESSION 4 : Impacts du changement climatique sur l'agriculture, l'élevage, la pêche et les ressources naturelles

Bactéries symbiotiques du sol : indicateurs des changements environnementaux ?	187
<i>Tatiana Krasova Wade, Frédérique Jankowski, Samba Laobé Ndao, Abdoulaye Wéllé, Jacques-André Ndione, Hamet Aly Sow, Marius Dia, Yoro Idrissa Thioye, CLCOPs et CARs de Dya, Darou Mousty, Ouarkhokh et Guédé, Alzouma Zoubeirou Mayaki, Zoumana Kouyaté, Pascal Houngnandan, Ibrahima Ndoeye, Marc Neyra</i>	
Developing farmers' coping and adaptation strategies to climatic variability and change in semi-arid areas of Zimbabwe	201
<i>Adelaide Munodawafa, Veronica Makuvaro, John Dimes, Francis Mugabe, Phillip Masere, Cyril Murewi and Ignatius Chagonda</i>	
Improving livelihoods in a changing climate: Participatory agrometeorological extension services a major link to improved agriculture decision making - the Zambian experience	217
<i>Durton H. Nanja & Sue Walker, Francis T. Mugabe and Prospard Gondwe</i>	

Indicateurs de changements climatiques et stratégies d'adaptation des populations pastorales du Sénégal	235
<i>A.T. Diop et I.D. Gaye, N. Soce, G. Diouf</i>	

SESSION 5 : Savoirs endogènes et gestion des catastrophes climatiques : validité et stratégies de diffusion de l'information

Renforcement des capacités d'adaptation d'agriculteurs du Burkina Faso aux changements climatiques par l'expérimentation participative	253
<i>Joachim Bonkougou, Issa Larba Kobyagda, Ali Daoudi, Loukmane Goumbane</i>	

Conscience sanitaire des populations urbaines défavorisées face aux effets des changements climatiques à Abidjan en Côte d'Ivoire	269
<i>Annette Ouattara, Alain Nicolas Betsi</i>	

Farmers' Perceptions of Climate Change and Variability: Implications for Adaptations in the Limpopo Basin South Africa	285
<i>Glwadys Aymone Gbetibouo, Rashid M. Hassan and Claudia Ringler</i>	

Identification des déterminants de capacité adaptative des fermes québécoises productrices de maïs-grain aux changements climatiques : une approche locale et ascendante	307
<i>Kénel Délusca et Christopher Bryant</i>	

SESSION 6 : Changement climatique : La problématique de la diversité d'acteurs (genre, décideurs, bailleurs, communicateurs, ...) pour quelle synergie d'action ?

How differently do male and female farmers adapt to climate change?	329
<i>Lucy Kafui Adzoyi- Atidoh</i>	

Investigating the Roles of Local Government in Building Community Adaptation Capacity with Water Variability: a Case of Oke-Ogun Region, Nigeria	341
<i>Grace Adeniji and Joseph Oloukoi</i>	

**Changement climatique et sexospécificité: vulnérabilité
et adaptation au changement climatique des femmes cultivatrices
de la communauté rurale de Ngayokhème (Fatick, Sénégal) 355**

Aliou Diouf

**Depicting climate change with satellite remote sensing
and meteorological data in the south western Nigeria 377**

Ebenezer Yemi Ogunbadewa

ANNEXES

- 1 - ALLOCUTIONS prononcées lors de la cérémonie d'ouverture
du colloque..... 387
- 2 - RECOMMANDATIONS 399

LISTE DES SIGLES, ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

AAS	African Academic of Sciences
ACCA	Adaptation aux Changements Climatiques en Afrique
ACCA-VICAB	Adaptation aux Changement Climatiques en Afrique – Villes et Campagnes du Burkina
ACCCA	Advancing Capacity for Climate Change Adaptation
ACCFP	African Climate Change Fellowship Program
ACP	Analyse en composante principale
ADT/GERT	Association pour le Développement des Technologies et la Gestion de l’Espace et des Ressources des Terroirs
AEJ	African Easterly Jet
AEWs	African Easterly Waves
AFC	Analyse factorielle des correspondances
AIRG	Adaptation and Impacts Research Group
ALS	Autodidactic Learning for Sustainability
AMED	Approche des moyens durables
ANCAR	Agence Nationale de Conseil Agricole et Rural,
ANSD	Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
AOGCMs	Atmospheric-Ocean Global Coupled Models
AR	Animal rearing
ASECC	Adaptation des systèmes d’élevages aux changements climatiques

ASPRODEB	Association Sénégalaise pour la Promotion du Développement à la Base
BFC	Bushfires control
CAD	Comité d'aide au développement
CADL	Centre D'appui au Développement Local
CAPA	Coopérative Almadania pour la production agricole
CC	Changements Climatiques
CCAA	Climate Change Adaptation in Africa
CCLONG	Climate Change Learning and Observatory Network in Ghana
CCNUCC	Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
CD	Community drains
CDD	Comité Départemental de Développement
CF	Cotteau Raffin
CI	Crop insurance
CIDP	Community information dissemination plan
CIRAD	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
CIRDES	Centre International de recherche Développement sur l'Élevage en zone Subhumide
CLCC :	Comité local pour l'adaptation aux changements climatiques
CLCOP	Cadres Locaux de Concertation des Organisations de Producteurs
CMD	Cadre des Moyens d'Existence Durable
CNCR	Centre National de Concertation et de Coopération des Ruraux
CNUCC	Convention des Nations Unies sur les changements climatiques

COMNACC	Comité National sur les Changements Climatiques du Sénégal
COPAGEN	Coalition pour la Protection du Patrimoine Génétique Africain
CR	Communauté rurale / Conseil Rural
CRD	Conseil Régional de Développement
CRDI	Centre de Recherches pour le Développement International
CRISTAL	Community-based Risk Screening – Adaptation and Livelihoods
CRP	Comité Régional de Pilotage
CSE :	Centre de suivi écologique
CSRS	Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire
CTA	Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation ACP-EU
CVC	Climate Variability and Change
CWLP	Cultivation of water loving plants
DAP	Densités apparentes par jour et par piège
DF	Drainage on farms
DFID	Département pour le Développement International du Royaume Uni
DSRP	Document de stratégie de réduction de la pauvreté
DTG	Drought tolerant genotypes
DTGC	Direction des travaux géographiques et cartographiques
ECOSAN	ECOSANitaires
EIE	Modèle d'Evaluation de l'Impact Environnemental
Enda tiers monde	Environnement et Développement du tiers monde
ENEA	Ecole Nationale d'Economie Appliquée
ENSA	Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Alger

ENSO	El Niño–Southern Oscillation
EPA	Environmental Protection Agency
EVI	Environmental Vulnerability Index / Indice de Vulnérabilité Environnementale
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FGD	Focus group discussion
FONGS	Fédération des Organisations Non Gouvernementales du Sénégal (FONGS)
FP	Fish pond
GCR	Groupe Consultatif Restreint
GEC	Global Environmental Change
GERT	Gestion de l'Espace et des Ressources des Terroirs
GES	Gaz à effet de serre
GHGs	Greenhouse gases
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GMB	Grain Marketing Board
ICRISAT	International Crop Research Institute for the Semi Arid Tropics
ICS	Industries chimiques du Sénégal
IDRC/CCAA	International Research Centre for Development – Climate Change and Adaptation in Africa
IDS	Institute of Development Studies
IIDD	Institut international du développement durable
INERA	Institution de l'Environnement et de Recherches Agricoles
IPCC	Inter-governmental Panel on Climate Change
IR	Irrigation
IRA	Institute of Resource Assessment

IRF	Improved roofing and foundation
ISRA/PPZS	Institut Sénégalais de Recherches Agricoles/ Pole Pastorale Zones Sèches
ISRA-LNERV	Institut Sénégalais de Recherches Agricoles/ Service de Parasitologie,
ITCZ	Inter-Tropical Convergence Zone
IWMI	International water Management Institute
JFM	January-February-March
KIIs	Key-informant interviews
LCD	Least Developed Countries
LCM	Laboratoire Commun de Microbiologie IRD-ISRA-UCAD
LEAAA	Laboratoire d’Ethnologie et d’Anthropologie Africaines Appliquée
LGAs	Local Government Areas
LSTM	Laboratoire des Symbioses Tropicales et Méditerranéennes
MAB	Programme mondial de l’UNESCO de l’Homme et la Biosphère
méthode Marp	Méthode accélérée de recherche participative
MODIS/Terra	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
MRT	MODIS Re-projection Tool
NAPA	National Action programme of Adaptation to climate change
NASA	National Aeronautics and Space Administration, United States of America
NBC	Nile Basin Commission
NBI	Nile Basin Initiative
NBSF	Nile Basin Sustainability Framework
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NMS	National Meteorological Services

NPC	National Population Commission
NPMC	Non paramétrique de comparaison multiple
NTFP	Non timber forest product
NTFP	Non timber forest products
OCB	Organisations Communautaires de Base
ODI	Overseas Development Institute
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OND	October-November-December
ONG	Organisation Non Gouvernementale
GREEN	Groupe de Recherche et d'Etudes ENvironnementales
OPV	Open Pollinated Variety
OSADEP	Oyo State Agricultural Development Programme
PAES	Participatory Agrometeorological Extension Services
PAH	Processus d'analyse hiérarchique
PANA	Programmes d'Action Nationaux d'Adaptation aux changements climatiques
PASRES	Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique
PCR	Président de Communauté Rurale
PGIS	Participatory Geographical Information Systems
PHT	Post-harvest technology
PLD	Plan Local de Développement
PMA	Pays les Moins Avancés
AMMA	Analyses Multidisciplinaires de la Mousson Africaine
ECOPAS	Conservation et utilisation rationnelle des Aires Protégées Contiguës
QS	Quatre Sœurs
RAMs	Resource Allocation Maps
RAP	Recherche Action Participative

RBOSM	Réserve de La Biosphère Des Oasis Du Sud Marocain
RCMs	Regional Climate Models
RECTAS	Regional Centre for Training in Aerospace Surveys
RegCM3	Regional climate model
RIPIECSA-Ripimsa	Recherches Interdisciplinaires et Participatives sur les Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat et les Sociétés en Afrique de l'ouest
RIPS	Regional Institute for Population Studies
RSPSoc	The Remote Sensing and Photogrammetry Society
SAWS	South African Weather Service
SCFs	Seasonal climate forecasts
SEI-US	Stockholm Environment Institute à Boston
SF	Seasonal forecast
SGBD	Système de Gestion de Base de Données
SIG-P	Systèmes d'information géographique participatifs
SOPAC	Commission océanienne de recherches géoscientifiques appliquées
SPM	Sedentary pasture management
TEA Project	Transboundar Environmental Action Project
TECCONILE	Technical Cooperation Commission for the Promotion and Development of the Nile
TEJ	Tropical Easterly Jet
TIC	Technologies de l'information et de la communication
UC	Upland cultivation
UFS	University of the Free State
UGP	Union des Groupements Paysans
UGPM	Union Des Groupements Paysans de Meouane
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification

UNDP	United Nations Development Programme
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture
UNFPA	United Nations Population Fund
UTM	Unités thermiques maïs
VCF	Vegetable cultivation after floods
WB	Wells and Borehole
WCOS	Water Corporation of Oyo State
WH	Water harvesting
WLC	Woodlots for charcoal production
WMAs	Water management areas
ZSP	Zone sylvo-pastorale

SESSION

1

Projet INFOCLIM

Un observatoire régional pour l'adaptation des producteurs aux changements climatiques à Thiès, Sénégal	19
<i>G. Bèye, Amadou Sall et I.P. Thiao</i>	
Changement climatique et performances socioéconomiques des exploitations agricoles : cas des CR de Fandéne et de Notto Diobass	25
<i>Ibrahima Diop Gaye, Amadou Sall et Médoune Ndiaye</i>	
Un observatoire informatisé au service des communautés vulnérables : Approche méthodologique et mise en œuvre	39
<i>Amadou Sall et Amadou Moctar Dièye</i>	
Étude des besoins de renforcement des capacités d'adaptation des acteurs locaux : cas du projet InfoClim	57
<i>Oumou Mbaye Sy</i>	
Genre, Changements climatiques et stratégies d'adaptation dans la zone de Thiès	77
<i>A. Sall, N .D. Ba, D. Pouye , I. P. Thiaw</i>	

Un observatoire régional pour l'adaptation des producteurs aux changements climatiques à Thiès, Sénégal

G. Bèye, Amadou Sall
et I. P. Thiao

Au Sénégal, comme dans la plupart des pays du Sahel, les conditions d'existence des populations rurales restent étroitement liées aux performances d'une agriculture pluviale fortement assujettie à la variabilité interannuelle qui caractérise le climat de la région. Dans la région de Thiès, la variabilité et le changement climatique ont une forte implication sur la vulnérabilité des ménages ruraux. Le volume de pluies varie très fortement d'une année à l'autre mais aussi à l'échelle de la décade. Cette variabilité est inhérente au climat ouest africain. Ainsi, la période 1920-1999 se caractérise par deux phases contrastées. Alors que de 1920 à 1967, la pluviométrie moyenne annuelle mesurée à la station météorologique de Thiès est de 660 mm, elle n'est plus que de 440 mm dans la période allant de 1968 à 1999. Durant cette période se succèdent en effet des années déficitaires où la pluviométrie est inférieure à 300 mm (1968, 1972, 1973, 1977, 1983).

Renforcer les capacités d'adaptation aux changements climatiques : le défi de la maîtrise de l'information

Ces changements viennent exacerber la vulnérabilité d'une grande partie des populations rurales de la région de Thiès.



*Séance de démonstration de la technique de plantation de manguiers lors d'un forum
(Amadou Sall, 2009)*

Les repères acquis par les agriculteurs à travers une accumulation trans-générationnelle d'observations, d'innovations et d'adaptations qui guidaient leurs choix technico-économiques, sont, aujourd'hui, dans la plupart des cas, désuets. Les dates de semis, les techniques de culture utilisées, les travaux du sol pratiqués, paraissent aujourd'hui inappropriés face aux nouvelles conditions climatiques.

La fréquence des poches de sécheresse qui s'installent par exemple dès le début de la saison des pluies, remet en cause la pertinence du repère adopté par tous les agriculteurs et selon lequel il faut semer dès les premières pluies. Il devient alors impératif pour les agriculteurs d'adapter leurs repères et leurs pratiques agricoles au nouveau contexte climatique.

Obtenir l'information relative aux changements climatiques et aux options techniques alternatives et savoir l'utiliser, constitue l'un des défis imposés par le phénomène des changements climatiques aux populations rurales.

Cette information provenant de différentes sources (météorologie, conseil agricole, services, etc.) est produite par différents acteurs. A l'échelle individuelle, l'accès à toutes ces sources d'information est forcément limité.

Comment permettre à des agriculteurs, souvent démunis et isolés, d'accéder à l'information pertinente pour adapter leurs pratiques agricoles et stratégies socio-économiques face aux changements climatiques ?

Face à ce défi, la contribution du projet InfoClim mis en œuvre par le Centre de suivi écologique (CSE), dans le cadre du programme ACCA, vise l'amélioration de l'accès des agriculteurs et autres acteurs locaux à l'information pertinente pour une meilleure adaptation. Pour ce faire, une plate-forme participative de collecte et de partage de l'information appelée observatoire, a été mise en place et cherche, par le partage de l'information, à renforcer les stratégies d'adaptation des populations vulnérables afin d'améliorer leurs conditions d'existence.

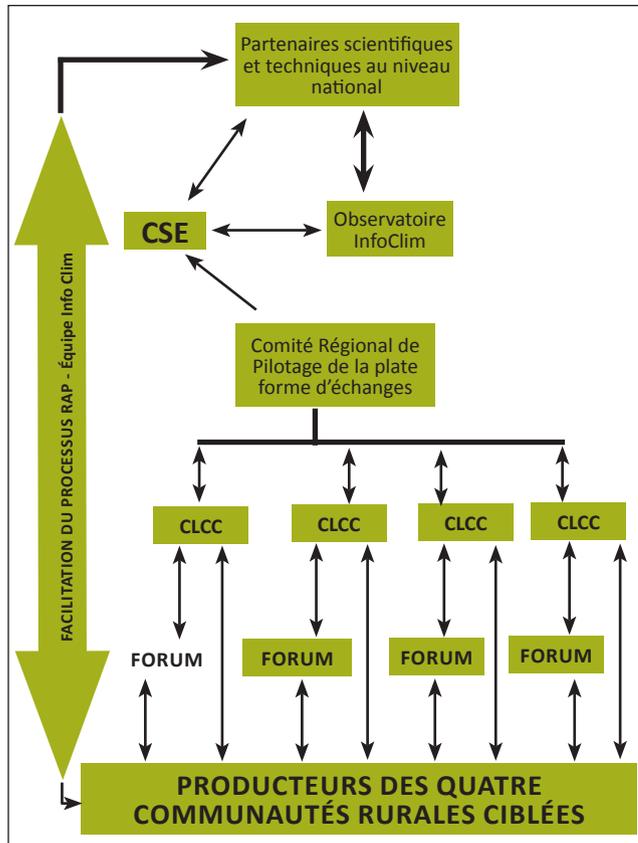
L'observatoire : une plate-forme d'information multi-acteurs

L'observatoire qui est géré par les collectivités, est un mécanisme de veille climatique et de diffusion de l'information auprès des producteurs ruraux. Son objectif est de servir de cadre où les agriculteurs ainsi que d'autres acteurs, partagent leurs expériences et expriment leurs besoins en information.

Le partenariat développé par le projet InfoClim a permis de mettre en place un mécanisme organisationnel de diffusion et de partage des informations entre les différents acteurs. Au niveau national, un inventaire des canaux de diffusion a permis aux différents partenaires du projet de s'accorder sur la structure de l'observatoire, le choix des informations à collecter ainsi que les modalités de gestion des données. Une deuxième étape a permis aux acteurs locaux d'identifier les besoins en information pour renforcer leurs capacités d'adaptation.

A partir de cette réflexion, le schéma d'organisation de la plate-forme participative a été construit et son plan de mise en œuvre finalisé. Ce schéma organisationnel définit les organes de l'observatoire et les modalités de leur fonctionnement. Il précise aussi les relations fonctionnelles entre les organes y compris les flux d'information. Trois principaux organes constituent l'observatoire : le forum, le comité local pour l'adaptation aux changements climatiques (CLCC) et le comité régional de pilotage (CRP). Le forum, constitué par les producteurs, choisit les membres du CLCC (sept au total) qui animent le processus d'échange d'informations locales sur différentes thématiques. Le CRP est composé des services techniques et des présidents des CLCC (figure 1).

Avec ce schéma, l'information fournie par les scientifiques devient plus accessible et utile pour les producteurs.



Forum des producteurs pour la préparation de la campagne agricole dans la maison communautaire de Notto Diobass (Photo : Gora Bèye, CSE)

Les premiers changements de comportement au niveau des acteurs

Le projet a réussi à créer un cadre multi-acteurs d'échange et de partage de l'information, en se basant sur un modèle de partenariat valorisant les cadres organisationnels existants. En effet, les premiers forums organisés au niveau des collectivités locales en 2008, ont très tôt confirmé l'utilisation effective de certaines informations qui avaient fait l'objet d'échanges, par les producteurs, encourageant ainsi les techniciens du projet à fournir des conseils agro météorologiques sur la prochaine campagne. Le vieux Amadou Kala Diakhaté de Fandène par exemple, a partagé son expérience et son savoir-faire sur les indicateurs locaux de prévision météorologique et sur les techniques culturelles utilisées par les anciens lors d'événements extrêmes (sécheresse, inondation). A la suite de ce forum, certains producteurs ont pris l'initiative de chercher des semences améliorées (niébé, mil). Les résultats probants de cette initiative ont été partagés avec d'autres producteurs lors de la deuxième génération de forums de 2009. Ces semences leur ont permis de faire face à la période de soudure, d'améliorer les réserves fourragères et d'augmenter les rendements de mil.

Les initiatives des CLCC ont favorisé ce cadre d'échange en rapprochant l'information des producteurs comme celle qui préconise l'organisation de réunions tournantes du CLCC dans les différents villages qui composent la collectivité locale. Ces pratiques ont été documentées et conservées sous forme de fiches techniques ou de témoignages audio.

Les difficultés de fonctionnement de l'observatoire

Quelques contraintes peuvent être notées dans le fonctionnement de l'observatoire. Il s'agit :

- (i) des questions d'accessibilité liées à la mise à disposition d'outils informatiques dans un contexte où les nouvelles technologies de l'information et de la communication restent peu répandues dans les zones rurales;
- (ii) de la question de la validité et de la qualité de l'information collectée par les divers acteurs du forum;
- (iii) de l'animation actuelle de l'observatoire portée essentiellement par le CSE qui n'est pas un service technique décentralisé de la région de Thiès. Dans la dernière année, et pour des raisons de pérennisation, le projet

doit donc travailler à transférer son rôle à l'instance régionale qui est le CRP, en :

- cherchant à améliorer le fonctionnement interne des organes de l'observatoire et la synergie entre les différents organes ;
- renforçant l'autonomie de fonctionnement des différents organes notamment en développant les capacités des agriculteurs en recherche paysanne.

Le défi de la pérennisation

Les outils de planification aux niveaux national, régional et local doivent intégrer les mécanismes d'adaptation au changement climatique. Le choix du chef du service régional de la planification comme coordonnateur du CRP, traduit une volonté d'intégrer les enjeux du changement climatique dans les différents processus de planification à court, moyen et long termes dans une approche holistique et concertée privilégiant les synergies d'action.

Aussi, la pluralité des partenaires scientifiques détenteurs d'informations (service météorologique, Institut sénégalais de recherches agricoles, Laboratoire de physique de l'atmosphère, etc.) pose la question de l'accès et du partage de l'information entre institutions partenaires (caractère confidentiel des données, entre autres). Un observatoire participatif peut faciliter le développement d'un partenariat dynamique basé sur les avantages comparatifs des uns et des autres, dans une approche globale et intégrée.

Changement climatique et performances socioéconomiques des exploitations agricoles : cas des CR de Fandéne et de Notto Diobass

Ibrahima Diop Gaye¹, Amadou Sall²
et Médoune Ndiaye³

RÉSUMÉ

Le changement climatique agit directement sur notre milieu naturel en le transformant. Aussi, consciente de ces mutations, la communauté internationale a-t-elle défini deux modes d'intervention, notamment la diminution des Gaz à Effet de Serre et le développement de stratégies d'adaptation.

La présente communication a pour objectif d'évaluer les effets des stratégies d'adaptation au changement climatique sur les performances socio-économiques des exploitations agricoles dans les communautés rurales de Fandéne et de Notto Diobass.

Les sites d'enquêtes sont les communautés rurales de Fandéne et de Notto Diobass où nous avons tiré un échantillon de 106 exploitations agricoles.

Nos résultats indiquent que les populations développent des stratégies d'adaptation au changement climatique, notamment l'utilisation de nouvelles variétés à cycle réduit (87,7%), la diversification des activités (96,2%), la migration temporaire (43,4%) et la migration permanente (59,4%).... Ces stratégies ont des effets directs sur l'amélioration des revenus et du cadre de vie des ménages. Ils font aussi savoir que 94% des exploitations atteignent

¹ Ecole Supérieure d'Economie Appliquée (UCAD), Dakar Sénégal, ibouga2@yahoo.fr; BP. 5084 Dakar-Fann. Tel. 77 513 06 16

² Centre de Suivi Ecologique, amadou.sall@gmail.com, amadou.sall@cse.sn

³ medzodiagne@hotmail.com

ou dépassent le seuil de survie de 133.400 FCFA, et le seuil de sociabilité de 160.500 FCFA. Ce que l'agriculture pluviale seule ne permettait pas. Grâce aux dites stratégies, 88,6% des exploitations agricoles estiment avoir des conditions de vie satisfaisantes, voire très satisfaisantes.

Enfin, les résultats montrent que le développement de ces stratégies contribue à dégrader l'environnement, ce que tente d'atténuer le développement de l'agroforesterie et l'agropastoralisme, suite aux interventions de GERT et Plan International.

Mots-clés : *changement climatique, adaptation, performances socioéconomiques et exploitations agricoles*

ABSTRACT

The climate change acts directly on our natural environment by transforming it. So, aware of these transformations, the international community has defined two strategies of intervention, in particular the decrease of Greenhouse gases and the development of strategies of adaptation. The present communication has for objective to estimate the effects of the strategies of adaptation at the climate change on the socioeconomic performances of farms in the rural communities of Fandéne and Notto Diobas.

The sites of inquiries are the rural communities of Fandéne and Notto Diobas where we pulled a sample of 106 farms.

Our results indicate that the populations develop strategies of adaptation to the climate change, in particular the use of new varieties with reduced cycle (87,7 %), the diversification of the activities (96,2 %), the temporary migration (43,4 %) and the permanent migration (59,4 %). These strategies have direct effects on the improvement of income and living environment of the households. They also let know that 94 % of the farms reach or exceed the threshold of survival of 133.400 FCFA, and the threshold of sociability of 160.500 FCFA. What the only pluvial agriculture did not allow. With these strategies, 88,6 % of farms say to have satisfactory living conditions, even very satisfactory.

Finally, the results show that the development of these strategies contributes to degrade the environment, what tries to limit the development

of the agroforestry and the agropastoralism, further to GERT's interventions and Plan International

Key words: *Climate change, adaptation, socioeconomic performances and farms*

INTRODUCTION

Le changement climatique agit directement sur notre milieu naturel en le transformant. Aussi, consciente de ces mutations, la communauté internationale a-t-elle défini deux modes d'intervention, notamment la diminution des Gaz à Effet de Serre et le développement de stratégies d'adaptation.

Les effets du changement climatique sur l'agriculture ne font l'objet d'aucun doute et comme le rappelle la banque mondiale dans son rapport sur le développement dans le monde de 2008 on peut lire : " *...des études ont montré que le changement climatique aura des effets sur l'agriculture et sera plus accentué dans les pays en voie de développement dont les systèmes agricoles sont vulnérables. Mais, par des mesures d'adaptation efficaces, il est possible de réduire substantiellement les effets économiques négatifs en mettant une action politique urgente*".

La présente étude a pour objectif d'évaluer les effets des stratégies d'adaptation au changement climatique sur les performances socio-économiques que développent les exploitations agricoles dans les communautés rurales de Fandéne et de Notto Diobas. Majoritaires dans l'agriculture sénégalaise, les exploitations agricoles familiales se caractérisent par de faibles capacités de mise en valeur et une dépendance quasi absolue à la pluviométrie. Une situation qui reste favorable au développement de stratégies d'adaptation face à un environnement global souvent changeant. Pour rendre compte des stratégies en cours dans la zone, nous partons de la question suivante :

Les stratégies d'adaptation au changement climatique sont-elles des facteurs de performances socio économiques des exploitations agricoles dans les communautés rurales de Fandéne et de Notto Diobass ? Si oui de quelles stratégies s'agit-il et pour quel niveau de revenus ?

Matériels et méthodes

S'inscrivant dans une démarche essentiellement quantitative, la présente étude a alterné activités de terrain et travail d'analyse en passant par l'exploitation de la documentation disponible sur la région et les deux communautés rurales concernées. A ce titre, quatre temps structurent son déroulement : (i) la revue documentaire et la visite exploratoire, (ii) la construction et le test des outils de recueil de l'information, (iii) la collecte de l'information et (iv) le traitement et l'analyse de celle-ci..

L'étude a comme cibles les exploitations agricoles qui sont dans la zone d'étude, d'une part, et les personnes ressources de la localité, notamment des notables, des chefs de village, des PCR, et des services techniques, d'autre part. La base de sondage est constituée des villages des deux communautés rurales de Fandéne (36 villages) et de Notto Diobass (61 villages). L'échantillonnage s'est appuyé sur les données du Plan local de développement des deux CR, avec comme critères principaux les activités socio économiques, l'ethnie, la situation géographique par rapport à la commune de Thiès et le zonage des communautés rurales. La taille de l'échantillon est de cent six unités d'observation que sont les chefs de ménages dont le choix est opéré de manière aléatoire et stratifiée, avec l'application d'un taux de dix pour cent soit 9 villages au global.

Le cadre de l'étude est le Centre de suivi écologique qui abrite le projet InfoClim dans lequel s'est déroulée la présente étude. Ce projet est financé par le programme Adaptation aux Changements Climatiques en Afrique (ACCA), une initiative conjointe du Centre de Recherches pour le Développement International (CRDI) du Canada et du Département pour le Développement International du Royaume Uni (DFID). Le projet se propose de réaliser une plateforme participative d'information en vue de faciliter l'intégration de l'information scientifique, des stratégies locales d'adaptation et des politiques de réduction de la vulnérabilité au Sénégal. Aussi, a-t-il travaillé avec plusieurs villages appartenant à quatre collectivités locales de la région de Thiès.

Les Résultats de l'étude

Comme le rappelle la FAO (1997), les conditions météorologiques (température, lumière et eau) déterminent la capacité des populations à cultiver suffisamment d'aliments pour eux-mêmes et leurs animaux. Des fluctuations à court ou à long terme de la situation météorologique

(variabilité ou changement climatique) peuvent avoir des effets extrêmes sur la production agricole, faisant chuter les rendements des cultures et contraignant les agriculteurs à s'adapter en réponse aux modifications des conditions climatiques. Le climat a donc une incidence directe sur la sécurité alimentaire.

En référence à nos résultats, particulièrement en ce qui concerne les systèmes de production, l'agriculture pluviale est pratiquée à 100% dans la CR de Notto et à 94% dans celle de Fandène (CSE, 2008). Avec une superficie moyenne par exploitation de 5,14 ha avec différents modes d'accès à la terre et capital technique constitué pour la majeure partie que de petits matériels agricoles (houe sine, houe occidentale, semoir, arara.....) et une main d'œuvre moyenne de 6 personnes par ménage de 12, les exploitations agricoles des communautés rurales de Fandène et de Notto Diobass ont une valeur ajoutée nette de 313124,347FCFA. Ce qui fait de l'agriculture pluviale une source principale de revenus dans la zone.

Les effets des changements climatiques sur les performances socio-économiques

La détermination du seuil de survie (133.400FCFA) et du seuil de sociabilité (160.500FCFA) a été la voie privilégiée dans le cadre de la présente étude pour faire l'analyse des effets du changement climatique sur l'agriculture pluviale. Le seuil de survie correspond au minimum « vital » que doit dégager un actif pour assurer sa survie et celle de ses dépendants (alimentation, vêtement, santé, logement)⁴. Quant au seuil de sociabilité, il est la somme que doit dégager un actif pour la satisfaction des besoins sociaux. C'est le seuil de survie auquel s'ajoutent les dépenses d'intégration à la vie en société. Ainsi, nous avons distingué trois catégories d'exploitants agricoles :

- Une première catégorie (une seule exploitation agricole) : celle-ci est largement au dessus des seuils (550000FCFA) avec une superficie par actif de 3 ha. Cette exploitation agricole peut, avec l'activité agricole, satisfaire tous les besoins nécessaires. Nous constatons qu'une grande part de la superficie cultivée est réservée au manioc qui est une culture de rente à haute valeur ajoutée.
- Une deuxième catégorie composée de quatre exploitations agricoles qui

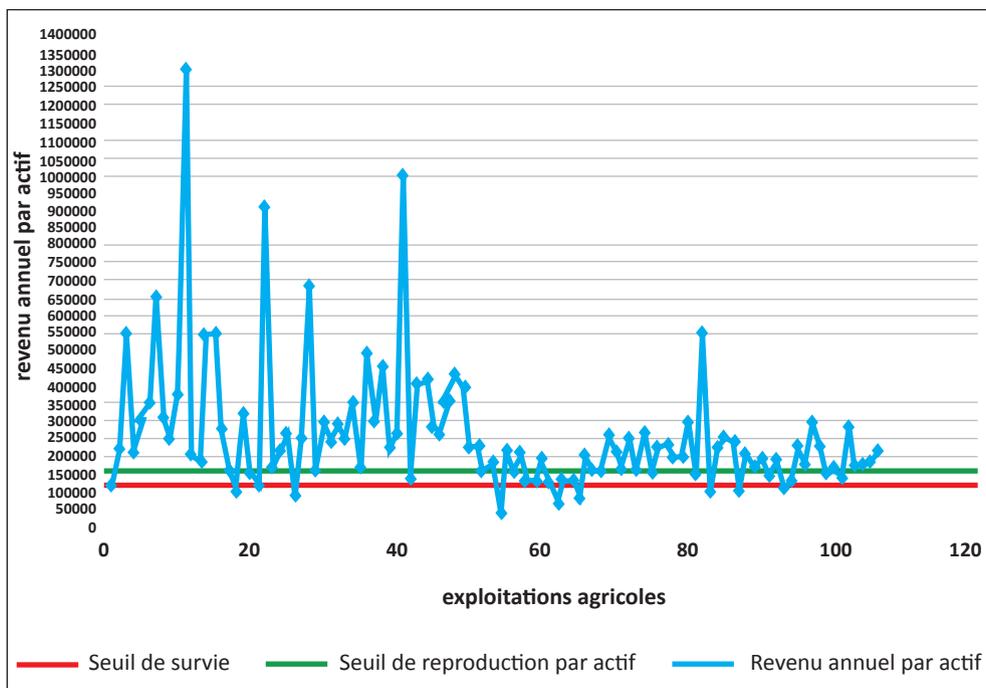
⁴ *Evaluer l'efficacité des dispositifs d'éducation et de formation du point de vue des agriculteurs : la prise en compte des activités et des revenus.* ENEA, Centre national d'Etudes Agronomiques des Régions Chaudes et le Réseau Burkina Faso de la DGER

ont un revenu agricole annuel compris entre 175 000 et 111000FCFA. Pour ce groupe, l'agriculture pluviale permet seulement d'atteindre la sécurité alimentaire. Tandis que la satisfaction des autres besoins reste difficile.

- Une troisième catégorie dominante avec cent et une exploitations agricoles qui ont un revenu agricole par actif situé en dessous du seuil de survie et de sociabilité (103000 et 5000FCFA). Ces exploitants ne peuvent pas, avec l'agriculture seulement, satisfaire leurs besoins de base.

Ainsi, le constat général est que l'agriculture pluviale ne permet pas aux exploitants de satisfaire les besoins fondamentaux à cause du changement climatique (réduction de la pluviométrie, dégradation des sols, augmentation de la température...). Face à cela, les agriculteurs ont développé des stratégies d'adaptations qui auront des effets sur leurs revenus annuels et leur environnement immédiat.

Figure 1 : Distribution des exploitations agricoles selon le revenu annuel par actif



Source : Ndiaye 2009

Les stratégies d'adaptation aux changements climatiques et leurs effets sur le revenu annuel des exploitations

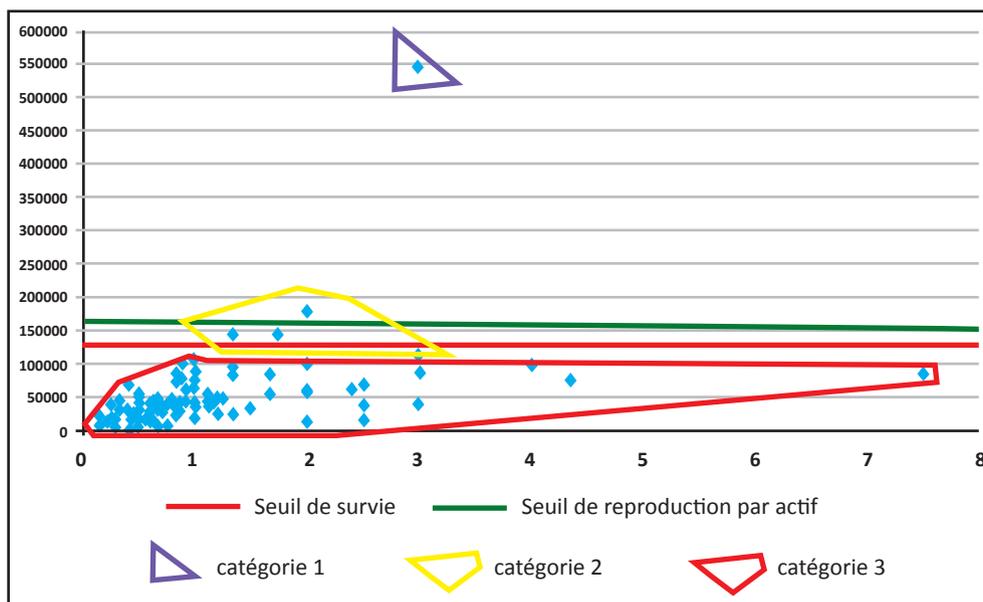
C'est pour juguler les effets des changements climatiques que les producteurs agricoles de la communauté rurale de Fandène et celle de Notto Diobass ont développé des stratégies pour faire face à ce changement. Ainsi, nos enquêtes révèlent dans ces deux zones, que les principales stratégies d'adaptation développées sont l'utilisation de nouvelles variétés de spéculiation à cycle réduit (87,7%), la pluriactivité ou la diversification des activités (96,2%), la migration temporaire (43,4%) et la migration permanente (59,4%). Néanmoins, il existe d'autres réponses alternatives mais rarement faites par les exploitants agricoles. Il s'agit de l'augmentation d'engrais par rapport à la quantité habituelle pour booster les rendements (7,5%), les pratiques culturales c'est-à-dire de nouvelles manières de cultiver et la diversification des cultures (1,9%). Les différentes activités extra agricoles sont l'élevage, le maraîchage, l'arboriculture, le commerce et l'artisanat.

Face à cette situation, nous constatons que le classement des exploitants agricoles par rapport aux indicateurs que sont le seuil de survie et le seuil de sociabilité va changer de manière radicale. Nous n'avons plus que 5,67% des exploitations agricoles qui n'arrivent pas à atteindre les seuils avec un revenu annuel par actif allant de 107000 à 20000 FCFA. Cela s'explique par le fait qu'à part l'utilisation des variétés à court cycle, ces exploitants agricoles ne pratiquent pas ou plutôt faiblement une autre activité (revenu de transfert faible ou inexistant).

D'un autre côté, nous remarquons que les exploitations qui constituaient la catégorie 3, ont atteint un niveau de revenu supérieur ou égal au seuil de survie et de sociabilité avec la diversification des activités et la migration. Dans cette catégorie d'exploitations, le revenu de transfert provient surtout de la migration temporaire. Tandis que celles de la catégorie 2 ont toutes atteint un niveau de revenu supérieur aux seuils.

Signalons qu'il y a une douzaine d'exploitations agricoles qui ont atteint un niveau de revenus très conséquent. Ces exploitations sont celles qui pratiquent le maraîchage durant toute l'année. Elles s'adonnent aussi à l'arboriculture, à la culture du manioc, au commerce et bénéficient de revenus de transfert avec les membres en migration permanente.

Figure 2 : Représentation des exploitations agricoles par rapport auseuil de survie et de sociabilité



Source : enquête mémoire, M. Ndiaye 2009.

Analyse des effets des stratégies d'adaptation sur d'autres facteurs

Au-delà de ces nombreux effets sur les activités, les stratégies affectent également le milieu naturel et la dynamique des relations ville/campagne notamment entre Thiès et les communautés rurales.

- Sur le milieu biophysique

Le changement climatique est déjà une cause de la dégradation du sol avec la diminution de la pluviométrie qui cause la disparition du couvert végétal lui-même qui entraîne l'exposition du sol à l'érosion hydrique et éolienne. Ces causes de dégradation du sol s'amplifient avec la surexploitation des ressources forestières pour la satisfaction des besoins principaux des ménages. C'est le cas du rônier qui permet la fabrication de meubles, de vin, de clôture de champs, de la vente de ces fruits.... Cette multifonctionnalité fait que les populations agricoles, en cas de besoin, coupent ou surexploitent les rôniers. C'est aussi le cas pour plusieurs autres arbres tels que le "dimb", le baobab, le "néné bou toubab".... Mais, la surexploitation des ligneux est compensée par deux stratégies.

Il s'agit du système agriculture pluviale et arboriculture appelé agroforesterie ainsi que celui agriculture et élevage appelé agropastoralisme permettant la conservation des sols. A cela s'ajoutent les pratiques agropastorales qui associent l'agriculture à l'élevage. C'est un système pratiqué pour la fertilisation des sols, et demeure la principale stratégie qui a permis la fertilisation du sol avec le parage du bétail et une production fourragère pour ces animaux.

- **Sur les relations entre la ville de Thiès et les communautés rurales de Fandéne et de Notto Diobass :**

La diminution de la production agricole a poussé certaines exploitations agricoles à migrer vers la ville de Thiès. Nous retrouvons deux types de migration : la migration temporaire et la migration permanente. La migration comme une stratégie d'adaptation a un double impact sur le milieu rural avec un transfert de fonds important tiré de la ville et la diminution de la main-d'œuvre au niveau rural. Tandis que pour le milieu urbain, cela peut être bénéfique comme le ramassage des ordures, mais aussi, elle permet aux autorités locales de pouvoir augmenter les recettes ordinaires avec la récupération des taxes et impôts des ruraux nouvellement installés. Néanmoins, l'excédent de migrants (réfugiés climatiques) conduit à une crise urbaine qui se manifeste par les difficultés d'accès aux services urbains et la sur utilisation de certains équipements et infrastructures.

- **Sur l'agriculture**

Certaines stratégies d'adaptation au changement climatique permettent de diminuer la vulnérabilité des agriculteurs et affectent directement l'agriculture de différentes manières. Ainsi, nous notons une double transformation agraire dans la zone. Il s'agit de :

- L'abandon de la culture arachidière et de la pastèque : un bon nombre d'exploitants ont diminué la surface réservée à la culture de l'arachide. Cette spéculation est remplacée progressivement par le « *bissap* » et le manioc qui sont considérés comme des cultures de rente et connaissent un écoulement assez facile dans les marchés par rapport à l'arachide. D'une autre part, le manioc a une haute valeur ajoutée. Ce qui peut être considéré comme une adaptation par rapport aux besoins du marché. Tandis que, la pastèque est abandonnée à cause de la disparition de la rosée qui constitue un élément important à son cycle végétatif.

- A cela, s'ajoute une diminution de la dépendance par rapport à l'agriculture pluviale avec le développement d'autres activités telles que le commerce, l'artisanat ... grâce à la proximité avec le centre urbain Thiès. Cette diversification des activités amène même certaines exploitations à s'installer près de Thiès ville et abandonner leur village.

Les stratégies d'adaptation au changement climatique provoquent une transformation agraire dans les communautés rurales de Fandène et de Notto Diobass avec l'abandon de certaines spéculations ou bien l'abandon total de l'agriculture.

En définitive, le développement de ces stratégies d'adaptation a permis à plus de 88,6% des exploitations agricoles d'avoir des conditions de vie au minimum satisfaisantes.

CONCLUSION

Le développement des stratégies d'adaptation au changement climatique que sont la diversification, l'utilisation de variétés à court cycle ou encore la migration vers les centres urbains, influe positivement sur le revenu et les conditions de vie des populations agricoles. Base de leur reproduction sociale, ces stratégies ne sont, cependant, pas sans effet sur l'environnement et les ressources naturelles. En effet, elles entraînent la surexploitation des sols à cause de la pression foncière et des produits ligneux (baobab, rôniers). C'est pourquoi, dans les communautés rurales de Notto et Fandène, l'intervention des ONG comme ADT/GERT et PLAN international permet de combattre les érosions hydriques et éoliennes très fréquentes dans la zone.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages généraux

Feintrenie, L. (2004). *Diagnostic agraire du district de Mimot, province de Kampong Cham, Royaume du Cambodge*. 107p

Grissol, E (2006). *les enjeux de l'après Kyoto*. 91p

Khouma, M. *L'agriculture sénégalaise : les actions à privilégier afin de rendre l'agriculture sénégalaise moins vulnérable aux changements climatiques*

Labonne M. et al (1992). *Problèmes des régions arides : modélisation de l'agriculture pluviale*. 230p

Ouvrages spécifiques

Badolo M (2006). *Défi du changement climatique au Sahel : intégrer la science et le savoir local pour bâtir des stratégies d'adaptation pertinentes*. 15p

Celine L, et al. (2000). *Analyse-diagnostic du système agraire de la région d'Ahépé au sud du Togo*. 45p.

Diagne, M. (2000). *Vulnérabilité des productions agricoles aux changements climatiques au Sénégal*, 250 p.

Diop A B. *Paysans du bassin arachidier : conditions de vie et comportement de survie*. IFAN Université Cheikh Anta Diop 23 p.

FAO (2006). *Rapport sur l'agriculture et le changement climatique : rôle de la FAO*

Mémoires et thèses

Adallah A B K (2009). *Etude des transformations agraires dans une zone périurbaine : cas de la communauté rurale de Fandéne, département de Thiès Sénégal*. 69p

Baldé S. (2007). *L'évaluation des revenus des agriculteurs et leurs demandes de formation et d'éducation et leurs capacités contributives : cas de la zone de Pata dans le département de Kolda*. 130p

Hamani O D. (2007). *Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques : cas du département de Téra au Niger*. 94p

Macina, R. (2008). *Évaluation de l'impact de la dégradation des sols sur les performances socioéconomiques et techniques des exploitations agricoles : cas de la vallée de Koutango*. 128p

Ndiaye, D. (2008). *Etude de la perception du changement climatique et de son impact chez les populations de la zone sylvo-pastorale : cas de Gassane dans la région naturelle du Ferlo*. 94p

Socé, N. (2008). *Perception des indicateurs de changements climatiques chez les populations pastorales de la ZSP : cas des CR de Thieul et de Dealy*. 120p

Rapports

Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (2007). *Situation économique de la région de Thiès*. 149p

Banque Mondiale 2008. *Rapport sur le développement ; adaptation et lutte contre le changement climatique*

CSE (2007). *Les effets du changement climatique sur l'économie rurale dans la région de thiès : la perception des populations*. 14p

CSE (2008). *Rapport provisoire INFOCLIM sur l'étude des stratégies alternatives dans les systèmes de production dans le contexte de changements climatiques*. 11p

GreenFacts (2007). *Consensus scientifique sur le changement climatique*. 41p

Jouve P. et al. (1996). *Une méthode d'étude des systèmes agraires en Afrique de l'Ouest par l'analyse de la diversité et de la dynamique des agro systèmes villageois*. 30p

Livre vert commission au conseil, au parlement européen, au comité économique et social et comité des régions 2007. 32p

Niasse, M. et al. (2004). *Réduire la vulnérabilité de l'Afrique de l'ouest aux impacts du climat sur les ressources en eau, les zones humides et la désertification : éléments de stratégie régionale de préparation et d'adaptation*. 20p

Plan Local de développement de la communauté rurale de Fandéne 2006.
66p

Plan Local de développement de la communauté rurale de Notto Diobass.
2008, 73p

Plan Régional de Développement Intégré de la région de Thiès. 2002-2006,
116p

Résumé final DSRP II 2006, 10p

Rousset et Arrus 2006. *Agriculture du Maghreb au défi du changement climatique : quelles perspectives d'adaptation face à la raréfaction des ressources hydriques*. Communication à WATMED 3. 10p

Seck M, et al. (2005). *Adaptation aux changements climatiques: l'étude de cas des systèmes de productions agricoles de Sébikotane*. 33p

Stratégie nationale de la Mise en Œuvre de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique du Sénégal. 53p

Touzard I. et al. *Evaluer l'efficacité des dispositifs d'éducation et de formation du point de vue des agriculteurs : la prise en compte des activités et des revenus*. 23p.

Un système d'information pour l'adaptation aux changements climatiques des communautés vulnérables. Approche méthodologique et mise en œuvre

Amadou Sall^{1,2}; Amadou Moctar Dièye¹;
Abdoulaye Faye¹, Marième Diallo¹, Gora Seye¹

RÉSUMÉ

Face aux changements et à la variabilité climatique les communautés vulnérables développent des stratégies d'adaptation. C'est le cas des producteurs du Sahel confrontés depuis des décennies aux impacts des aléas climatiques. Ces stratégies basées sur le savoir local ne sont pas suffisamment valorisées. Elles s'appliquent de façon isolée ; peuvent être efficaces mais ne sont pas toujours durables. C'est pourquoi il est important de favoriser l'accès des producteurs à l'information scientifique. C'est le cas du projet InfoClim (Plateforme Participative d'Information pour l'Adaptation des Communautés Vulnérables aux Changements Climatiques). Ce papier présente une originale implémentation des technologies de l'information et de la communication qui a permis aux producteurs d'utiliser l'information pour une meilleure adaptation.

Un système d'information a été créé pour alimenter les discussions dans les forums³ et contribuer à la gestion des aléas climatiques. Ce progiciel est un instrument composé d'une base de données géographiques, de

¹ Centre de Suivi Ecologique (CSE).

² amadou.sall@cse.sn

³ Le forum des acteurs est constitué des différents acteurs de la collectivité concernée (Thiès, Fandène , Taiba Ndiaye ou Notto Diobass) : élus et administration (collectivité locale, Etat, services techniques), ONG et représentants des producteurs. Une fois par année avant le début de la saison des pluies à Thiès, le forum propose des réunions sous forme de séance de formation et d'information, de tables rondes ou d'ateliers. Ces échanges entre acteurs renforcent la compréhension mutuelle des changements climatiques et de ses impacts, et les actions de gestion des risques climatiques.

données climatiques et de fiches techniques. Les données ont été collectées et mises à jour de manière participative avec le concours des partenaires scientifiques, des producteurs et services techniques déconcentrés. Toutefois, l'implémentation de ces technologies pour l'adaptation des organisations paysannes et producteurs, présente de nombreux défis : créer une interface adaptée, élaborer une série de données et d'information pertinente, gérer ces données et institutionnaliser l'instrument.

INTRODUCTION

Adaptation en Afrique

Les changements climatiques dus au réchauffement de la terre posent un défi majeur aux pays sahéliens qui sont très sensibles aux perturbations du climat et de l'environnement. Les précipitations ont baissé de 20% à 30% en moyenne dans la zone sahélienne lors des cent dernières années (Butterbury, 2001). Au Sénégal, la pluviométrie a globalement baissé de 35% en quantité, avec une diminution de la durée de la période pluvieuse et une baisse de la fréquence des jours de pluie entre la période 1950-1965 et la période 1970-1995 (Diagne, 2000). Mais le pays a également connu en 2005 une pluviométrie excédentaire qui a provoqué un ruissellement très important contribuant davantage à la dégradation des terres, à l'érosion des sols et à l'inondation des parties basses. Des centaines de familles durent être déplacées. Dans ce contexte environnemental, l'agriculteur sénégalais a de plus en plus de difficultés à assurer une récolte suffisante, avec pour conséquence une insuffisance nutritionnelle et une précarité économique qui conduisent à des stratégies de survie et désorganisent fortement le système socioéconomique. L'environnement et l'agriculture restent vulnérables aux variations climatiques en raison principalement du manque d'informations pertinentes des communautés de base et de l'insuffisance des compétences dans le domaine des changements climatiques.

L'adaptation est nécessaire pour faire face aux impacts de l'évolution du climat qui sont inéluctables. L'adaptation recouvre les politiques et des mesures mises en œuvre en vue d'atténuer les impacts négatifs de ces changements climatiques et de saisir les opportunités qu'ils offrent. On distingue deux grandes catégories d'adaptation :

L'adaptation autonome qui est une réponse aux changements climatiques qui se produit dans un système donné sans intervention extérieure, et

l'adaptation planifiée qui recouvre les réponses aux changements climatiques à la suite de décisions délibérées.

Information et communication pour une meilleure adaptation

Le manque d'information adaptée est un important aspect du syndrome du sous-développement. Car il est généralement admis qu'une bonne information a un impact positif sur le développement économique et sur la gouvernance locale (UNDP, 2001). Au niveau local, les décideurs prennent leur décision sur la base des informations qu'ils ont de leur environnement et des initiatives prises par les acteurs. Dans les pays développés, la disponibilité d'une information pertinente fait défaut (Prelaz-droux, 2003).

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) sont de puissants outils qui améliorent le partage d'informations entre les décideurs et acteurs. Les TIC peuvent aider à vulgariser les connaissances locales en matière d'adaptation. Les systèmes d'information géographique (SIG) et Internet peuvent être de pertinents supports pour l'information et le diagnostic des réalités du monde rural. Cependant, comme les autres médias, ces technologies sont aussi ambivalentes, avec des privations (exclusions, isolement) et des répercussions sociales quelques fois inattendues et pas toujours positives lors de leur implémentation (James, 2002).

De nos jours, la technologie peut fournir de puissants outils pour le stockage des données, la consultation, le traitement mais elle ne peut créer et mettre à jour les données. Cette tâche est du ressort des décideurs, services techniques, producteurs et associations de paysans qui ont leur propre base de données et connaissances sur leur territoire. Notre hypothèse est que la mise en place d'une plateforme d'information sur les changements climatiques combinée à une sensibilisation des acteurs locaux de même que l'identification et la mise en œuvre de stratégies d'adaptation, peut aider à améliorer les conditions de vie des populations vulnérables ou du moins freiner leur dégradation.

Les décideurs, services techniques et associations de paysans sont conscients de ces problèmes d'information et cherchent des instruments techniques pour les résoudre. Ils sont intéressés par les TIC qui présentent un potentiel réel. Mais les SIG et les supports d'aide à la décision ne sont pas toujours adaptés à leur contexte et besoins. Cela demande des compétences solides en informatique et des investissements financiers conséquents pour l'implémentation et la maintenance du système. En outre il existe des problèmes dans la prise en main par les acteurs, souvent sans grande

expérience dans l'utilisation de l'informatique qui présentent des limites dans la manipulation de certaines fonctionnalités de visualisation. Par conséquent les acteurs sont intéressés par les solutions SIG alternatives, plus adaptées au contexte (rareté des ressources, manque de compétences techniques, qualité des informations disponibles, etc.).

InfoClim Software

Pour répondre aux besoins des décideurs, des ONGs et organisations paysannes, un outil informatique personnalisé a été proposé et basé sur les fonctionnalités d'un SIG. Cet instrument est typiquement orienté pour encourager et favoriser l'échange d'informations dans la communauté. Il est composé d'une base de données qui répond aux besoins de gestion et contient une interface qui permet aux différents acteurs d'accéder aux données.

Le progiciel InfoClim est conçu pour la gestion des aléas climatiques. Il consiste en une base de données à référence spatiale, des informations agro-climatiques et des fiches techniques sur les meilleures pratiques d'adaptation. Il sert de plateforme d'échange de données entre acteurs directement impliqués dans l'adaptation.

Pour une meilleure appropriation du progiciel, un forum participatif est organisé pour informer et permettre aux acteurs de se familiariser avec les fonctionnalités de l'outil. La conception et la mise à disposition du progiciel InfoClim est une étape clé dans la mise en œuvre et l'opérationnalisation durable des observatoires locaux (Beye et al 2010) qui permettront un meilleur accès aux informations utiles pour l'adaptation.

Méthodologie

La conception et l'implémentation d'une plateforme d'échange informatisée pose quelques problèmes d'ordre méthodologique : la collecte de données fiables, le développement d'une interface utilisateur accessible au plus grand nombre, le contrôle de la qualité des données et l'évaluation de l'influence de la plateforme sur le comportement des acteurs. Ainsi, une bonne connaissance du contexte est nécessaire pour réaliser un tel instrument. De même que sa validation est nécessaire pour adapter l'instrument au contexte et aux besoins en information des acteurs. Donc le progiciel est le résultat d'un processus itératif et interdisciplinaire qui a permis une implémentation locale de la plateforme. Pour cela, les collectivités locales de Taiba Ndiaye, Fandène, Thiès et Notto Diobass, ont été utilisées comme laboratoire pour expérimenter la plateforme informatique. Le choix de ces collectivités locales

est lié aux impacts visibles des changements et variabilités climatiques dans la vie des populations.

STRATÉGIES D'ADAPTATION

Pour comprendre les forces et faiblesses de l'approche de la plateforme informatique, il est utile de passer en revue quelques défis que posent les changements climatiques en Afrique

Changement climatique

Les changements climatiques encore appelés péjoration climatique désignent le phénomène d'augmentation, à l'échelle mondiale et sur plusieurs années, de la température moyenne des océans et de l'atmosphère, de la diminution de la pluviométrie en quantité et en durée, de l'accentuation des catastrophes naturelles... Dans son acception commune, ce terme est appliqué au changement climatique observé depuis la fin du XXe siècle. Cette péjoration serait principalement due au « forçage anthropique », c'est-à-dire à l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère résultant de l'activité humaine. Il est prévu que le réchauffement planétaire se poursuive au cours du XXI^e siècle. Selon les hypothèses retenues et les modèles employés, les prévisions pour les 50 années à venir vont de 2 à 6°C. Ainsi, le climat est bouleversé et les activités humaines dépassent les lois de la nature. Dans le glossaire du GIEC, on parle de changement climatique lorsqu'on constate une variation statistiquement significative de l'état moyen du climat ou de sa variabilité, persistant pendant une période prolongée (généralement des décennies ou plus). Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels ou à des forçages externes ou encore à la persistance de variations anthropiques de la composition de l'atmosphère ou de l'utilisation des sols.

Selon la convention des Nations Unies sur les changements climatiques (CNUCC), le changement climatique est défini comme les changements qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui est en plus de la variabilité naturelle du climat observé au cours des périodes comparables. Le changement climatique correspond donc à une modification durable (de la décennie au million d'années) des paramètres statistiques (paramètres moyens, variabilité) du climat global de la terre ou de ses divers climats régionaux. Ces changements peuvent être dus à des processus intrinsèques à la terre, à des influences extérieures ou, plus récemment aux activités humaines.

Politiques et options d'adaptation

Les interventions en réponse au changement climatique nécessitent une approche à deux volets qui vise la réduction des émissions de gaz à effet de serre (mesures d'atténuation du changement climatique) ainsi que des activités et des pratiques adaptatives visant à réduire notre vulnérabilité aux impacts possibles (mesures d'adaptation). Des mesures d'atténuation sont nécessaires pour réduire le rythme et l'ampleur du changement climatique à l'échelle planétaire (mesures d'adaptation au plan international). Toutefois, en elles-mêmes, ces mesures ne préviennent pas le changement climatique. Vu la nature des systèmes-climatiques de la Terre, la température devrait continuer à augmenter, même après la stabilisation des concentrations de dioxyde de carbone et des autres gaz à effet de serre. Des mesures d'adaptation seront donc nécessaires pour compléter les stratégies d'atténuation. La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et le Protocole de Kyoto exigent que les parties tiennent également compte de l'adaptation aux changements climatiques. Le Protocole de Kyoto, par exemple, stipule que les parties doivent « faciliter une adaptation appropriée à ces changements ».

Au plan national, chaque Etat doit élaborer un Plan d'Action National d'Adaptation (PANA) au changement climatique. A l'échelle locale, il s'agit essentiellement de la valorisation des connaissances locales de gestion de la variabilité et d'adaptation aux aléas, des techniques CES (Conservation des eaux et des sols), la gestion des bas-fonds, mais aussi investir dans la production des connaissances et l'innovation technologique. A thies, d'après les enquêtes établies dans la zone d'étude du projet InfoClim, les stratégies d'adaptation sont principalement l'utilisation de nouvelles variétés de spéculiation à cycle réduit, la pluriactivité ou la diversification des activités, la migration temporaire et la migration permanente (Ndiaye 2009, Dioum 2010).

Les solutions à une adaptation réussie peuvent prendre, entre autres, la forme d'instruments de traitement et de communication de l'information, tels que les systèmes d'information géographique, les bases de données et observatoires. Toutefois, les coûts de maintenance des données limitent fortement la diffusion de ces techniques dans les pays africains où la plupart des économies restent relativement faibles. Aussi, l'implémentation de ces outils dans un tel contexte pose plusieurs défis techniques et méthodologiques : Qui peut et ne peut pas accéder à un ordinateur ? Qui s'occupe de la collecte et mise à jour des données ? Quelle stratégie d'échange

et de partage de l'information ? Quel est le format le plus approprié pour la diffusion des informations ?

Plateforme d'échange informatique

Le progiciel InfoClim : une base de données SIG

La plateforme informatique (1.3) est un instrument de structuration et de communication des informations sur l'adaptation. Intégrée à des bases de données ou SIG, elle propose une image synthétique et pertinente de l'impact des changements climatiques sur notre environnement et des options d'adaptation. La plateforme est donc dotée des principales caractéristiques fonctionnelles d'un SIG, permettant l'affichage des couches thématiques et de base déjà disponibles ainsi que des données télédéteectées. La représentation visuelle des données, sous forme de cartes thématiques, est certainement plus facile pour communiquer avec les agriculteurs qu'un ensemble de tableaux et de chiffres. Toutefois, il faut aussi considérer que la lecture de carte n'est pas un exercice aisé. Par ailleurs l'intégration dans le système de documents multimédias sous forme de témoignages, contribue à la compréhension des phénomènes climatiques et de leurs impacts.

Convivial et facile d'utilisation, le système présente les caractéristiques spécifiques au monitoring environnemental : localisation, information sur un objet, modification de données, ainsi que traitements préprogrammés sous forme de cartographie thématique, d'analyses spatiales et statistiques.

Il ne possède pas toutes les composantes informatiques des SIG, car étant limité à la visualisation, à la saisie numérique, ainsi qu'à certaines analyses préprogrammées.

La structure des données doit répondre aux besoins en information des décideurs et producteurs pour une meilleure adaptation. Les données ci-après structurent la base :

- informations de type agro météorologique ;
- informations de type conseil agricole liées au choix des producteurs en matière de spéculations techniques et économiques ;
- informations liées au marché (fournisseurs et commercialisation des récoltes) ;

- informations sur les prestataires de services relatives à l'adaptation aux changements climatiques (greffage, pépiniériste, amélioration génétique des races, etc.) ;
- informations sur les technologies agricoles, nouvelles ou non encore connues par les populations, fournies par la recherche ;
- données sur le territoire et sur l'occupation du sol à des dates différentes



Cartographie participative à Fandène



Réception du système d'information par le comité local changement climatique de Notto



Initiation à l'utilisation du progiciel



Formation à l'outil progiciel InfoClim

Le progiciel InfoClim : une interface de SIG

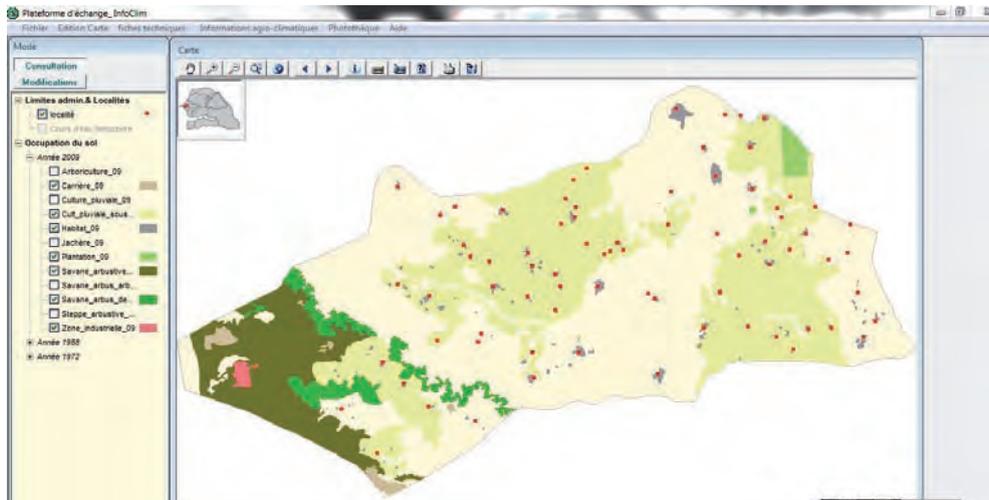
Le progiciel part du principe que le partage de l'information entre les acteurs du développement améliore la connaissance globale de leur environnement. Le progiciel InfoClim est un outil cartographique interactif, adapté aux

besoins des utilisateurs, à leur capacité à utiliser l'outil informatique, à la disponibilité des équipements, et à la qualité des données. Convivial et facile à utiliser, le progiciel InfoClim permet d'interagir avec la base de données.

L'interface du progiciel InfoClim offre quatre principales composantes (fig. 1) :

- Une fenêtre pour la visualisation des cartes, images et données géographiques ;
- Une barre d'outils avec un choix minimal de fonctionnalités qu'on retrouve dans les logiciels de SIG classique ;
- Un menu assez diversifié avec édition des cartes, fiches techniques, informations agro-climatiques et photothèque ;
- Une fenêtre de consultation et de modification des données.

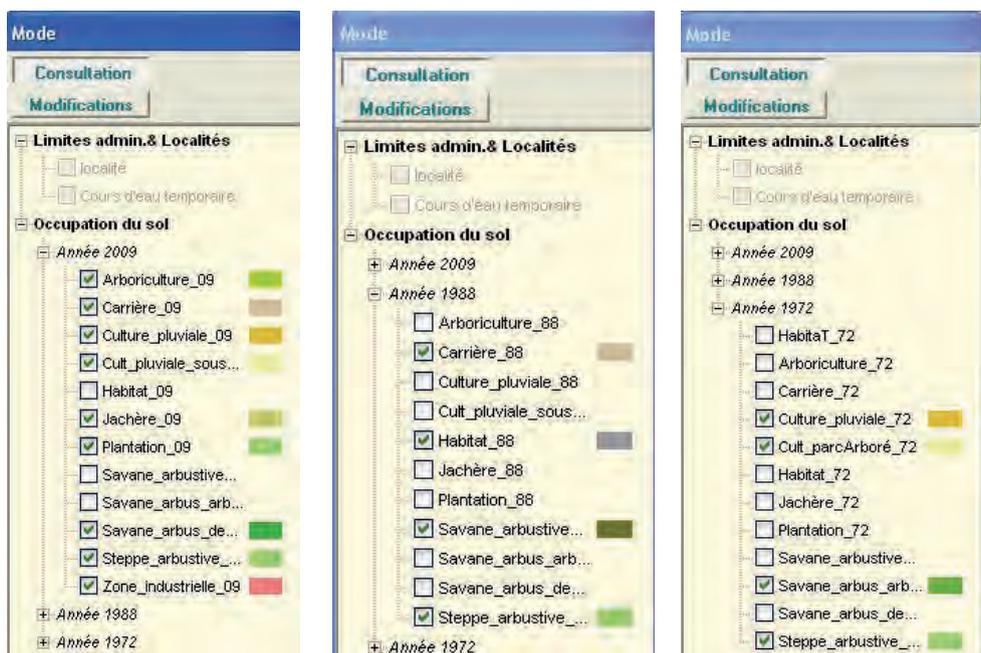
Fig 1. L'interface et ses principales composantes



La composante consultation et modification, offre deux fonctionnalités d'interaction avec les données.

- Premièrement elle permet l'affichage des données spatiales (figure 2) et statistiques (figure 4).

Figure 2 : Données spatiales disponibles



- Elle permet ensuite d'agir sur les données à travers quatre fonctions : (i) ajout de nouvelles données, (ii) modification de données existantes, (iii) suppression de données existantes et (iv) propositions libres, sous forme de texte. L'ensemble de ces interactions avec la base de données reste soumis à une validation du système et n'est donc pas directement accessible aux autres utilisateurs.

Le système développé est un instrument à la disposition du forum des acteurs ruraux. Les différents utilisateurs introduisent de l'information dans le système, qui est ensuite mise à la disposition du collectif. Ce processus comporte une étape de validation de l'information, lors de laquelle les données proposées par les acteurs individuels sont présentées au forum InfoClim. Les erreurs, les redondances, mais surtout la pertinence et l'objectivité des informations sont alors discutées. Ainsi, les modifications de données (ajout, modification ou suppressions) que les utilisateurs proposent ne sont pas accessibles aux autres tant qu'une validation au sein du collectif ou Comité Régional de Pilotage de la plateforme d'échange (CRP) n'a pas été faite. Ces modifications sont collectées par le gestionnaire de l'observatoire dans chaque Comité Local Changement Climatique (CLCC) et transmis aux techniciens du Centre de Suivi Écologique. Le CLCC est une structure paysanne

qui joue le rôle de réceptacle et de relais au niveau de la collectivité locale cible pour la mise en œuvre du projet (figure 3).

Un CD est disponible pour l'installation du progiciel InfoClim dans n'importe quel ordinateur. Le progiciel occupe une place importante lors des discussions dans les différents forums organisés dans les collectivités locales de la zone d'intervention du projet. Dans chaque collectivité il ya un gestionnaire de l'outil qui a été formé pour gérer la base de données. Il collecte les données pour la mise à jour. Aujourd'hui le progiciel est installé dans les locaux de chaque comité local changement climatique, au Conseil Régional de Thiès, au niveau des ONGs FONGS et GRENN, et dans les services techniques membres du comité régional de pilotage du projet.

Figure 3 : Schéma de l'observatoire

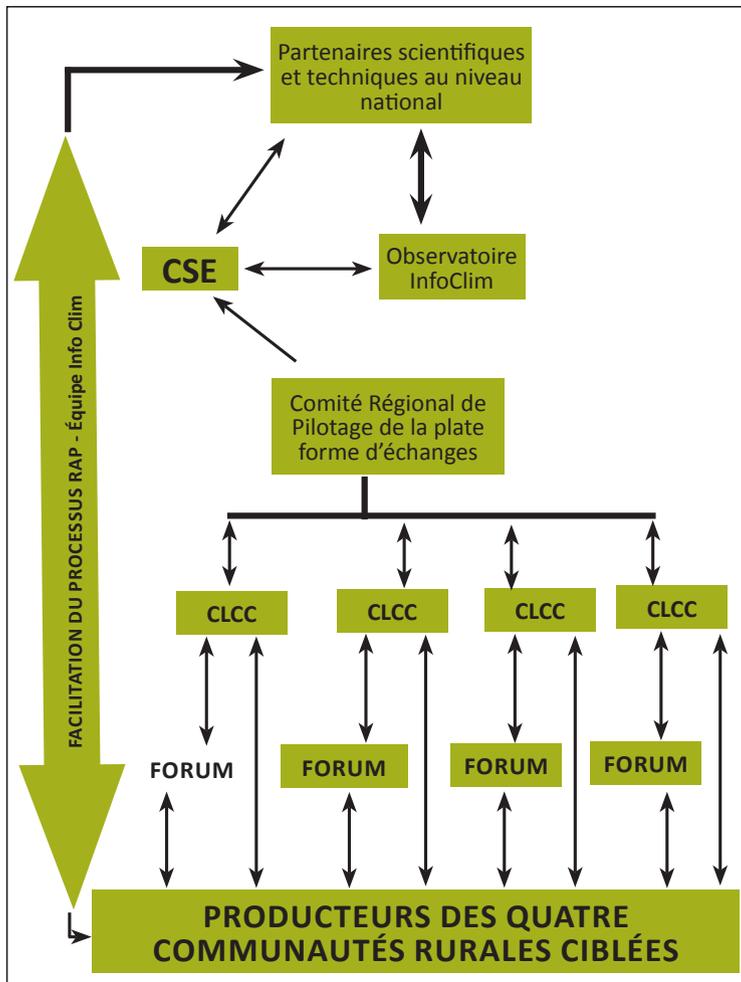
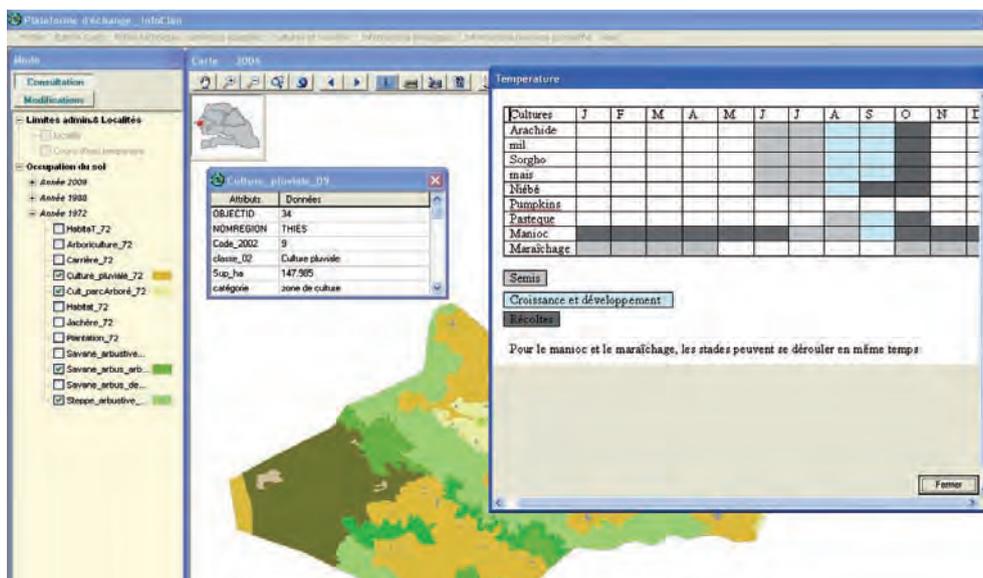


Figure 4 : Consultation des données statistiques



La procédure de gestion des données de l'interface InfoClim

La maintenance d'un tel système requiert quelques compétences pour assurer la durabilité de l'outil. D'abord il faut veiller à l'organisation et l'institutionnalisation du processus de validation des données. Le deuxième niveau est de disposer des compétences en matière d'informatique et de système d'information géographique.

La distribution hiérarchique des tâches est essentielle :

- Au niveau général, la gestion de la structure de données et la programmation du logiciel nécessitent des compétences spécifiques. L'équipe scientifique du projet, assistée par le (CRP), joue ce rôle.
- Au niveau local, un gestionnaire assure les tâches de gestion de la base de données, de formation des utilisateurs et de coordination des activités. Cela demande une bonne aptitude à manipuler l'outil informatique et des compétences limitées en géomatique.
- Au niveau des acteurs, un certain nombre d'utilisateurs de référence assistent ceux qui souhaitent consulter le progiciel. Bénéficiant de formations plus complètes, ces utilisateurs servent ainsi de relais locaux.

Les spécifications techniques

La plateforme a été développée en utilisant l'environnement de programmation Delphi® et les composantes cartographiques du logiciel TatukGIS® 8.10.

Sa distribution est gratuite pour tout acteur opérant dans le domaine de l'environnement, de la sécurité alimentaire et des changements climatiques. Grâce à ses caractéristiques, il est un outil flexible qui peut trouver son application dans toute analyse qui demande l'accès et l'affichage de façon simple et dynamique d'informations géoréférencées sans devoir faire recours à des logiciels commerciaux plus coûteux et complexes.

Influence sur l'adaptation

Pour évaluer l'intérêt du progiciel et sa possible influence sur les stratégies d'adaptation, une enquête a été menée au mois d'avril 2011. Cette enquête s'est faite sous forme de questionnaire adressé à l'ensemble des acteurs : les membres du CLCC), CRP, membres du forum. L'enquête portait précisément sur trois points : (i) l'organisation du forum, (ii) l'utilisation du progiciel et (iii) son impact sur les stratégies d'adaptation.

L'enquête révèle que la tenue des forums et l'utilisation du progiciel InfoClim a un impact positif sur les stratégies d'adaptation

L'accès à l'information scientifique a été un axe stratégique du projet et a fait l'objet de séances d'animation et de partage au travers des fora et d'autres espaces d'échanges.

Les acteurs impliqués dans la mise en œuvre du projet InfoClim, et qui sont constitués par les structures de pilotage créées au niveau régional (CRP) et local (CLCC), les collectivités locales et les organisations communautaires de base, disposent de capacités différenciées selon leur niveau d'implication effective dans la mise en œuvre du projet.

Cette différence de capacités serait également fonction des terroirs cibles selon qu'ils se situent en zone rurale ou périurbaine.

En effet, les flux de travail verticaux dans le sens Équipe de projet/Comités locaux n'ont pas été de même intensité dans toutes les collectivités locales. Ce qui a eu une influence dans la capacitation des acteurs et dans les processus d'adaptation aux innovations technologiques induites par le Projet.

S'agissant de l'utilisation des informations sur les changements climatiques, elle est surtout réelle au niveau des exploitations familiales pour ce qui concerne les données agro météorologiques. En effet, ces acteurs disent planifier désormais leurs activités économiques (agricoles, pastorales, etc.) à partir des informations fournies par l'observatoire à travers le progiciel InfoClim. Les profits tirés sont appréciables (augmentation des rendements, meilleure planification des activités, meilleur choix variétal...).

A l'échelle des mouvements associatifs, il a été noté un début d'intégration des changements climatiques dans les processus de planification des activités. C'est le cas des Maisons Familiales, de COPAGEN (Coalition pour la Protection du Patrimoine Génétique Africain), de l'UGPM (l'Union des Groupements Paysans).

C'est au niveau de l'élaboration des outils de planification à l'échelle des collectivités locales que l'intégration de l'information sur les changements climatiques pose problème. Si la plupart des acteurs ont reconnu leur implication dans les processus de planification locale, il reste cependant que les plans ont été élaborés avant la mise en place du projet.

Néanmoins, une prise de conscience commence à se manifester chez certains acteurs sur la nécessité d'intégrer les CC dans les processus d'élaboration des outils de planification.

DISCUSSION : CONTRAINTES ET LIMITES

Un premier point de synthèse concerne les contraintes qui sont apparues au niveau de l'utilisation d'un tel système d'information (i) l'accessibilité, (ii) la qualité des données et (iii) le cadre institutionnel.

Les questions d'accessibilité sont liées à la mise à disposition d'outils informatiques dans un contexte où les nouvelles technologies de l'information et de la communication restent peu répandues dans les zones rurales.

En partant du matériel disponible localement, au niveau des institutions, ONGs et comités locaux équipés, et en réalisant un logiciel léger et très simple d'utilisation, l'équipe de recherche du projet a permis aux acteurs de bénéficier de bonnes conditions d'accès aux informations utiles pour l'adaptation. Les techniciens ont rapidement pris l'outil en main, d'autres acteurs ont eu plus de difficultés du fait de leur manque de connaissances techniques, mais la formation dispensée et l'appui apporté par les responsables des institutions ont facilité l'intégration des nouveaux utilisateurs.

Au sujet de la qualité des données un premier point concerne l'impossibilité de collecter systématiquement l'ensemble des informations utiles pour l'adaptation. Un deuxième point est lié à la collecte de l'information par les divers acteurs du forum, qui pose la question de la validité et de la qualité de l'information. En ce sens, une procédure de validation collective permet de donner un caractère officiel aux données intégrées dans la base de données. Par ailleurs, les données sont accompagnées de méta-données qui précisent l'origine de l'information et sa qualité.

Au niveau institutionnel, les suggestions suivantes sont proposées par les populations :

- Renforcer la formation des membres des CLCC ;
- Renforcer la collaboration CRP /CLCC ;
- Développer le partenariat avec les services techniques locaux (tels le Centre d'Appui au Développement Local) et régionaux ;
- Renforcer l'équipement des CLCC (micro ordinateurs et dictaphone) ;
- Accompagner le CRP dans la définition d'une stratégie de mobilisation des fonds pour l'observatoire.

CONCLUSION

L'implémentation du progiciel InfoClim démontre clairement le potentiel des technologies de l'information et de la communication dans le partage de l'information sur la dynamique d'occupation et l'utilisation des sols, sur les fiches techniques, les données agro-météorologiques, et savoirs endogènes dans un contexte de variabilité et de changement climatique. Autant la participation est un moyen de partager les données entre acteurs qui permet aux utilisateurs d'avoir accès à l'information pertinente pour s'adapter, autant le forum est central puisque toutes les informations sur les stratégies d'adaptation ne peuvent pas être partagées à travers la base de données.

Finalement l'interface n'a pas pour but de se substituer aux stratégies d'adaptation mais d'offrir un outil interactif, facile à utiliser, permettant la communication et l'accès aux informations utiles aux producteurs.

REMERCIEMENTS

Le projet « Plateforme Participative d'Information pour l'Adaptation des Communautés Vulnérables aux Changements Climatiques » est financé par le programme Adaptation aux Changements Climatiques en Afrique (ACCA), une initiative conjointe du Centre de Recherches pour le Développement International (CRDI) du Canada et du Département pour le Développement International du Royaume Uni (DFID).

BIBLIOGRAPHIE

BEYE, G. SALL, A. THIAO, P. (2010) Un observatoire régional pour l'adaptation des producteurs aux changements climatiques à Thiès, Sénégal

Butterbury S. (2001). The African Sahel 25 years after the great drought: assessing progress and moving towards new agendas and approaches. *Global Environmental Change* 11 (2001) 1-8. Pergamon/Elsevier.

Diagne M., (2000). Vulnérabilité des productions agricoles au changement climatique au Sénégal. Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés- Programme d'Assistance des Pays-Bas sur les Changements Climatiques N.C.C.S.A.P. Ministère de la Jeunesse, de l'Environnement et de l'Hygiène Publique, Sénégal. 36 p.

Dioum A, (2010). Stratégies endogènes d'adaptation aux changements climatiques : recul des cultures sous pluie et extension de l'arboriculture associée dans la communauté rurale de Taïba Ndiaye, ENEA

James, J. (2002). Low-cost information technology in developing countries: Current opportunities and emerging possibilities. *Habitat International*, 26, 21–31.

NDIAYE.M (2009) Evaluation des effets des stratégies d'adaptation aux changements climatiques sur les performances socio-économiques des exploitants agricole : cas des communautés rurales de Fandène et de Notto; ENEA;120p

(ONU 92) ONU, « L'information pour la prise de décision », actions 21. rapport de la conférence des nations unies sur l'environnement et le développement, Rio de Janeiro, 3-14 juin 1992.

Repetti, A., & Prélaz-Droux, R. (2003). An urban monitor as support for a participative management of developing cities. *Habitat International*, 27, 653–667.

Rup, 2002. Les observatoires en Afrique au sud du Sahara. Publication interne, endatm, Dakar

UNDP (2001). Human development report 2001: Making new technologies work for human development. New York: Oxford University Press.

Etude des besoins de renforcement des capacités d'adaptation des acteurs locaux : cas du projet InfoClim

Oumou Mbaye Sy¹, Yacine Diop²,
Lamine Cissokho³, Souleymane Dioum⁴,
Medoune Chimère Ndiaye⁵, Paul Thiao⁶

INTRODUCTION

Bref rappel du projet InfoClim

Depuis 2008, le CSE (Centre de Suivi Ecologique) en partenariat avec quatre collectivités locales de la région de Thiès (les Communautés rurales de : Fandène, Taiba Ndiaye, Notto Diobass et la Commune de Thiès) met en œuvre le projet INFOCLIM.

InfoClim se propose de réaliser une plateforme participative d'information en vue de faciliter l'intégration de l'information scientifique dans les stratégies locales d'adaptation et dans les politiques de réduction de la vulnérabilité au Sénégal.

Le projet vise ainsi à pallier les lacunes constatées dans la prise en compte des conséquences des changements climatiques dans les activités menées par les acteurs au niveau local et dans la conception d'outils de planification à l'échelle des territoires ruraux et/ou urbains.

¹ Chef du Service régional Planification srplanthies@yahoo.fr

² Adjointe au Chef de la Division régionale de l'Environnement et des Etablissements Classés

³ Chef du Service Régional de l'Aménagement du Territoire

⁴ Chef du centre d'Appui au Développement Local de Keur Mousseu (CADL)

⁵ Adjoint au Chef du Service régional Planification

⁶ Membre Fédération des ONG de Thiès



L'approche adoptée par le projet InfoClim a été de travailler avec les producteurs (agriculteurs, horticulteurs, éleveurs), les organisations communautaires de base, les ONG et les décideurs locaux.

Au niveau de chaque collectivité locale partenaire, un Comité Local sur les Changements Climatiques (CLCC) est mis en place. Il est composé de sept (07) membres responsabilisés dans les secteurs de base de l'économie locale.

La mise en place d'un observatoire local dans chaque collectivité partenaire a permis de les doter non seulement d'un espace de concertation et de partage des informations mais aussi d'un outil d'aide à la prise de décision dans le cadre du renforcement des capacités d'adaptation aux Changements Climatiques.

L'observatoire est équipé d'un ordinateur géré par un opérateur choisi au niveau local. Il sert à stocker la base de données alimentée par le CSE et divers partenaires : Comité National sur les Changements Climatiques du Sénégal (COMNACC), Direction de la météorologie nationale, Agence nationale des statistiques et de la Démographie, Services techniques

régionaux, départementaux et locaux, le Conseil Régional, les institutions de recherche, etc...

Cette source d'informations est combinée avec une série de foras et de formations ponctuelles organisés par l'équipe du projet à l'endroit des populations en vue de les sensibiliser et de renforcer leurs capacités d'adaptation aux effets des changements climatiques.

Au niveau régional, la création du CRP (Comité Régional de Pilotage) chargé du suivi de la mise en œuvre du projet InfoClim par arrêté n° 0024 du 24 Mars 2010 du Président du Conseil Régional de Thiès, offre au projet des opportunités pour un ancrage institutionnel durable en vue de son appropriation et de sa pérennisation.

JUSTIFICATION DE L'ÉTUDE

La mise en œuvre du projet InfoClim a permis d'atteindre des résultats appréciables en terme notamment de prise de conscience par les différents acteurs de l'importance des Changements Climatiques dans le développement, de mise en place de mécanismes et modalités d'accès et d'utilisation des informations scientifiques dans des processus endogènes d'adaptation.

Cependant, elle a aussi mis en évidence plusieurs contraintes liées entre autres à la prise en compte effective des Changements Climatiques dans la conception d'outils de planification.

En effet, en raison de la durée courte du projet (3 ans), la dynamique enclenchée n'aura pas atteint sa vitesse de croisière. Ainsi, les progrès attendus en termes d'attitudes, de comportements mais surtout de pratiques innovantes n'ont-ils pas pu se réaliser en si peu de temps.

Par ailleurs, la faible implication des élus dans le processus de mise en œuvre du projet, ainsi que le renouvellement des instances dirigeantes des collectivités locales, survenu en 2009 et lors duquel, la plupart des élus n'ont pas été reconduits, posent la nécessité d'évaluer leurs dispositions réelles à intégrer les CC dans les prochains Plans Locaux de Développement « PLD » et les Plans d'Investissements Communaux (PIC).

De même, l'utilisation optimale et l'appropriation de l'observatoire par les membres des CLCC ainsi que les autres partenaires, notamment les services

techniques, demeurent parmi les conditions de pérennisation des acquis du projet. D'où l'urgence de connaître les besoins de renforcement de capacité souhaités par ces derniers.

Enfin, les principales recommandations issues du colloque international sur les CC, organisé par le projet InfoClim du 6 au 8 juillet 2010 à Dakar, ont beaucoup insisté sur la nécessité du renforcement des capacités des populations à travers les Organisations Communautaires de Base «OCB » qui constituent un maillon important du dispositif.

Les besoins de renforcement des capacités se sont alors révélés importants, en termes d'accès et d'utilisation de l'information scientifique sur les CC.

Régulièrement exprimés à l'occasion des différentes rencontres, il s'agira dans la phase de consolidation du projet, de les identifier de façon plus ciblée, de les systématiser et de les hiérarchiser en vue d'y apporter des réponses idoines.

OBJECTIFS ET RESULTATS ATTENDUS DE L'ETUDE

L'étude s'inscrit dans le cadre de l'atteinte des objectifs de la phase de consolidation du projet InfoClim à savoir :

OS1 : Renforcer les capacités des collectivités locales et des organisations communautaires de base de Thiès en termes d'accès et d'utilisation des informations scientifiques sur les changements climatiques dans la planification locale de développement ;

OS3: Consolider le partenariat déjà amorcé entre les décideurs locaux, les Services techniques, le Comité national sur les changements climatiques en vue de l'appropriation durable des acquis du projet.

A cet effet, la présente étude se propose :

- ***d'établir l'état des besoins en renforcement des capacités des élus et décideurs, des responsables des services déconcentrés de la région et des organisations communautaires de base des différentes collectivités impliquées, pour un meilleur accès et une utilisation efficiente des informations scientifiques sur les changements climatiques dans la pratique des activités et les processus d'élaboration des outils de planification locale.***

Il s'agit, au terme de l'étude, de produire un rapport intégrant les éléments de résultats suivants :

- les perceptions des partenaires sur le concept de changements climatiques et les acquis qu'ils ont tirés du projet InfoClim sont cernés et documentés;
- des appréciations sont émises sur les points forts, les points faibles relatifs à la stratégie de mise en œuvre ;
- des suggestions sont formulées sur les types de données, d'informations, de renforcements de capacités que les partenaires souhaiteraient continuer à avoir d'initiatives similaires à INFOCLIM ainsi que les correctifs à intégrer dans une perspective de seconde phase.

METHODOLOGIE

Démarche

L'étude a été menée selon une démarche participative impliquant l'ensemble des acteurs au niveau des quatre collectivités locales concernées, les Autorités régionales et les Services techniques.

Elle a été conduite par un Groupe Consultatif Restreint (GCR) issu du CRP qui a assuré la supervision.

Le processus s'est déroulé du 06 au 30 avril 2011 selon les étapes suivantes :

- ✓ **Choix des membres du Groupe Consultatif Restreint (GCR)** chargé de l'étude ;
- ✓ **Atelier de conception des outils de collecte et d'élaboration du calendrier** (03jrs); regroupe le GCR & le CSE ;
- ✓ **Missions de terrain, à raison d'un jour par collectivité locale** (rencontre avec les différents acteurs (CLCC, Elus locaux, Services, conseillers ruraux et municipaux, OCB, etc...)) (04jrs); GCR & le CSE ;
- ✓ **Exploitation, analyse des données et élaboration du pré-rapport** (05jrs) par le GCR/CSE ;
- ✓ **Réunion de restitution et de validation du pré-rapport** avec les services techniques membres du CRP ;
- ✓ **Production du rapport final** (02jrs) par le GCR

Organisation du travail et outils :

La phase de collecte des données sur le terrain s'est opérée d'abord au niveau des trois collectivités locales de Fandène, Taïba Ndiaye, la Commune de Thiès (zone péri urbaine), à raison d'une journée par collectivité locale et ensuite de celle de Notto qui a accueilli la mission de restitution/ validation.

Les acteurs rencontrés sont : les CLCC, les élus locaux, les OCB, les services techniques et quelques membres de la FONGS.

Un guide d'entretien unique a été conçu et administré à tous les acteurs mais de manière à faire ressortir les spécificités de chaque groupe.

La stratégie retenue a consisté à organiser une séance de travail dans chaque collectivité locale. Celle-ci a débuté par une plénière avec les différents acteurs. Ces derniers ont été par la suite répartis en groupe en vue de l'administration des outils de collecte et enfin une dernière plénière de restitution a été organisée.

Difficultés

Les difficultés rencontrées sont essentiellement liées au délai très court imparti à l'étude. Ce qui a rendu très difficile les missions sur le terrain d'une part et d'autre part, entraîné une forte pression sur l'équipe pour le respect des délais impartis.

Par ailleurs, la mobilisation des acteurs a posé quelques contraintes par moments.

PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS

L'exploitation et l'analyse des données collectées ont fait ressortir la perception des populations sur les changements climatiques, leur niveau de connaissance du concept, les capacités actuelles des différents acteurs pour l'accès, l'utilisation des informations scientifiques sur les changements climatiques.

Perception des acteurs sur les changements climatiques

Le concept de changements climatiques est perçu par la plupart des populations locales à travers la manifestation de phénomènes liés aux aléas climatiques.

La différence entre la variation du temps et les variabilités saisonnières extrêmes sont généralement confondues sous le vocable local wolof de « bekkoor » qui peut être assimilé à la sécheresse pluviométrique ou simplement au déficit pluviométrique.

Ces propos sont souvent étayés par des exemples sur la perte de biodiversité floristique et /ou faunique, ce qui influence les systèmes locaux de production dans leur structure et leur performance.

D'autres citent des manifestations extrêmes comme les inondations qui ont été à l'origine de la destruction du pont de FANDENE. Dans d'autres localités, la disparition des eaux de surface, l'érosion hydrique ou éolienne, l'apparition de nouvelles maladies humaines, animales et phytosanitaires comme la mouche des fruits constituent des illustrations de l'effet des variabilités climatiques sur les écosystèmes et les activités de production locale.

Ces effets sont également ressentis au niveau de la structure familiale, plus sujette à l'exode rural et notamment chez les jeunes filles.

Cependant, certaines populations appréhendent mieux le concept de changements climatiques qu'elles placent dans la durée et parlent ainsi de « thiopité jamono » en langue nationale wolof au Cayor. Elles évoquent d'ailleurs une perte ou un brouillage des repères endogènes pour les prévisions saisonnières dont les manifestations actuelles connaissent des variabilités sur leur fréquence et leur intensité en termes de température, de vents et de rosée.

Globalement, le concept de changements climatiques semble bien appréhendé par les acteurs. Cette perception s'est renforcée avec la mise en œuvre du projet InfoClim. De même, la variabilité des éléments du climat dans leur fréquence et leur intensité est intériorisée dans le vécu paysan du fait des acquis en termes de capacités d'accès à certaines informations scientifiques sur les changements climatiques.

Analyse des capacités des acteurs

- **Accès à l'information sur les CC**

L'accès à l'information scientifique a été un axe stratégique du projet et a fait l'objet de séances d'animation et de partage au travers des fora, des fiches techniques et d'autres espaces d'échanges.

Les acteurs impliqués dans la mise en œuvre du projet InfoClim et qui sont constitués par les structures de pilotage créées au niveau régional (CRP) et local (CLCC), les collectivités locales et les organisations communautaires de base, disposent de capacités différenciées selon leur niveau d'implication effective dans la mise en œuvre du projet InfoClim.

Cette différence de capacités serait également fonction des terroirs cibles selon qu'ils se situent en zone rurale ou périurbaine.

En effet, les flux de travail verticaux dans le sens Equipe projet/Comités locaux n'ont pas été de même intensité dans toutes les collectivités locales. Ce qui a eu une influence dans la capacitation des acteurs et dans les processus d'adaptation aux innovations induites par le Projet.

Dans le cadre de la mise en œuvre du projet InfoClim, seuls les opérateurs chargés de la gestion de l'observatoire, et les membres du CLCC et CRP ont été initiés dans la manipulation du système d'information mis en place. Ce qui pose un problème de disponibilité et d'accès à l'information.

En outre, les types d'information disponibles sont plutôt saisonniers et restent essentiellement axés dans le domaine agro – météorologique (début et fin hivernage, début et fin récolte, choix variétal ...).

Les principales activités concernées sont les cultures sous pluie, le maraichage, l'arboriculture, l'élevage, la production forestière, la transformation des produits agricoles.

L'absence de diversification des types d'informations s'explique en partie par l'unicité de la source d'alimentation de la base de données, essentiellement fournie par l'équipe du projet InfoClim et quelques rares partenaires (tel le Service national de la Météorologie).

Pour des raisons diverses, l'internet qui constitue une source d'informations potentielle n'est pas mis à contribution et la collaboration avec les techniciens locaux n'est pas encore effective.

Pourtant, d'autres moyens et mécanismes d'accès à l'information ont été identifiés tels, le savoir local, l'observation, les expériences vécues, les échanges entre groupes INFOCLIM et les média.

- **Utilisation de l'information sur les CC**

S'agissant de l'utilisation des informations sur les CC, elle est surtout réelle au niveau des exploitations familiales pour ce qui concerne les données agro météorologiques. En effet, ces acteurs disent planifier désormais leurs activités économiques (agricoles, pastorales, etc.) à partir des informations fournies par l'observatoire.

Les profits tirés sont appréciables (augmentation des rendements, meilleure planification des activités, meilleur choix variétal...).

A l'échelle des mouvements associatifs, il a été noté un début d'intégration des changements climatiques dans les processus de planification des activités. C'est le cas des Maisons Familiales, de COPAGEN, de l'UGPM.

C'est au niveau de l'élaboration des outils de planification à l'échelle des collectivités locales que l'intégration de l'information sur les changements Climatiques pose problème. Si la plupart des acteurs ont reconnu leur implication dans les processus de planification locale, il reste cependant que les plans ont été élaborés avant la mise en place du projet InfoClim.

Néanmoins, une prise de conscience commence à se manifester chez certains acteurs sur la nécessité d'intégrer les CC dans les processus d'élaboration des outils de planification.

L'effectivité de l'utilisation des informations sur les CC dans la pratique des activités et dans l'élaboration d'outils de planification se heurte à des difficultés d'ordre :

- socio culturels (Réticence de certains acteurs par rapport à la fiabilité des informations scientifiques) ;
- techniques (Insuffisance de formation et de l'information) ;
- économique (difficultés d'accès aux intrants agricoles) ;
- institutionnel (absence de relais absence de moyens et de mécanismes de diffusion de l'information) ;
- matériel (problèmes de communication, difficultés de connexion internet, etc.).

Au regard de ces limites, les populations ont émis les suggestions suivantes pour permettre l'utilisation des CC:

- Multiplier et décentraliser les rencontres d'animation et de sensibilisation au niveau communautaire;
- Choisir et former des relais au niveau des villages ;
- Former techniquement les acteurs sur l'interprétation des données agro météorologiques (pluies utiles, semences adaptées, etc.) ;
- Vulgariser les bonnes pratiques agro-sylvo-pastorales ;
- Organiser des émissions radio ;
- Développer le partenariat Collectivités Locales/Services techniques/CRP/CLCC ;
- Transcrire les données dans les langues nationales ;
- Prendre en compte les CC dans les prochains PLD et PIC ;
- Doter les organes de moyens matériels et financiers ;
- Systématiser les foras avant l'hivernage avec le service météo et en mi saison des pluies.

Globalement, il ressort de l'analyse des capacités des acteurs que les populations ont une bonne perception des changements climatiques et de leur influence sur leurs terroirs et leurs systèmes locaux de production.

De même, avec InfoClim, des acquis certains en terme d'accès, d'utilisation des informations scientifiques sur les changements climatiques et leur intégration dans la planification des activités et les processus de planification du développement local sont notés.

Ces résultats ont été rendus possible grâce aux importants atouts relatifs à l'engagement des acteurs à la base, l'implication de quelques décideurs et de personnes ressources telles les agents des CADL, de l'ANCAR, etc.

Partenariat et stratégies de pérennisation

Dans le cadre de cette étude, la notion de partenariat est appréhendée comme un partenariat multi-acteurs à des niveaux différents. Autrement dit, il s'agit d'identifier les acteurs aux différents niveaux (local, régional et national) et de voir comment les impliquer dans une dynamique continue et collective de recherche et de production de l'information scientifique utile pour l'adaptation aux changements climatiques.

Le niveau interne concerne les acteurs locaux que sont principalement le comité local InfoClim, les organisations communautaires de base, le conseil de la collectivité locale et les services techniques de proximité comme le CADL au niveau des arrondissements.

Le niveau régional, concerne le comité régional de pilotage dans lequel le Conseil régional occupe une place centrale à côté des services techniques de l'Etat à compétence régionale et/ou départementale.

Parmi ces partenaires, il faut remarquer ceux qui ont été impliqués de façon formelle dans la mise en œuvre, tels que GREEN SENEGAL et la FONGS de Thiès. Ils ont été identifiés au démarrage du projet, comme les seuls relais officiels dans la filière institutionnelle et ont été les principaux partenaires pour l'opérationnalisation du projet au niveau des collectivités locales.

Les autres l'ont été d'une manière ponctuelle, chacun selon les flux de travail du moment et de la nécessité de corriger une première approche centrée sur la recherche- action.

En effet, c'est au cours du processus de mise en œuvre que le concept de Recherche-Action-Participative (RAP) a été intégré dans la démarche. Ainsi, un accent particulier a été mis sur la place des populations et des autres acteurs dans la prise d'initiatives en vue de poser des hypothèses ou questionnements de recherche. Autrement dit, les initiatives ne devraient plus exclusivement émaner de l'équipe technique chargée de la mise en œuvre du projet InfoClim, mais aussi et surtout des partenaires.

Avec cette nouvelle orientation dans le processus de mise en œuvre, le partenariat devait prendre une nouvelle dynamique plus concertée à toutes les échelles en vue de poser les bases d'une meilleure capitalisation des acquis et une pérennisation du projet.

Pour apprécier la situation actuelle, nous avons essayé d'analyser les acteurs et leurs interrelations dans le cadre de l'approche RAP au niveau local et régional.

✓ **A l'échelle locale :**

Le comité local InfoClim (CLCC)/CADL /CR est une structure paysanne qui joue le rôle de réceptacle et de relais au niveau de la collectivité locale cible pour la mise en œuvre du projet InfoClim.

Il est composé de sept membres choisis au niveau des villages qui ont été enquêtés lors du démarrage du projet à travers des consultations villageoises. Les différents membres sont responsabilisés dans des secteurs clés qui sont à la base de l'économie locale tels que : l'eau, les cultures sous pluies, le maraichage, les productions forestières, l'élevage, l'Arboriculture.

Les différents responsables de secteurs ont pour mission de conduire une recherche-action-participative pour résoudre des problématiques vécues localement et ayant une relation de cause à effet avec les variabilités climatiques. La démarche de concertation avec les populations vulnérables initiée par l'équipe du projet InfoClim, vise à cet effet, la responsabilisation de celles-ci afin qu'elles analysent leurs problèmes, participent à la recherche des améliorations, s'organisent, choisissent les options d'adaptation appropriées à leur contexte et les mettent en pratique.

Il a été noté une forme de concertation entre les membres du comité, mais les champs d'action sont assez réduits du fait de la faible concertation entre le comité et les services techniques de proximité d'une part et d'autre part de l'irrégularité de la collecte et de l'alimentation de la base de données de l'observatoire.

D'ailleurs l'objectif 3 du protocole RAP stipule que : l'équipe du projet doit traduire les résultats issus des diagnostics des producteurs en projets d'adaptation aux changements et variabilités climatiques tels que vécus et perçus par les populations locales. Mais, il devrait aussi accompagner les acteurs pour leur mise en œuvre effective.

Les résultats d'enquêtes ont fait ressortir des limites dans les capacités des producteurs à accéder et à utiliser les informations agro météorologiques. Cela serait dû en partie à un déficit de collaboration et donc de partenariat fonctionnel avec les autres acteurs et notamment avec les services techniques comme le CADL.

Par ailleurs, les relations entre le comité local et les OCB des autres villages sont timides notamment avec des organisations faitières qui constituent des espaces indiqués pour développer un partenariat local susceptible de mieux capitaliser les acquis et de conduire des innovations dans le sens de la pérennisation.

Au niveau des communautés rurales, les maisons familiales sont des partenaires potentiels qui ont capitalisé des expériences sur le partenariat

et la conduite des innovations paysannes. Il en est de même pour des organisations comme L'UGPM à Taïba Ndiaye, NILJAM et UFRADef à Fandene et d'autres de ce type dans la Communauté rurale de Notto Diobass.

Globalement, il s'agit d'identifier les organisations faitières au niveau des collectivités comme les CLCOP et de les intégrer dans le dispositif de l'observatoire et ce, avec un ancrage plus solide au niveau des conseils des collectivités locales.

Pour ce qui concerne les relations du comité et les conseils des collectivités locales, il reste beaucoup à faire au niveau de la création d'un espace fonctionnel de concertation dans le cadre de l'atteinte des objectifs spécifiques du projet.

L'existence de commissions chargées de l'environnement et de la gestion des ressources naturelles est une opportunité à saisir pour l'intégration du processus dans la sphère de la décentralisation. Cela suppose une bonne définition des tâches des conseils de collectivités locales dans le cadre de la pérennisation.

Cela est beaucoup plus accentué au niveau de la zone péri urbaine où la réalité institutionnelle est assez différente du fait du statut des terroirs ciblés qui sont d'anciens villages de la communauté rurale de Fandène et dont l'intégration dans la vie urbaine n'est pas encore une réalité vécue par les populations.

Le caractère rural de ces localités pose aussi le problème de l'adaptation des systèmes de production aux réalités territoriales.

Il s'y ajoute que le nouveau découpage administratif qui a abouti à la création des communes d'arrondissement a été un autre facteur limitant pour l'ancrage institutionnel dans cette zone péri-urbaine. Il va sans dire que cette réalité influence le partenariat entre le comité InfoClim et le conseil de la collectivité locale et aussi entre celui-ci et les services techniques de proximité.

En réalité, le caractère intégré du projet n'a pas été bien pris en compte en ce qui concerne son ancrage au niveau du dispositif institutionnel local, du moins dans la pratique.

Ce clivage a été un facteur déterminant dans les interrelations au niveau local et a certainement eu des effets limitatifs sur la capacité du comité local à conduire des activités d'initiative locale avec un certain niveau de

performance, d'où la nécessité de rétablir cette relation en perspective de la pérennisation, à travers des espaces partagés de concertation et d'échanges au niveau local mais aussi régional.

✓ A l'échelle régionale

Le niveau régional est compris ici comme l'espace qui englobe le comité régional de pilotage (CRP) et les services techniques à envergure régionale et/ou départementale mais aussi les ONG.

Même si le dispositif est mis en place, il reste que sa fonctionnalité est encore à parfaire en favorisant la régularité des rencontres au sein du CRP mais aussi entre celui-ci et les autres partenaires.

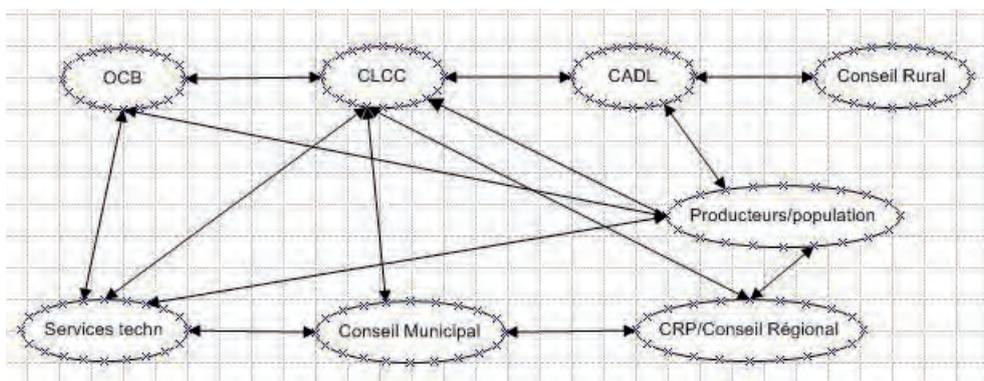
Dans cette perspective, le rôle du Conseil Régional est fondamental. Il est attendu de sa part une contribution importante en termes de coordination, d'appui institutionnel et financier, d'orientation vers d'autres partenaires et d'appropriation de l'observatoire.

Les instances de concertation qui existent déjà au niveau régional et départemental à travers les CRD et CDD au sein desquels il est nécessaire de partager le processus actuel pour une meilleure implication de l'expertise technique régionale et départementale, sont aussi à intégrer.

En réalité l'espace régional doit jouer un rôle stratégique pour définir les axes de partenariat multi-acteurs et les transformer en programmes qui seront opérationnalisés au niveau des instances locales.

Ces flux de travail devront reposer sur une conjonction de l'information scientifique utile et le savoir faire endogène, ce qui suppose une concertation permanente à toutes les échelles du partenariat.

Figure 1 : SCHEMA SOUHAITE DES FLUX DE TRAVAIL ENTRE LES PARTIES PRENANTES



L'on remarque que les flux convergent tous vers les producteurs / populations dont les stratégies d'adaptation aux changements climatiques doivent être renforcées dans les domaines technique, institutionnel, stratégique.

Par ailleurs, la relation entre les conseils des collectivités locales n'existe pas, mais il faudrait la créer dans la cadre de l'intercommunalité ou la coopération décentralisée autour de l'axe programmatique des changements climatiques.

Aussi, le conseil régional est diffus dans le CRP, mais il devrait apparaitre expressément pour le portage institutionnel régional dans le cadre de l'allocation des moyens d'action de l'observatoire et la coordination des flux de travail entre les différentes échelles territoriales même si chacune dispose de l'autonomie dans l'administration des affaires locales.

Ces flux doivent être formalisés entre les acteurs clés comme suit :

- CLCC/ CONSEIL RURAL
- CLCC/CLCOP
- CLCC/CADL
- CLCC/CRP
- CRP/CONSEIL REGIONAL
- CRP/CDD/CRD
- CONSEIL RURAL/CONSEIL MUNICIPAL

La matérialisation de ce schéma demande des mesures d'accompagnement en vue de renforcer les capacités des différents acteurs.

LE PROGRAMME DE RENFORCEMENT DES CAPACITES

Sur la base de l'analyse des résultats d'enquête, les besoins de renforcement des capacités ont été déclinés à travers d'une part **un programme de formation et d'information et d'autre part de mesures d'accompagnement** en vue d'une mise en œuvre efficiente du projet et de sa pérennisation.

TABLEAU DES BESOINS DE RENFORCEMENT EN CAPACITES

Axes	Composantes	Thèmes/ Objet	Cibles				
			OCB	CLCC	Elus	CRP	Serv. Tech.
Accès à l'information	Formation	- Techniques de collecte et traitement des données (Collecte et gestion de données agro météorologiques)	X	X	X		
		- Initiation aux TIC	X	X	X		
		- Changements climatiques et développement durable (généralités sur les CC, textes législatifs et réglementaires, enjeux, opportunités et contraintes)	X	X	X	X	X
Utilisation de l'information	Formation	- Technique de communication (diffusion de l'information sur les CC)	X	X			
		- Méthodologie d'intégration des CC dans les outils de planification	X	X	X	X	X
		- Cartographie des incidences des CC (outcome mapping)	X	X	X	X	X
	Sensibilisation	- Emissions radio	X	X	X	X	X
		- Organisation de séances d'animation	X	X	X		
		- Forum sur les prévisions météo	X	X	X	X	X
		- Confection de supports audio et visuels, de plaquettes d'informations	X	X	X	X	X
Mesures d'accompagnement	Vulgarisation	- Techniques culturelles (pépinière et plantations, utilisation des produits phyto, compostage)	X	X	X		
		- Techniques de transformation et de valorisation des produits locaux	X	X	X		
		- Techniques de production et de conservation de semences adaptées	X	X	X		
		- Techniques de lutte anti érosive	X	X	X		
	Equipement	- Connexion internet		X			
		- Renforcement de l'équipement des Comités (micro ordinateurs, dictaphone, progiciel base de données)		X		X	
	Appui institutionnel	- Appui au fonctionnement des comités		X		X	X
		- Appui conseil et accompagnement technique	X	X	X		
	Coopération	- Visites d'échange d'expériences	X	X	X	X	X
		- Rencontres entre comités InfoClim		X			

LE PROGRAMME DE FORMATION ET D'INFORMATION :

Il s'articule autour de deux (02) composantes: la formation et la sensibilisation.

- **Formation** : Les formations seront dispensées selon l'approche par les compétences. Elles visent essentiellement à développer auprès des cibles les aptitudes nécessaires pour induire les changements de comportements souhaités.

Au regard des contraintes identifiées dans l'accès à l'information , il s'agira de **renforcer les connaissances des acteurs dans le domaine des CC** (concept, cadre juridique et réglementaire, enjeux et opportunités, etc.), de les doter de **capacités de collecte et de gestion de l'information**, et enfin de leur permettre **une manipulation et une utilisation faciles du prototype développé par le projet** .

Pour l'utilisation de l'information, l'accent est mis sur des thématiques permettant une large diffusion de l'information scientifique sur les CC et une prise en compte dans la pratique des activités à l'échelle de l'exploitation familiale et du terroir. Les membres du CLCC et les OCB devront être formés **en technique de partage et de diffusion de l'information**.

Par ailleurs, la prise en compte des CC dans les outils de planification du développement demande une **approche méthodologique consensuelle qui vise la conception d'un guide pratique**. A cet effet, la nécessaire harmonisation des visions des différentes parties prenantes ainsi que la définition d'indicateurs pertinents, justifient la thématique relative à la **méthodologie de prise en compte des CC**.

Aussi, cette prise en compte ne saurait-elle se faire sans une **situation de référence en matière d'occupation et d'utilisation de l'espace**. Ce qui pose la nécessité d'une maîtrise de outils et approches y afférents par les acteurs concernés (CRP/services techniques et élus).

- **Sensibilisation** : Le changement de comportement souhaité requiert une bonne circulation et une large diffusion de l'information. A cet effet, les moyens de communication existants seront mis à profit à travers notamment **l'organisation d'émissions radio et de séances d'animations villageoises**. L'utilisation d'autres **supports audio et visuels** ainsi que la **confection de plaquettes** sont aussi envisagés.

LES MESURES D'ACCOMPAGNEMENT :

Elles constituent des éléments importants du dispositif de renforcement de capacités et conditionnent même la survie et la pérennisation des acquis.

En effet, au niveau de toutes les collectivités locales, les acteurs ont identifié des contraintes majeures d'ordre économique, technique, matériel et institutionnel et qui ont fait l'objet de besoins exprimés dans les domaines suivants:

- **Vulgarisation** : La recherche de *meilleures performances des systèmes de production agro- sylvo-pastorales nécessite la bonne application des itinéraires techniques adaptés au contexte local*. Les thématiques proposées concernent aussi l'ensemble des chaînes de valeur des différentes filières. Cela participe à renforcer les stratégies endogènes d'adaptation aux CC.
- **Equipement** : Le système d'information doit être fonctionnel dans toutes les collectivités locales et accessible à tous les acteurs. A cet effet, en plus de la formation à la manipulation et à l'utilisation du prototype, il faut *doter la ZPU de Thiès d'un local adapté et d'une alimentation en source d'énergie* (notamment le solaire).
- **Appui institutionnel** : la motivation des membres des comités et le fonctionnement des organes nécessitent *l'allocation de ressources financières et la dotation en matériels et équipements*
- **Coopération** : Le renforcement des capacités techniques et la diversification des partenaires souhaités, passent par *le partage des expériences et des bonnes pratiques*. Ce qui explique l'organisation des visites d'échanges.

LES MODALITES DE MISE EN ŒUVRE DU PROGRAMME DE RENFORCEMENT DES CAPACITES

Dans le contexte de la phase consolidation des acquis de InfoClim, l'utilisation des ressources disponibles au niveau de la région dans le programme de renforcement des capacités est plus que nécessaire pour mettre en œuvre ce programme.

La région de Thiès dispose d'importantes potentialités en termes de ressources humaines et matérielles : les Services techniques, le CADL, les

Instituts et Centres de formation et de recherche, les Collectivités locales, les ONG (AGRECOL. ENDA GRAIM), les MFR, l'ANCAR etc.

Ces ressources disponibles seront identifiées de façon précise et mises en contribution en fonction des thématiques retenues.

Pour chaque thématique, des Termes de référence seront élaborés. Les participants seront ciblés en fonction de spécificités liées aux secteurs d'activités et au genre.

Le format des ateliers de formation (régionaux, départementaux et/ou locaux) dépendra de l'importance et de la nature des participants.

En ce qui concerne la méthodologie d'intégration des changements dans l'élaboration des outils de planification, le groupe restreint pourra envisager la conception d'un guide pratique lors d'un atelier avec l'appui du Conseil régional et de l'ARD.

Pour ce qui concerne l'appui institutionnel et les équipements, un appui matériel et financier est attendu des collectivités locales et particulièrement du Conseil régional.

L'appui conseil et l'accompagnement technique proposés devront être dispensés par les services techniques dans le cadre d'une programmation régulière et concertée au sein du CRP.

CONCLUSION

Le projet InfoClim est une originalité pour la région de Thiès. L'importance de ses effets et retombées sur le développement économique et social des communautés de base ciblées, n'est plus à démontrer.

Malheureusement, InfoClim est arrivé à terme et les besoins en termes d'informations, de formation et d'appui matériel et financier s'avèrent immenses par rapport aux objectifs de renforcement des capacités d'adaptation des populations vulnérables aux effets des CC. Tous les acteurs restent interpellés.

Par conséquent, son ancrage dans le dispositif institutionnel régional existant, demeure un défi à relever en vue de sa pérennisation.

BIBLIOGRAPHIE :

- CSE, 2008, Mise en place d'une Plateforme Participative d'Information pour l'Adaptation des Communautés Vulnérables aux Changements Climatiques dans la région de Thiès, CSE, Dakar.
- CSE, 2008b, Rapport provisoire INFOCLIM : étude des stratégies alternatives dans les systèmes de productions dans le contexte de changements climatiques, CSE, Dakar.
- CSE, 2008c, Atelier Méthodologique « Plateforme participative d'information pour l'adaptation des communautés vulnérables aux changements climatiques » du 17-18 Mars 2008, CSE, Dakar.
- CSE, 2009, Rapport de l'atelier de partage des travaux de réflexion sur l'application de la Recherche-Action Participative au projet Infoclim, CSE, Dakar.
- SALL A., 2008, Plateforme Participative d'Information pour l'Adaptation des Communautés Vulnérables aux Changements Climatiques (Infoclim), CSE, Dakar.

Genre, changements climatiques et stratégies d'adaptation dans la zone de Thiès

Deguène Pouye¹, Amadou Sall², Nogaye Diop Ba²,
Ibrahima Paul Thiaw³, Moustapha Tamba⁴

RÉSUMÉ

Cette étude analyse la perception des causes, manifestations et conséquences des changements climatiques suivant les acteurs hommes, femmes, jeunes, groupes socio-professionnels (agriculteurs, éleveurs, etc.) dans la zone d'étude du projet de recherche InfoClim. Elle montre comment les effets et impacts des changements climatiques sont vécus par ces acteurs et catégories socio-professionnelles. Enfin une évaluation des capacités et opportunités d'adaptation aux changements climatiques suivant les mêmes cibles, est réalisée.

Mots clés : *Changement climatique, adaptation, genre, vulnérabilité, participation*

INTRODUCTION

Les changements climatiques dus au réchauffement de la terre posent un défi majeur aux pays sahéliens qui sont très sensibles aux perturbations du climat et de l'environnement. Ceci est dû d'une part, au faible niveau de développement économique, d'éducation et de formation des agriculteurs ainsi qu'à la faiblesse de l'équipement agricole, à la fragilité des écosystèmes et d'autre part à la dépendance des populations vis-à-vis des ressources

¹ Centre de Suivi Ecologique, Dakar Sénégal

² Ecole Nationale d'Economie Appliquée, Dakar Sénégal

³ Fédération des ONG du Sénégal

⁴ Université Cheikh Anta Diop (UCAD), Dakar, Sénégal

naturelles (IPCC, 2007b)⁵. On prévoit que les changements climatiques auront de graves répercussions sur les efforts déployés par l'Afrique pour assurer un développement durable et atteindre les objectifs du Millénaire pour le développement (IPCC, 2007b),⁶ notamment les objectifs 1 (réduction de l'extrême pauvreté et de la faim), 6 (combattre le VIH/sida, le paludisme et d'autres maladies) et 7 (assurer un environnement durable).

En l'état actuel des connaissances (IPCC, 2007a)⁷, un réchauffement de 3° à 5° est prévu dans les régions sahéliennes d'ici à 2100, accompagné selon les régions d'une augmentation ou d'une diminution des précipitations. Plusieurs communautés de ces régions sont déjà confrontées à une augmentation des pluies, des sécheresses et d'autres événements extrêmes. Les précipitations ont baissé de 20% à 30% en moyenne dans la zone sahélienne lors des cent dernières années (Butterbury, 2001)⁸. Au Sénégal, la pluviométrie a globalement baissé de 35% en quantité, avec une diminution de la durée de la période pluvieuse et une baisse de la fréquence des jours de pluie entre la période 1950-1965 et la période 1970- 1995 (Diagne, 2000)⁹. Mais le pays a également connu en 2005 une pluviométrie excédentaire qui a provoqué un ruissellement très important contribuant davantage à la dégradation des terres, à l'érosion des sols et à l'inondation des parties basses. Des centaines de familles durent être déplacées.

Dans ce contexte environnemental, l'agriculteur sénégalais a de plus en plus de difficultés à assurer une récolte suffisante, avec pour conséquence une insuffisance nutritionnelle et une précarité économique qui conduisent à des stratégies de survie et désorganisent fortement le système socioéconomique.

Dans les solutions à mettre en perspective, l'implication de tous les acteurs hommes, femmes, jeunes etc. constitue une dimension importante

⁵ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007b). Impacts, Adaptation and Vulnerability. IPCC.

⁶ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007b). Impacts, Adaptation and Vulnerability. IPCC. déjà cité

⁷ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007a). The Physical Science Basis. PCC.

⁸ Butterbury S. (2001). The African Sahel 25 years after the great drought: assessing progress and moving towards new agendas and approaches. *Global Environmental Change* 11 (2001) 1-8. Pergamon/Elsevier.

⁹ Diagne M., 2000 Vulnérabilité des productions agricoles au changement climatique au Sénégal. Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés- Programme d'Assistance des Pays-Bas sur les Changements Climatiques N.C.C.S.A.P. Ministère de la Jeunesse, de l'Environnement et de l'Hygiène Publique, Sénégal. 36 p.

à prendre en compte. En effet, les réactions des femmes et des hommes face à ces changements environnementaux sont différentes, les impacts étant ressentis différemment. Au delà de l'appartenance sexuelle l'impact des changements climatiques varie selon les régions, l'âge, la classe sociale, le groupe de revenu. L'explication de cet état de fait se trouve dans la différence d'accès des hommes et des femmes aux ressources et aux capacités à faire face aux responsabilités sociales respectives. En effet, les rôles dévolus aux femmes par la tradition empêchent l'accès égal. Il s'y ajoute les opportunités inégales d'adaptation face à une vulnérabilité qui touche autant les hommes que les femmes.

La place de premier rang qu'occupent les femmes dans l'ordre de précarité justifie l'établissement d'une situation de référence sur la question de l'égal accès aux ressources informationnelles, les perceptions des changements climatiques et la documentation des processus d'adaptation suivant les acteurs hommes, femmes, jeunes, groupes socio-professionnels etc. C'est ainsi que cette étude sur "genre, changements climatiques et stratégies d'adaptation" a été menée dans la région de Thiès dans le cadre du projet InfoClim.

Cette étude décrit le caractère différencié des perceptions, des impacts et des stratégies menées selon le genre.

ZONE D'ÉTUDE

La région de Thiès est limitée au Nord par la région de Louga, au Sud par la région de Fatick, à l'Est par celle de Diourbel et Fatick, à l'ouest par la région de Dakar et l'océan atlantique. Elle est découpée en 3 départements, 10 arrondissements et 43 collectivités locales, dont la structuration s'articule autour de la région, de 11 communes et de 31 communautés rurales. Avec une population estimée à 1.300.000 habitants en 2002, la région de Thiès se situe à la deuxième place en terme de volume de population après la région de Dakar.

L'économie agricole présente une évolution en dents de scie, tant du point de vue de la pluviométrie, des superficies emblavées, des intrants, que du matériel agricole.

L'étude a été menée dans les communautés rurales de Fandène, Notto Diobass et Taiba Ndiaye.

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude (source : CSE)



Démarche, méthodologie, principes et outils

Dans cette partie, il est question de montrer les moyens utilisés qui ont aidé à faire l'exploration sur le terrain. L'approche qualitative a été utilisée dans cette étude, elle vise la compréhension en profondeur d'une problématique plutôt que sa seule distribution statistique, en sus de découvrir les réalités du milieu d'étude.

Contact avec les personnes ressources

La première phase était de prendre contact avec les personnes cibles. Il s'agissait des exploitants hommes femmes tout âge confondu. Elle a été menée dans les communautés rurales de : Fandène, Notto Diobass, Taïba Ndiaye. Une rencontre était tenue dans chaque communauté rurale en présence d'un membre du comité local changement climatique initié par le projet INFOCLIM. Ce comité regroupe 7 membres dont une seule femme, qui se réunissent chaque quinzaine pour échanger sur les connaissances et expériences culturelles. Ces personnes ressources ont aidé à avoir des informations sur la perception, la disparité et les stratégies d'adaptation aux

changements climatiques.

L'enquête

Le travail de terrain s'était déroulé dans chaque communauté rurale au mois de Mai 2010 avec une durée d'une semaine correspondant à la période préparatoire des champs et l'attente des premières pluies. Les nombreuses missions de terrain organisées par le projet INFOCLIM a également servi de proximité avec les acteurs ce qui a facilité les enquêtes en réduisant la durée. Un entretien via focus groupe a permis de collecter des informations sur la perception, disparités entre hommes/femmes et les stratégies d'adaptation des acteurs agricoles. Cette méthode qualitative a permis de restituer, d'analyser et d'expliquer les changements climatiques survenus dans la région de Thiès par le biais d'un entretien semi-directif avec les producteurs.

Les outils et techniques utilisés

L'analyse temps et espace dans la discussion a conduit notre choix sur : le profil historique et la carte des ressources.

A - Le profil historique

C'est un moyen permettant de se situer dans le temps. L'enquêté a la possibilité de se référer à un événement, un personnage bien défini avec des dates. Le profil historique a été fait par les personnes âgées, l'objectif étant de ramener les faits pour mieux les contextualiser.

B - La carte des ressources

Elle donne aux enquêtés une certaine autonomie dans la délimitation de l'espace en faisant leur propre limite du village, du champ, du pâturage, des maisons ou quartiers.

C - Le guide d'entretien

Un même guide d'entretien a été administré aux hommes et aux femmes. Nous avons choisi de faire un entretien semi-directif pour mieux faire une vérification, approfondissement et exploration des données. Trois thèmes ont été abordés :

- Perception sur les causes et impacts des changements climatiques dans la communauté rurale de (Fandène, Notto Diobass, Taïba Ndiaye);
- Disparités genre et changements climatiques ;
- Stratégies d'adaptation de genre aux changements climatiques.

Cela permet d'avoir plus de précisions sur les informations recueillies du fait de la possibilité de relance et d'interaction entre enquêté et enquêteur. Il donne des informations en perçant le discours sur les représentations et croyances des personnes enquêtées qui ne pouvait pas être décelé dans un questionnaire. L'avantage que requiert cette technique réside dans la possibilité de comparer les résultats aussi de garantir l'étude de l'ensemble des questions que se pose l'enquêteur.



Focus femmes à Tattène Bambara



Focus hommes Keur Demba Ngoye Diakhaté



Photo 3 : Focus femmes Keur Demba Ngoye Diakhaté

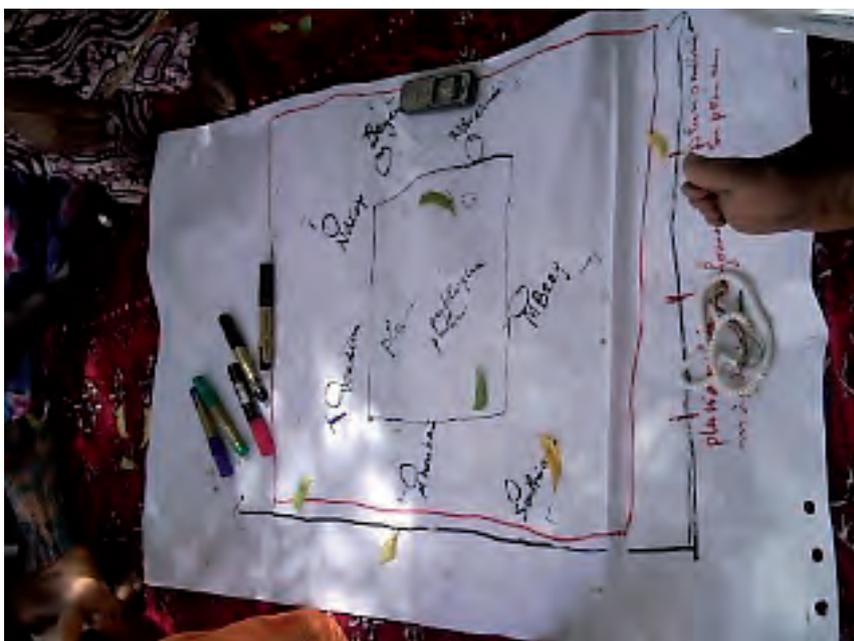


Photo 4 : Focus femmes Keur Demba Ngoye Diakhaté



Photo 5 : Focus hommes Keur Demba Ngoye Diakhaté



Photo 6 : Focus hommes Keur Demba Ngoye Diakhaté

RÉSULTATS

L'observation des risques climatiques par les exploitants dans le secteur agricole des communautés rurales de Fandène, Taïba Ndiaye et Notto Diobass

Pour les populations agricoles, les changements climatiques sont perçus à travers une perturbation dans divers secteurs d'activités. Dans le secteur agricole plus précisément sécheresse, inondation, vents forts, hausse des températures, perturbation de la pluviométrie ont été les phénomènes extrêmes répertoriés. Deux périodes ont eu à marquer les producteurs de cette zone. Une période caractérisée par une présence de bas fonds communément appelé « khour ou piscine » de cuvettes et de vallée (celle de Diobass) avant les années 1970 sous l'ère du président Léopold Sédar Senghor. Une deuxième période caractérisée par des irrégularités climatiques constatées dans les années 70.

La présence de ces points d'eau permettait aux producteurs de développer des secteurs d'activités tels que l'agriculture, l'élevage et la pêche. Le niveau de sécurité alimentaire des ménages était en hausse en sus du renforcement de bénéfiques des producteurs par la vente de produits agricoles. À ce propos un participant A. M (femme du chef de village de Keur Demba Ngoye Diakhaté : CR Fandène, âgée de 54ans, seconde épouse, ménagère) a témoigné que :

Il fut un temps la vallée de Keur Demba Ngoye recelait d'importantes potentialités du fait de son apport dans la disponibilité de stocks vivriers.

Dans la même lancée T.B (habitante de Notto Diobass, âgée de 60 ans, mariée, ménagère) a renforcé en ces termes :

Précisément à Notto Diobass, la présence de la vallée au delà de la sécurité alimentaire diminuait simultanément la corvée des femmes dans l'approvisionnement en eau des ménages et du bétail.

Également, A. M. chargé du volet eau du projet INFOCLIM (habitant : CR Notto Diobass, âgé de 58 ans, monogame, conseiller dans la communauté rurale) a rapporté que :

Auparavant nos femmes faisaient le linge et autres activités près de la vallée et nos femmes étaient très épanoui, il y'avait un bon approvisionnement alimentaire : poisson, riz, fruits et légumes. Depuis

son tarissement dans les années de longue sécheresse, nos femmes sont obligées d'aller en ville comme prestataires de service (lingère ou domestique de maison).

La région n'a pas été épargnée par la sécheresse qui avait touché les pays du Sahel. C'est en ce moment que l'agriculture a diminué de rentabilité. De l'avis de M. N et F. D. S (participantes Touba Peycouk : CR Fandène, âgée de 78 l'une, et 80 ans l'autre, veuves, ménagères) ont rappelé que les perturbations climatiques ont commencé vers les années 1970 (coïncidant avec la période de sécheresse ou maraâl¹⁰).

En effet, la majeure partie des participants aussi bien chez les hommes que chez les femmes ont soutenu que ces événements extrêmes ont appauvris les sols, approfondis les nappes souterraines, asséchés les points d'eau (bas fond, puits, vallée) empêchant la pratique des cultures hors saison. Excepté Taïba Ndiaye qui bénéficie de la rétention d'eau dans les cuvettes de Mboffong, Ndam et carrière en saison des pluies et des rejets d'eau des ICS ; le maraîchage se fait de temps en temps. Un participant A. K. D. (chef de village de Keur Demba Ngoye Diakhaté : CR Fandène, âgé de 85 ans, agriculteur) a témoigné que :

Depuis 1968 les cuvettes ne se remplissent que temporairement.

Il a été observé un assèchement du sol causé par une longue absence de pluies. À cet effet, L'ONG ENDA tiers monde avait financé un projet Mbakhaan (nom d'une cuvette située au nord du village de Fandène Thiathie) qui a appuyé les populations en équipement pour développer le maraîchage. Cependant, des perturbations climatiques et déficit pluviométrique continuaient à persister. Finalement, le tarissement de la cuvette, des puits et autres points d'eau qui s'en ont suivi ont fait cesser toutes activités maraîchères. Un excès de pluie accompagné de vents forts et d'éclairs a été enregistré dans la localité en 2002 provoquant une inondation, des dégâts matériels dont la destruction du pont de Fandène Thiathie et un déterrement des cultures dans les champs. Cette recrudescence des eaux pluviales a provoqué l'effondrement du mûr de Keur Lobé.

Paradoxalement, aux autres années avec un excédent d'eau, en 2009, il y'a eu à nouveau une pluviométrie en dent de scie très déficitaire qui a poussé les exploitants agricoles à cultiver dans les sols de type Dior. Selon les populations la baisse du niveau des eaux, combinée à la hausse des

¹⁰ Période de disette et d'aridification des sols

températures et l'assèchement des sols sont des indicateurs perceptibles de changement climatique. Aussi bien chez les hommes que chez les femmes les perceptions sur les risques climatiques sont similaires selon les personnes que l'on a eu à interroger. A l'exception de certains qui se sont fiés à une volonté divine, comme L.S. (habitant de Taïba Ndiaye, âgé de 63 ans, polygame, imam, agriculteur) a dit que :

*copité diaw ji mbiruum yalla la*¹¹

Notre constat est que les risques climatiques se résument en terme de phénomènes extrêmes. Par conséquent, les exploitants agricoles ont du mal à donner des dates précises d'apparition du fléau climatique et les causes profondes de ces événements. Raison pour laquelle, l'année marquante se réfère à la disparition des points d'eau que ce soit à Fandène, Notto Diobass ou Taïba Ndiaye, les populations abondent dans une même logique. Il est établi une corrélation changements climatiques et absence d'eau (ou disparition de points d'eau). Même si l'absence de pluie est un indicateur de risque, il n'en demeure pas moins le seul d'autres indicateurs sont à tenir en compte.

Genre, changements climatiques et accès aux ressources

A. Vulnérabilité des changements climatiques sur l'environnement des femmes

Selon Stéphane Hallegatte *les impacts sur les sociétés seront très hétérogènes: certains pays ou régions seront touchés plus que d'autres et, à l'intérieur de chaque pays, des catégories sociales ou des régions plus que d'autres*¹². Cette assertion corrobore d'une manière générale que les couches vulnérables seront les plus affectées du fait de leur sensibilité aux événements extrêmes. En référence à la sensibilité, les premiers à être ciblés sont les personnes faibles physiquement matériellement et financièrement. Plus précisément les femmes, les enfants, les handicapés et les vieilles personnes.

Au cours des quarante dernières années leurs difficultés se sont accrues à cause de la longue disette. Le phénomène climatique en plus de réduire la

¹¹ Terme wolof pour exprimer que les changements climatiques proviennent de la volonté divine

¹² Stéphane Hallegatte **économiste et ingénieur à Météo-France**, un des auteurs français du rapport du GIEC 2007 (Groupe 2: conséquences des changements climatiques, analyse de la vulnérabilité des systèmes socio-économiques et adaptation).

production a anéanti les récoltes. Les rendements n'arrivent plus à satisfaire les besoins alimentaires des ménages. Dans ce contexte environnemental bouleversé, des insuffisances nutritionnelles et précarité économique ont impacté sur les conditions de vie des populations en général et des femmes rurales en particulier. Dans le village de Tattène Bambara par exemple beaucoup d'exploitantes ont constaté un appauvrissement des terres, des irrégularités dans la pluviométrie poussant certains exploitants à abandonner certaines cultures vivrières ou à migrer (surtout chez les hommes).

Il est avéré que les femmes ressentent plus les fléaux climatiques dans leur mode de vie quotidienne ; d'autant plus que ce sont elles qui cherchent du bois de chauffe pour subvenir aux besoins alimentaires, mènent des activités culturelles, prennent soin de la santé des enfants etc. À ses charges familiales viennent s'ajouter des moyens de subsistance délicats et le départ des hommes dans les milieux urbains qui les enfoncent profondément dans la pauvreté.

Face à cette situation, le travail des femmes deviennent de plus en plus pénible partagé entre les tâches de reproduction et les autres activités connexes génératrices de revenus. Leurs rôles sociaux les occupant pleinement a réduit considérablement leur temps de travail. Inclue la corvée des travaux champêtres, elles sont affaiblies physiologiquement. Dès lors, l'environnement des femmes est touché par un accès limité aux besoins essentiels. En outre, conditionné par une recherche permanente de meilleurs moyens d'existence pour sécuriser plus ou moins l'approvisionnement alimentaire dans les ménages. D'ailleurs, il est convenu que dans plusieurs pays en voie de développement, les populations dépendaient de l'agriculture dont le rendement et les revenus servaient à nourrir, éduquer et soigner les personnes.

En raison de cette décroissance de production, les catégories sociales qui n'ont pas assez de ressources sont apparemment conçues comme les plus vulnérables. La famine, la mal nutrition, les maladies etc. les guettent. Cependant, une des caractéristiques de la société africaine en général et de la vie en milieu rural en particulier est d'attribuer des rôles spécifiques aux hommes et aux femmes. Les femmes actrices agricoles interrogées ont en grande partie relatée une situation difficile rendue complexe par une persistance de la variabilité climatique et des changements climatiques dans leur localité. Certaines ont révélé qu'elles n'ont rien pu récolter dans la longue période de décadence (sécheresse).

Au delà de la vulnérabilité physique qui se manifeste en termes de dégradation des terres, de perturbations climatiques etc., une vulnérabilité humaine affecte le bien être nutritionnel et sanitaire de plusieurs exploitations familiales démunies. Cette situation induit explicitement des contraintes aux familles et plus particulièrement aux femmes victime de division sexuelle du travail. La charge du travail ménager les occupe durant toute la journée au point de limiter toute autre activité. Il s'agit de problèmes de développement auxquels les femmes sont exposées dans l'ensemble des trois communautés rurales. Dans ce contexte la pauvreté prend de l'ampleur dans les familles ; les tâches de survie ne donnent plus de revenus escomptés. Ceci illustre que la pauvreté peut être source de vulnérabilité même si le contraire n'est pas toujours évident.

Ce constat d'enquête met en évidence le fait que l'environnement des femmes est très vulnérable y compris celui des jeunes, *selon le programme alimentaire mondial, les effets des changements climatiques augmenteront de 24 millions le nombre d'enfants mal nourris d'ici à 2050, l'Afrique subsaharienne devant enregistrer la hausse la plus élevée*¹³. Les rendements agricoles ont fortement régressé, les jeunes vont en exode rural pour supporter une partie des charges de la famille. Les nombreuses corvées domestiques inhérentes au statut social de la femme empêchent certaines à mener des activités agricoles. Les femmes restent toujours les plus vulnérables à la pauvreté qui nuit tout développement et empêche l'atteinte des objectifs du millénaire pour le développement.

B. Vulnérabilité des changements climatiques sur l'environnement des hommes

Même si les changements et variations climatiques n'exercent pas la même vulnérabilité chez les deux sexes, les hommes n'en sont pas moins épargnés. Etant donné que le stress climatique affecte les moyens d'existence et les structures sociales, les hommes ont vu une altération des ressources. L'aridification des champs a rendu leurs activités agricoles encore plus pénibles car nécessitant une très forte main d'œuvre. D'ailleurs, beaucoup d'exploitants ont été découragés par la longue période charnière où cultiver la terre n'était pas chose facile.

¹³ Septième Forum pour le développement de l'Afrique : Agir face aux changements climatiques pour promouvoir un développement durable en Afrique, document de travail n3, 10-15 Octobre 2010.

À partir de ce moment, les chefs de famille restés dans les villages ne parvenaient plus à avoir un bon rendement. Leur rôle de père rattaché au manque de moyens augmente les obstacles de survie. Lors de nos entretiens, les hommes du village de Keur Demba Ngoye âgés de 50 et plus, mariés, les sept polygames et les trois monogames, agriculteurs ont affirmé en ces termes:

Nous éprouvons d'énormes difficultés à cultiver les champs, maintenant les jeunes ne veulent plus rester au village à cause des études et parfois d'autres métiers générateurs de revenus. De ce fait la main d'œuvre n'est pas suffisante et nous sommes devenus vieux et n'avons plus de force pour cultiver des champs de dizaines d'hectares sans équipement et main d'œuvre.

À cet effet, la pauvreté gagne de plus en plus du terrain et les ménages souffrent d'une mauvaise alimentation. Les activités culturelles menées par les hommes conditionnées par la pluviométrie a chuté en quantité. Cette baisse a été notée au moment où les paysans ont commencé à se contenter de l'agriculture sous pluie. En effet, cette agriculture de courte durée très dépendante de la pluie ne permet pas de sécuriser les ménages ruraux. Dès lors les zones rurales se sont appauvries. D'ailleurs, les indicateurs agricoles ont montré une décroissance de toutes les productions, de la production de l'arachide à la production céréalière en passant par celle maraîchère dans certaines localités et l'arboriculture. Un producteur du village de Tattène Bambara, âgé de 60 ans, monogame, agriculteur a rapporté que :

Je n'ai plus le même rendement qu'avant. Le mil, l'arachide, le niébé ne me permettent plus de vivre avec ma famille toute l'année. Le plus grave je ne parviens plus à vendre une grande quantité sinon je risque de finir le grenier. Aussi, l'inscription pour mes enfants à l'école me pose de sérieux problèmes car dépendant du gain de rendement. Concernant les intrants agricoles c'est également une grande difficulté chez beaucoup de producteurs.

Que cela soit à Fandène, Notto Diobass, Taïba Ndiaye les hommes ont subi les effets néfastes du climat dans leurs systèmes de production. Désormais, les agriculteurs ne comptent plus sur la terre pour se nourrir. Ainsi, une vulnérabilité sociale entrave le développement de leur terroir suite aux répercussions sur les ressources naturelles et la productivité agricole. Il faut dire que la raréfaction des ressources censées assurer la survie des populations est sentie par toutes les couches de la population. Avec ces résultats obtenus lors de nos entretiens avec les hommes tout porterait à

croire que les changements climatiques ne se fient pas à un seul sexe. Aussi *l'agriculture sénégalaise est pluviale à plus de 90% des surfaces cultivées, en dehors des zones d'inondation des fleuves et des cuvettes inter dunaires, ce qui lui confère un caractère aléatoire suivant les années de bonne ou mauvaise pluviométrie*¹⁴. Aggravé par une dépendance de l'agriculture à la pluie, le système agricole s'est affaibli dans les communautés rurales. Ce qui expliquerait le choix pour certains de se déplacer vers d'autres endroits suite à la non fertilité des sols, le tarissement des puits et autres points d'eau qui ralentissent les activités agricoles. Cette vulnérabilité a accentué les problèmes sociaux dans les foyers. Cependant, les hommes ne peuvent plus tout assurer au sein des ménages d'où le fameux adage des femmes *défal andar, ma def kok*.

Les stratégies d'adaptation aux changements climatiques

L'accroissement de la vulnérabilité humaine causé par les changements et variations climatiques incite les populations à mettre en œuvre des moyens de lutte. Pour affronter les irrégularités climatiques, la population a adopté des initiatives. Parmi celles-ci : le fonçage des puits, la jachère et la diversification des cultures, le commerce, le travail domestique et la migration.

A. Le fonçage des puits

Dans la région de Thiès l'agriculture est très dépendante de la pluie. D'ailleurs, après la disparition des points d'eau de la vallée du Diobass, la population a cherché un moyen d'accéder à l'eau. C'est ainsi que des céanes et puits ont été creusés pour irriguer les cultures en eau. Cette initiative d'adaptation a permis aux exploitants de continuer leurs activités maraîchères, à redynamiser l'arboriculture fruitière, etc. Les informations reçues ont révélé que dans cette zone, les exploitants agricoles ont creusé des céanes ensuite des puits avec l'aide de certaines ONG, projet ou bonne volonté : ENDA, PREBINOBA (Italie), les américains, les frères de Keur Mousseu.

Dans la communauté rurale de Fandène, les exploitants ont continué à développer les cultures maraîchères avec l'appui de ENDA tiers monde dans leur localité. Ils ont créé une cuvette de rétention des eaux pluviales qui a permis aux hommes et aux femmes de faire des cultures. Ces propos ont été recueillis de P. F. (habitante Fandène Thiatie, âgée de 45 ans, mariée, agricultrice/commerçante) :

¹⁴ Yacine Diagne Gueye, p 11.

j'ai bénéficié de champ dans ce projet, je cultivais le gombo, yomb, oseille etc. C'était un aménagement mixte avec une marre servant d'approvisionnement en eau. La surface de champ est en fonction de la disponibilité en semences et effort physique. Cependant, les hommes détenaient les plus grandes surfaces.

À part ce projet, des céanes et puits ont été utilisés comme moyen d'irriguer les cultures. Les exploitants ont élaboré cette solution pour poursuivre leurs activités au delà de la saison pluviale. Il s'agissait d'une première initiative qui a donné des résultats même si le rendement auparavant était plus consistant. À Notto Diobass, les exploitants ont eu à utiliser les céanes de Dioukhane, Hanene, Mbousnakh Ngoth après disparition des eaux de la vallée. À Taïba Ndiaye également, un projet Italien nommé PREBINOBA à appuyer la population dans le maraîchage et les femmes constituées en GIE « Takku ligey¹⁵ » de Thiallé et « And défar Taïba¹⁶ » y avaient beaucoup bénéficié.

Toutes ces actions étaient menées comme alternatives aux aléas climatiques. Par ailleurs, ces solutions n'étaient que provisoires n'ayant de conséquences positives qu'à court terme.

B. La jachère et la diversification des cultures

En vue de réduire la vulnérabilité des personnes et de leur production agricole aux changements climatiques, les exploitants des différentes zones enquêtées ont mis en pratique des techniques locales en réponse aux phénomènes. C'est dans ce cadre qu'ils ont pratiqué la jachère qui consiste à faire reposer les terres cultivables. L'objectif visé étant d'avoir une productivité plus consistante l'année à venir. Pour les populations interrogées c'était une bonne technique d'autant plus que les terres sont épuisées à force de les cultiver chaque année. De l'avis de M. C. (habitant de Keur Demba Ngoye Diakhaté, âgé de 49 ans, polygame, agriculteur) :

en un moment donné les exploitants avaient senti le besoin de faire reposer les terres pour une année et de cultiver une autre spéculacion l'année à venir. Ceci dans le but de revitaliser le sol en lui donnant une force permettant à la nouvelle spéculacion de bien produire. En faisant une comparaison sur la quantité produite nous avons remarqué une augmentation moyenne.

¹⁵ Terme désignant s'unir pour travailler.

¹⁶ Terme désignant ensemble bâtissons Taïba.

Néanmoins, il était impossible pour un exploitant ayant une taille d'exploitation moyenne de rester une année sans activité. Nonobstant, la courte durée de l'agriculture pluviale, la production n'était pas fameuse. Tous ces facteurs ont fait que l'application de cette technique ne soit pas effective et durable. Face à ces contraintes, les exploitants se sont tournés cette fois-ci vers la diversification des cultures. En effet, la poursuite des cultures traditionnelles (mil, mais sorgho, arachide etc.) a longtemps été une tradition chez plusieurs producteurs. Avec la durée des changements climatiques, ils ont constaté que ces types de production n'étaient plus en adéquation aux temps actuels. Ainsi, des observations ont été portées sur la croissance des semences et leur durée. C'est dans cette optique qu'ils ont identifié des variétés très productives à cycle court et la diversification des cultures comme stratégie sécuritaire d'adaptation aux changements climatiques.

Dans le village de Keur Demba Ngoye Diakhaté, le bissap a été ciblé comme culture très résistante à la chaleur qui a moins d'exigences à l'eau. De plus sa capacité de production recèle des potentialités économiques. Cette culture était réservée aux femmes qui en faisaient un fonds de commerce dans les marchés locaux attractifs (hebdomadaires) des villages environnants puis dans les centres villes à l'occurrence Thiès, Dakar (au croisement Cambérène). Les revenus étaient adjoints aux besoins familiaux et toutes les femmes de ce village ont à l'unanimité avoué les apports positifs de cette culture comme stratégie de survie.

Au regard des bénéficiaires des femmes, les hommes se sont mis à exploiter le bissap. En faisant cette culture sur de vastes étendues, ils ciblent les grands commerçants pour écouler leur production. En ce qui concerne également les hommes, l'arboriculture fruitière (manguier, rônier, anacardier etc.) a été très dominante dans la communauté rurale de Fandène, Notto Diobass et Taiba Ndiaye. Ces arbres fruitiers et forestiers arrivés à une certaine hauteur n'avaient plus besoin de beaucoup d'eau pour croître et produire. Dès lors, des vergers ont ceinturé les villages et la commercialisation des produits se faisait à travers toutes les régions. *La région de Thiès est la seconde région productrice de fruits après celle de la Casamance*¹⁷.

Chez plusieurs exploitants l'arboriculture était une issue de secours aux aléas climatiques. Chez les exploitantes par exemple, il y'a un recours au secteur arboricole de par ses apports économiques et alimentaires. C'est

¹⁷ Situation économique et sociale de la région de THIÈS - Année 2006, p 31.

ainsi que les femmes de Tattène Bambara en ont fait une initiative servant à équilibrer les besoins alimentaires. Elles la pratiquent plus que les autres cultures jugées très aléatoires avec les vagues de changements notées. Selon elles, *l'arboriculture est une stratégie d'adaptation, des arbres comme le manguier, l'eucalyptus, le rônier, l'anacardier sont plantés et aidaient économiquement et alimentaires les ménages. Des pépinières de mangues sont faites en raison de 250 francs par arbuste et 500 francs le plus grand. L'eucalyptus se vend 400 à 500 francs la branche. Si on en possède plusieurs le bénéfice augmente et l'arbre continuera à produire de plus belle.*

Les exploitants ont apporté le même témoignage concernant l'arboriculture ainsi, un guérisseur traditionnel du village aimait à dire : *avoir un manguier est mieux qu'avoir un enfant, car ce dernier peut partir quand il le souhaite. Tandis que l'arbre est fidèle, il demeure toujours là où on le plante* « *mango moo gen doom*¹⁸ ».

Les arbres ont acquis le statut de plante destinée à la subsistance et aux revenus. Au delà des apports alimentaires et financiers le rônier, l'eucalyptus sont utilisés pour la décoration (chaise, fauteuil, lit, banc, ustensiles de cuisine etc.) des maisons et sont exportés vers d'autres régions et pays entre autres. De plus son exploitation crée des métiers dans les villages comme artisans, charpentiers, menuisiers etc. A Fandène par exemple des producteurs se sont lancés dans l'exploitation des arbres pour pallier aux difficultés climatiques parce qu'exigeant moins de conditions en eau ou d'engrais à un certain niveau.

Quoique, avec le réchauffement climatique certaines contraintes se manifestent sur l'arboriculture fruitière. Taïba Ndiaye connaît le plus de cas de non floraison de la mangue de l'avis des populations, cela est en partie lié au rejet de déchets des ICS. A Notto Diobass, une baisse de performance des mangues a été enregistrée depuis 2009. Outre l'arboriculture fruitière et la foresterie, les exploitants ont cherché d'autres méthodes visant à améliorer les cultures pour une disponibilité alimentaire. C'est dans ce sens qu'ils ont identifié des variétés à cycle court permettant de faire coïncider au mieux le cycle de la culture avec la saison des pluies. C'est ce choix qui a conduit les exploitants à pratiquer une technique appelée « gueregn » une stratégie de conservation des semences pour les saisons à venir. A.K. D. (chef de village de Keur Demba Ngoye, âgé de 85 ans, polygame, agriculteurs) a témoigné que :

¹⁸ Avoir un manguier est mieux qu'avoir un enfant

nous restions des années avec nos semences personnelles (provenant des récoltes) si toutes les précautions sont prises bien évidemment. Nous l'avons beaucoup fait surtout avec le niébé à cycle très court tels que : tella nior, teguil sa tank, mellakh¹⁹).

Il est observé une association des cultures dans les exploitations. Dans les champs deux à trois types de cultures peuvent être associés exemple mil, arachide ; ou niébé, mil, manioc. Cette pratique permet de compenser les besoins en eau entre les espèces associées. De surcroît, cette association des cultures sur une même parcelle renseigne sur la typologie du sol, le besoin en eau et l'adaptabilité de chaque semence. Au moment où ces stratégies étaient développées pour améliorer les cultures en réponse aux événements climatiques ; d'autres ont préféré s'investir dans le secteur commercial ou aller migrer vers d'autres régions ou pays.

C. Le commerce, la prestation de services et la migration comme alternative

Toujours dans une perspective d'adaptation, le commerce se substitue à l'agriculture pour certains. Dans certaines localités, il y'a une reconversion des exploitants agricoles en commerçants. Ces derniers ne pouvant plus cultiver les terres du fait de leur forte dégradation ont exploité le secteur du commerce. En effet, les femmes se sentant de plus en plus privées de terre, ont fait du commerce une stratégie de sortie de crise climatique. Suivant leur capacité financière moyenne, elles vendent des tissus, du thé, du sucre, etc qu'elles achètent dans les marchés des autres régions pour les revendre dans les villages. Par contre d'autres femmes vendent des légumes, condiments et autres sur des tables devant les concessions. Elles ont témoigné que depuis que les terres ont perdu de leurs potentialités, elles se sont rabattues à la vente des produits plus que les hommes. N.F. (habitante Thialé : CR Taïba Ndiaye, âgée de 62 ans, mariée, commerçante) nous a raconté que :

j'ai maintenant abandonné la terre qui ne produit plus comme avant pour faire du commerce. Je vais dans les régions pour acheter des produits de consommation et les vendre dans mon village et je m'en sors pas mal et rend grâce à Dieu. Le bénéfice que j'y gagne retourne dans la maison. Je le fais pour venir en aide à mon mari et pour mes enfants.

¹⁹ Variété de niébé à cycle court

Dans toutes les trois communautés rurales à défaut de cultiver les champs, les femmes ont envahi le secteur informel en ayant des activités génératrices de revenus. A.S. (habitante de Tattène Bambara, âgée de 46 ans, seconde épouse, ménagère) a témoigné que :

devant chaque maison du village, une table est installée par une femme pour vendre des aliments, des fruits et légumes entre autres. Cela est dû à la précarité dont les femmes se sont plongées avec la crise alimentaire et climatique. En sus de leur écartement dans l'accès à la terre. A défaut de faire du commerce, elles font des prestations de service surtout chez les jeunes filles du village.

S'agissant des jeunes filles, leurs activités tournaient autour du travail domestique ou de la lessive. À Notto Diobass, il y'a un autobus journalier qui amène les femmes vers le centre ville afin qu'elles y exercent des activités telles que domestiques, lingères, vendeuses etc. Avec les changements survenus, les parents ne peuvent plus octroyer tout le nécessaire à leurs enfants, la priorité étant la survie alimentaire. Alors, les jeunes filles étaient obligées de mener des activités rémunérées pour se prendre en charge scolairement tout en contribuant aux dépenses familiales. À Taïba Ndiaye, les jeunes filles vont vers Tivaoune, Mboro, Thiès pour travailler dans les maisons en qualité de domestique. A.N.(habitante de Thialé, âgée de 54 ans, mariée, ménagère) a témoigné que : *j'ai une jeune fille qui travaille à Mboro comme domestique. Elle me vient en aide ainsi qu'a ses frères et sœurs avec le peu qu'elle gagne par mois.*

Avec la détérioration de l'environnement, les jeunes des communautés rurales ont commencé à être de plus en plus mobiles à la recherche d'activités génératrices de revenu. D'une part, certains exploitants font de la migration saisonnière en quête d'emploi temporaire dans les centres urbains. D'autre part, ils choisissent une migration de longue durée vers les pays de la sous région ou vers d'autres continents. Le premier cas est très récurrent chez les hommes et les femmes. En l'absence de productivité dans les champs, ils sont allés à la recherche de travail pour subvenir à leurs besoins. C'est en ce sens que les ruraux ont sillonné les centres urbains en vue d'améliorer leurs moyens d'existence. Lors de nos entretiens M.S. (habitant de Notto Diobass, âgé de 68ans, polygame, agriculteur) nous a témoigné que :

j'ai deux femmes et chacune d'elle va temporairement à Dakar pour travailler afin de contribuer à la survie du ménage. Si l'une part pour 3 mois l'autre est chargée de garder les enfants à son absence et vice versa. En tant que leur mari cela ne me dérange pas d'autant plus que c'est pour alléger les charges familiales.

Dans la même veine les femmes de Taïba Ndiaye (mariées, mères, ménagères, âgées de 50 ans et plus) nous ont rapporté que :

l'exode peut aller de deux à trois ans ou plus cela dépend des activités menées qui peuvent être de court, moyen ou long terme. L'objectif visé étant de réduire les difficultés des populations. Ces personnes hors du village apportent des soutiens aux familles face à la vulnérabilité sociale des changements climatiques.

En résumé, nous tenons à souligner que dans les stratégies prises par les exploitants de manière générale, il y'a une distinction de sexe qui s'établit. Par exemple le fonçage des puits et la diversification étaient très pratiqués par les hommes plus que les femmes. Ces dernières n'ayant pas de force requise pour creuser des puits encore moins de moyens pour louer des parcelles et accéder aux semences. Ainsi, les stratégies des femmes n'étaient pas efficaces face aux aléas climatiques qui secouaient les systèmes de production. Cette fragilité les à pousser à s'investir vers d'autres secteurs d'activités tels que commerce, le travail de ménage dans les centres villes. À travers ces activités rémunérées, elles ont apporté leur participation dans les dépenses familiales en assurant leurs rôles d'épouse, de mère et de sœur. Il faut souligner que l'exode rural a été une solution chez un bon nombre d'exploitants qui ont choisi d'aller vers les autres régions au lieu de résister contre les fléaux climatiques pour sauver l'agriculture. D'où l'expression « réfugié climatique » a commencé à être employée pour montrer que certains n'ont plus grand espoir à revoir une agriculture de bonne abondance. Ils ont alors déserté les campagnes pour la ville avec de nouveaux métiers.

CONCLUSION

Les résultats de l'étude montrent que le vécu quotidien des populations étudiées est fortement conditionné par les changements climatiques qui se manifestent essentiellement par des initiatives d'adaptation. En effet, malgré la proximité de la région de Thiès avec la capitale Dakar, la région qui abrite le projet est caractérisée par un mode de vie rural et périurbain. Les acteurs hommes et femmes bénéficiaires du projet sont majoritairement impliqués dans les activités agricoles.

Face aux changements climatiques les activités mises en œuvre par les femmes à travers cette étude, prouvent encore toutes leurs capacités de changement invoquées dans les scénarios des études prospectives.²⁰

Globalement l'étude sur « genre, changements climatiques et stratégies d'adaptation a montré que les acteurs hommes et femmes ont des contraintes et des opportunités différentes face aux systèmes de production, des perceptions quasi égales, des initiatives d'adaptation différentes.

²⁰ Sénégal, étude prospective 2025

SESSION

2

**Modélisation climatique,
Érosion côtière et Ressources en eau :
quels produits pour l'adaptation ?**

Projections of climate change over West Africa: a regional climate modeling approach	101
<i>Mouhamadou Bamba Sylla and Filippo Giorgi Amadou Thierno Gaye, Gregory Jenkins</i>	
Le système d'information géographique participatif (SIG-P): un outil pour la gestion des inondations dans la banlieue de Dakar, Sénégal	119
<i>Audrey Maheu</i>	
Information and Knowledge Sharing on Climate Change in the Nile Basin	137
<i>Tesfaye Tafesse</i>	

Projections of climate change over West Africa: a regional climate modeling approach

Mouhamadou Bamba Sylla and Filippo Giorgi¹
Amadou Thierno Gaye²
Gregory Jenkins³

ABSTRACT

Multi-decadal simulations are carried out with RegCM3 for present day (driven by ERA-Interim and ECHAM5) and future climate conditions under moderate increase of greenhouse gas forcing.

For the present day precipitation (mean, frequency and extremes) and circulations features are shown to be realistically simulated. The simulated rainfall variability and the behavior of the related circulation features during the rainy season and during contrasting wet and dry years are consistent between them and are in line with previous studies that used observations and reanalysis. The model performance is assessed being of sufficient quality for application to the study of climate change and variability over the region.

The future scenario simulation produces drier conditions over the Sahel and wetter conditions over orographic areas. Changes in extreme events suggest that the drier conditions over the Sahel are associated with more frequent occurrences of drought periods and less high rainfall intensity events. The Sahel drying is accompanied by a weaker monsoon flow, a southward migration and strengthening of the African Easterly Jet, a weakening of the Tropical Easterly Jet and reduced African Easterly Wave activity. These circulation changes are characteristics of dry periods over the Sahel and are similar to the conditions found in the late 20th century observed drought over

¹ International Centre for Theoretical Physics, Earth System Physics section, Trieste, Italia

² Laboratory for Atmospheric Physics, Simeon Fongang (LPASF), Dakar, Senegal.

³ Howard University Program in Atmospheric Sciences and Department of Physics and Astronomy, Washington D.C., USA.

the region. The projected drought over the Sahel is thus physically consistent with changes in the monsoon circulation.

Keywords: *Regional climate modeling, Projected rainfall, Extreme events, West African Monsoon dynamics, Physical consistency*

RÉSUMÉ

Le model regional RegCM3 ait utilisé cette étude pour élaborer des scénarios de changements climatiques à long-terme pour l'Afrique de l'Ouest. Il a été d'abord évalué pour le climat présent.

Pour le climat présent, les caractéristiques des précipitations (moyennes, fréquences et extrêmes) et de la circulation sont bien représentées dans les simulations. La variabilité intrasaisonnière et interannuelle ainsi leur relation avec les éléments clés de la circulation durant la saison des pluies et durant les années contrastées sèches et humides est cohérente avec des études qui ont été menées en utilisant les observations et les réanalyses. Ce model a donc une bonne performance et peut être utilisé pour l'étude des changements et de la variabilité climatiques en Afrique de l'Ouest.

Le model régional projette des conditions sèches au Sahel et humides dans les zones d'orography. Le changement sur les extrêmes montre que la réduction des précipitations moyennes au Sahel sont associées à des épisodes de sécheresses de plus en plus fréquentes et moins d'évènements pluvieux intenses. La tendance sèche au Sahel est accompagnée d'un faible flux de mousson, d'une migration vers le sud et d'un renforcement du Jet d'Est Africain, d'un affaiblissement du Jet d'Est Tropical et une diminution des activités des ondes d'est. Ces changements sont similaires à ceux observés durant les périodes sèches au Sahel. Les conditions sèches projetées au Sahel sont donc physiquement cohérentes avec la dynamique de la mousson Ouest-Africaine.

Mots clés : *Model de climat régional, Projections, Précipitations extrêmes, Dynamique de la mousson Ouest-Africaine, Cohérence physique.*

INTRODUCTION

Spatial and temporal variability of rainfall over West Africa offers considerable challenges on climate change over the region. This is because of the complexity of regional climates and their associated geographic features. Adding to that complexity are deserts, complex topographical variations, marked gradients of vegetation and land cover that can alter regional climate and weather patterns and the influence of land-sea contrast due to the presence of several large run-off and the surrounding Atlantic Ocean. West African rainfall is highly variable on intraseasonal, interannual and interdecadal timescales. Such variability can result in severe drought and may impact on food security and water resources. This has been the subject of numerous studies that identified various factors that may control the monsoon variability. Among them are the ocean Sea Surface Temperature (Fontaine et al., 1998; Giannini et al., 2003), continental surface conditions (Semazzi and Sun, 1997; Wang and Eltahir, 2000) and atmospheric structures (Jenkins et al., 2005; Nicholson, 2008).

In addition to the present day variability, climate change resulting from anthropogenic emissions of greenhouse gases (GHGs) will likely impact human societies and natural ecosystems over West Africa (IPCC: Christensen et al. 2007). Therefore, understanding the physical mechanisms underlying projections of future change over the region is of critical importance. To date, Atmospheric-Ocean Global Coupled Models (AOGCMs) have been used to simulate and analyze climate change over West Africa (Kamga et al. 2005; Biasutti et al. 2008; Hoerling et al. 2006). However, due to their relatively coarse spatial resolution (order of few hundred km), these models are often not suitable for simulating detailed regional weather and climate patterns (Giorgi and Mearns 1999; Sylla et al. 2009). Regional Climate Models (RCMs) can be used to dynamically downscale AOGCM future scenarios down to scales closer to those required for impact and adaptation studies.

Towards this goal, we examine multi-decadal experiments of late 21st century (2081-2100) changes in West Africa temperature, precipitation and monsoon dynamics under the mid-range IPCC A1B GHG emission scenario (IPCC, 2000) as simulated by a nested RCM. The focus of the analysis is on the consistency of precipitation changes over the Sahel with changes in relevant monsoon circulation features and extremes as simulated by the RegCM3. This assessment provides information necessary to evaluate the applicability of the RegCM modeling system for climate change projections over West Africa.

Data and methods

The Model used in this study is the latest version of the ICTP Regional Climate Model, RegCM3 (Giorgi et al. 1993a; 1993b; Pal et al. 2007). The model domain, calibration and configuration are the same than those used in Sylla et al. (2009), whose selection was based on an analysis of the model performance. The reader is thus referred to Sylla et al. (2009) for a detailed description of the model's characteristics and present-day experiments and to Sylla et al. (2010) for future experiments and details description of methodologies.

As mentioned above, the focus of our analysis is on the consistency of RegCM3 projected precipitation changes over the Sahel with changes in key features of the monsoon circulation and how these changes and interconnections compare with those found during the Sahelian drought of the late 20th century.

Results / Discussion

Present-day simulations

- Mean, Frequency and extreme rainfall

Figures 1a-b show the JJA precipitation climatology (1998-2007) from TRMM and RegCM3 simulation, respectively. TRMM observations show maxima of summer rainfall (more than 14 mm/day) over orographic zones of the Guinea Highlands, extending westward in the ocean, and the Cameroun Mountains. The ICTZ is located in a thin zonal band between 9°N and 14°N. North and South of the rainbelt, rainfall decreases zonally up to 18°N and 2°N.

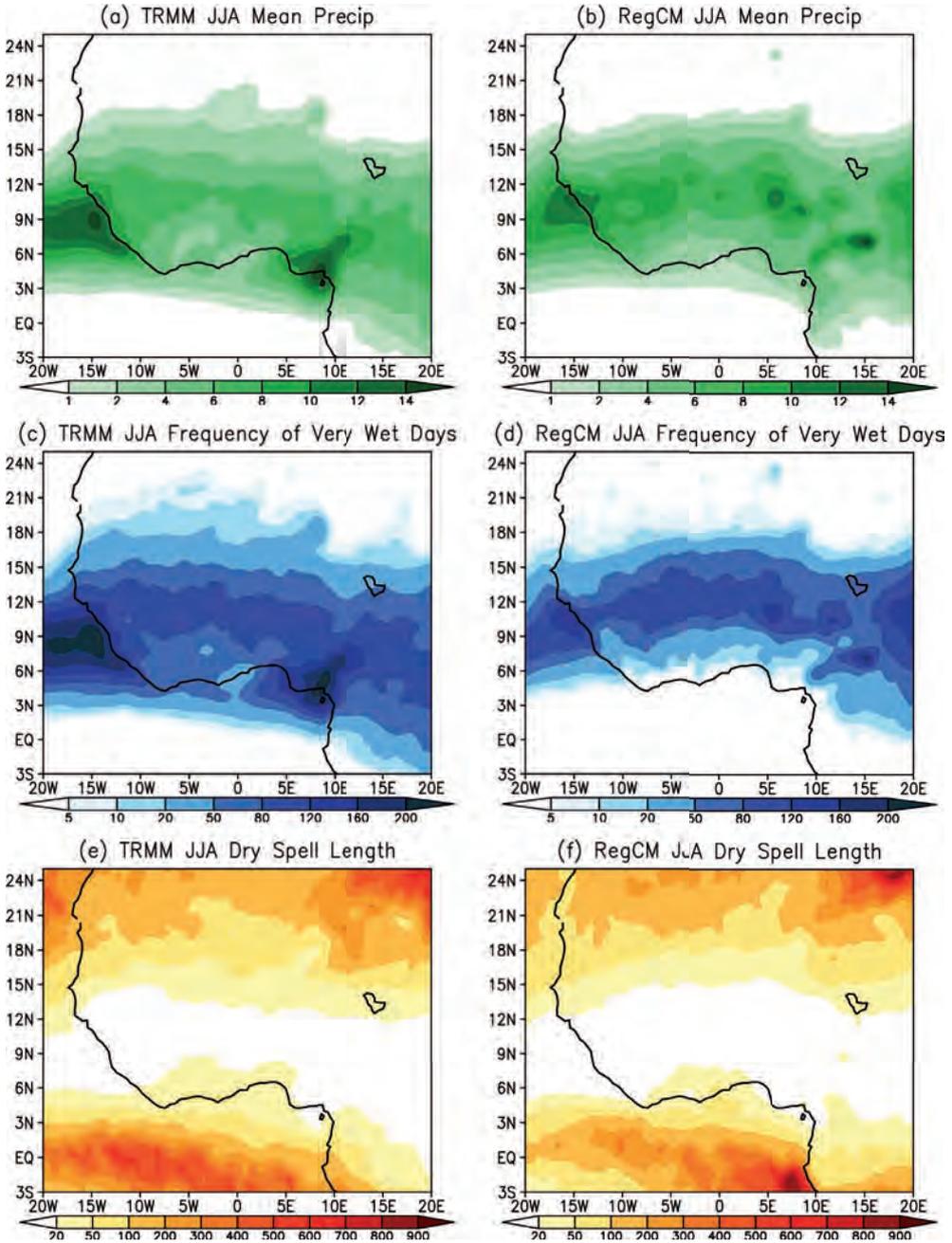
The regional model simulates well the ITCZ both in extent and rainfall amounts. It also shows a number of fine scale features related to local topography in the region along the ITCZ and Jos Plateau which are not present in the TRMM. These are likely due the capability of the regional model to capture localized convection induced by local topography over the highlands. Zonal gradients of rainfall over both sides of the ITCZ are well captured and areas that have little or no precipitation are correctly located, most noticeably over the coastal regions of Ghana and Ivory Coast. In general, the monsoon rainbelt is thicker defined in RegCM3. This might be related the higher resolution of TRMM compared to our simulations. Note that significant uncertainties are present in observed precipitation climatologies

and the RegCM3 precipitation is within the range of these uncertainties. This issue of discrepancies across different observed rainfall climatologies has been discussed extensively by Sylla et al. (2009a). Nevertheless, RegCM3 is doing a good job in simulating mean rainfall over West Africa by capturing the ITCZ, the gradient, the northward and southward extend but also high rainfall intensity around orographic zones.

Although the mean rainfall distribution shows the ability of RegCM3 to reproduce the general pattern over most of West Africa, it does not indicate how good it is to simulate the occurrences of high intensity rainfall events and drought conditions over the region. In fact, precipitation events (intense or less intense) of longer duration may occur during the boreal summer in connection to long-lived mesoscale convective systems, wind convergence and moisture transport. In contrast, due to the North/South oscillation of the ITCZ, a lack of precipitation over longer periods that can lead to drought may also arise over West Africa. Figures 1c-d display the distribution of the number of heavy rainfall days (days with rainfall greater than 20 mm) from TRMM observations and RegCM3 simulations respectively. Observations show a spatial variability of the number of heavy precipitations days similar than the one of the mean. As expected, the maximum number of heavy precipitations days is found along the ITCZ and complex terrains of Guinea highlands and Cameroun. RegCM3 found pretty well their location and additionally show some peaks over the regions where higher mean rainfall was simulated. However, the northward and southward extend is underestimated. This suggest that rainfall events in TRMM over the Sahel and the Gulf of Guinea and more intense.

The dry spell length (maximum number of consecutive days with rainfall smaller than 1 mm) distribution is shown in figure 1e-f for respectively TRMM and RegCM3. From observations, the longest dry spells are situated in the northern Sahel upward and southern Guinea Coast downward while the lowest are located along the ITCZ suggesting that persistent wet conditions occur in that region. The regional model is able to reproduce this spatial distribution but extends slightly the width of zonal band where lowest dry spells are found. This is due to the thicker ITCZ found in the simulations compare to TRMM.

Figure 1: Mean rainfall (upper panels), frequency of very wet days (middle panels) and dry spell length (lower panels) for TRMM observations (left panels) and RegCM3 simulations (right panels) during June-July-August of 1998-2007.



In general, RegCM3 is capable of simulating the spatial distribution of mean rainfall, the frequency of heavy precipitation days and the dry spell length during boreal summer season. Although it tends to show some peaks of rainfall related to local topography along the ITCZ, underestimates slightly the heavy precipitation days and extend a bit the width of the lowest spells, its performance in simulating these extremes is reasonable and is within the range of uncertainties (Sylla et al. 2010b).

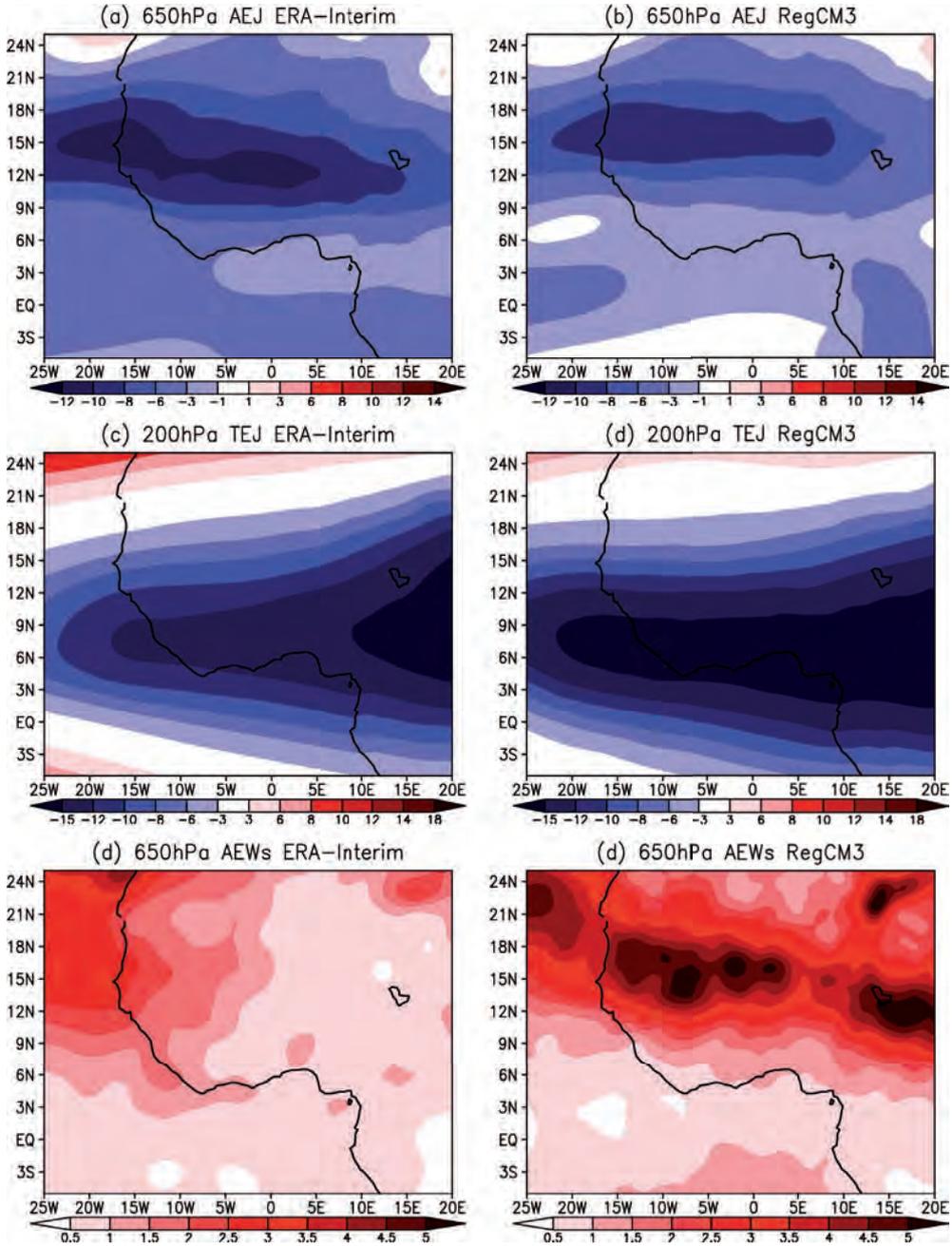
- *Circulation features*

The West African climate consists of many interacting scales and physical processes with the circulation features. One of the most prominent features during the boreal summer season is the African Easterly Jet (AEJ). The AEJ is a region of strong zonal winds, around 10 m/s, extending from East to West Africa that forms as the response to surface baroclinic zone, the reversal of temperature gradient in the mid-troposphere (Burpee 1972) and the existence of strong meridional soil moisture gradients associated to strong positive meridional surface and low levels temperature gradients between the equatorial Africa and the Sahara (Cook 1999). The zonal wind during JJA at 650 hPa is shown in figure 2a-b for both ERA-Interim and RegCM3, respectively. ERA-Interim reanalysis exhibits the core of the AEJ (more than 12 m/s) in a tilted zonal band well centered around 15°N over West Africa, however the easterlies are stretched back to the east. RegCM3 captures the location of this trip but underestimates the jet core of about 2 m/s.

Another circulation feature of the West African summer monsoon climate is the Tropical Easterly Jet (TEJ) located in the upper levels of the troposphere and associated with the upper-level outflow from the Asian monsoon. This is shown in figure 2c-d for respectively ERA-Interim reanalysis and RegCM3 simulation. RegCM3 is able to reproduce the TEJ location and extension but the easterlies are overestimated of about 2 m/s around the Gulf of Guinea.

Other important features of the African boreal summer climate are the westward propagating synoptic-scale waves commonly called African Easterly Waves (AEWs). AEWs arise through combined baroclinic and barotropic instabilities of the mid-tropospheric along the AEJ (Burpee 1972). These waves have been shown to highly modulate rainfall by organizing convection (Diedhiou et al. 1999; Hsieh and Cook 2008). The variance of the 2-10 days bandpass filtered meridional wind at 650 hPa from ERA-Interim reanalysis and RegCM3 simulation is displayed in figure 2e-f. Reanalysis shows maximum

Figure 2: Mean zonal wind at 650 hPa (upper panels), 200hPa (middle panels) and 650hPa 2-10 days bandpass filtered meridional wind (lower panels) for ERA-Interim reanalysis (left panels) and RegCM3 simulations (right panels) during June-July-August of 1998-2007.

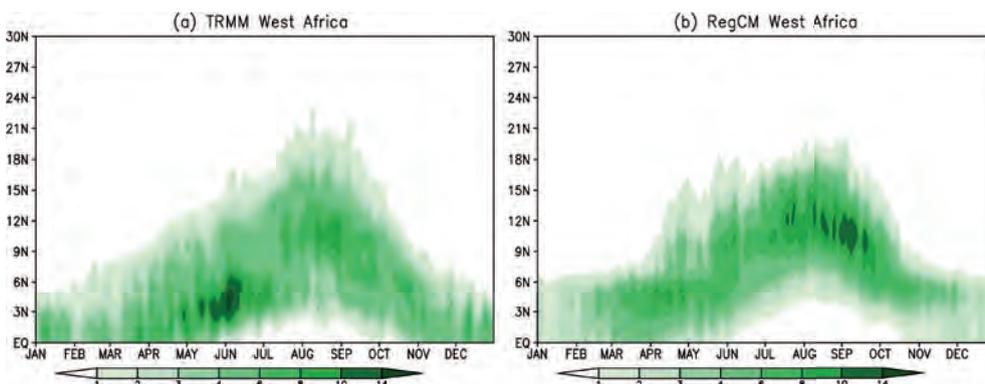


waves activity in the western part of the continent and in the Atlantic Ocean. RegCM3 exhibits highest wave activities in the genesis region and over West Africa consistent with ignition, development and growth of AEWs. This trip which doesn't appear in the reanalysis is simulated along the baroclinic and the barotropic zone found in previously by many authors (among them Berry and Thorncroft 2005; Hsieh and Cook 2008). This suggests that the simulated AEWs activities are consistent with previous studies. Note that this may be the more severe deficiency of the ERA-Interim reanalysis.

- *Intraseasonal Variability: the monsoon jump*

Figure 3a-b show time-latitude diagrams of daily rainfall averaged over the region between 10°E and 10°W for TRMM and RegCM3 respectively. The averages are taken for the period 1998-2007. The West African rainy season exhibits three distinct phases: the installation or onset phase, the high rain period and the southward retreat of the rainband. TRMM observations place the onset period in March-June, characterized by a northward extension of the rainbelt from the coast to about 6°N. An abrupt shift (called "monsoon jump") occurs at the end of June when the rainband core moves rapidly northward to about 9°N-12°N. This is the beginning of the high rain season and the sudden termination of heavy precipitation along the Guinea Coast. Starting from September, TRMM exhibits a gradual southward retreat of the rainfall belt corresponding to the last period of the rainy season. RegCM3 captures well this intraseasonal variability and the different phases of the monsoon evolution. The onset phase from March through June is

Figure 3: Time-latitude diagram of daily rainfall for TRMM observations (left panel) and RegCM3 simulations (right panel) during 1998-2007.



well simulated, although the rain rates are somewhat underestimated. In addition, the regional model shows a quasi-stable location of the ITCZ around 5°N from March to end of May. The monsoon jump in the simulation occurs in the end of May, slightly earlier compared to observations. In agreement with observations, the maximum amounts of rainfall are simulated after the jump in August-September, while during this second phase the Guinea Coast is somewhat drier than in the observed data. This is related to the sharper definition of the monsoon rainbelt in the model. Finally the southward retreat of the rainband core extends from September to November as shown in the observations. It was shown that the somewhat early monsoon jump found in the simulation may result from an overestimation of the temperature gradient during May which has set an early appearance and northward migration of the AEJ which contributed to shift the rainband a bit earlier (Sylla et al. 2009b).

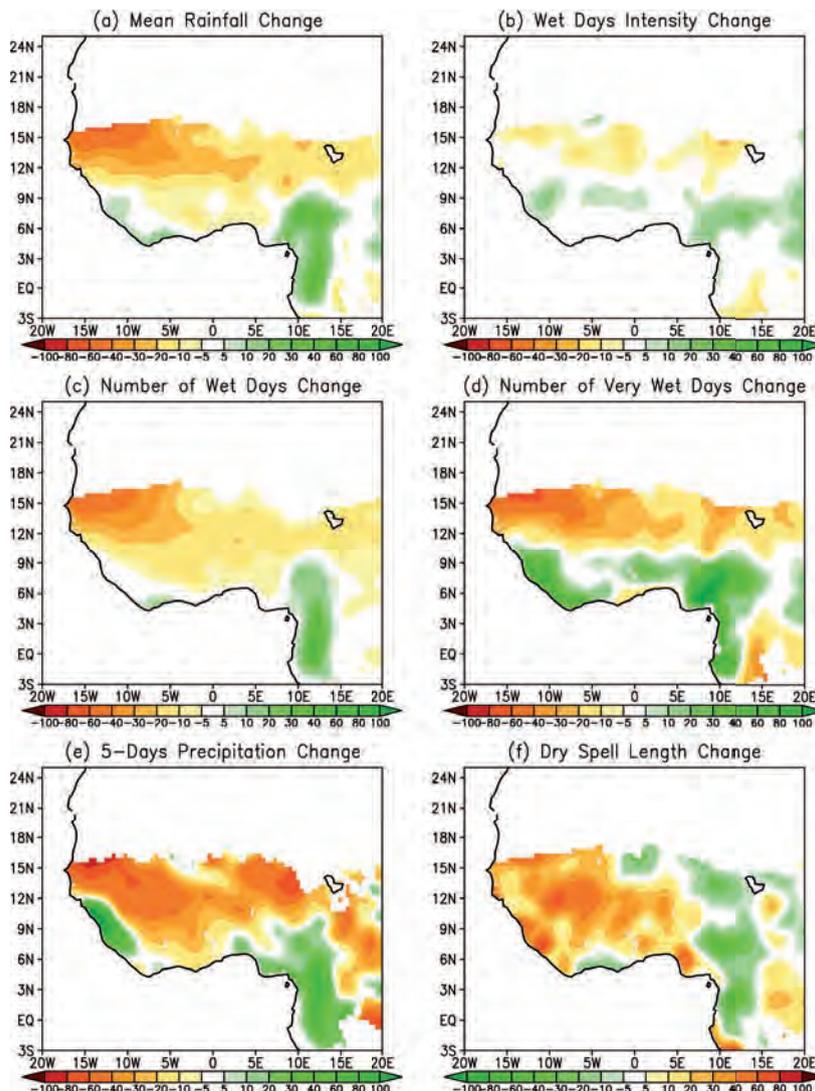
Overall, RegCM3 reproduces well the circulation features. Their evolution of rainfall and related features over West Africa during the summer season at the intraseasonal timescale was also assessed in (Sylla et al. 2009b). The northward displacement of the intense rainfall belt over West Africa during the high rain period is accompanied by the northward migration and the weakening of the AEJ, the northward shift and increase in AEW activity in the mid troposphere, the appearance and the strengthening of the TEJ and the intensification and northward migration of ascent between the AEJ and TEJ cores. We conclude that this model performance is of sufficient quality for application to the study of climate processes, mechanisms and climate change over West Africa.

Climate change projections

Projected rainfall shows significant changes over orographic areas, with an increase of 10% in the Guinea Highlands and up to 30% around the Cameroun Mountains and Jos Plateau (Figure 4b). Outside the orographic regions, RegCM3 indicates drier conditions in the last two decades of the 21st century. The drying is large, over the Sahel, with up to 60% precipitation decrease statistically significant at the 99% of confidence level. Note that rainfall increases are found where the smallest warming is located (not shown), indicating that the increase in surface evaporative cooling and cloud cover tends to locally counterbalance the greenhouse warming. The change of the intensity due to only the wet days is shown in figure 1b. It displays decrease of the intensity over the Sahel (up to 20%) and increase around

orographic areas and central Guinea Coast (up to 20%). In addition, the distribution of the changes in number of wet days and very wet days are also shown in figure 4c-d respectively. They exhibit a similar distribution than the mean change. In fact, decreases of number of wet days and very wet days occur outside orographic zones (up to 60% and 80% respectively) and their increases are projected around orographic zones (up to 40% around Cameroun only and up to 100% around Guinea highlands and Cameroun

Figure 4: Changes (2081-2100 minus 1981-2000) in mean rainfall (a), intensity of rainfall due only to the wet days (b), frequency of wet days (c), frequency of very wet days (d), dry spell length (e) and 5-day precip index (e).



respectively). This suggests that the negative changes of rainfall outside orographic regions originate from the decrease of the number of wet days and their intensities. In contrast, the positive changes in mean rainfall over mountainous regions are mainly due to increase of heavy precipitation days. There is a contrast between orographic zones and flatter terrains suggesting that fine scales processes tend to regulate the signal (Sylla et al. 2010a)

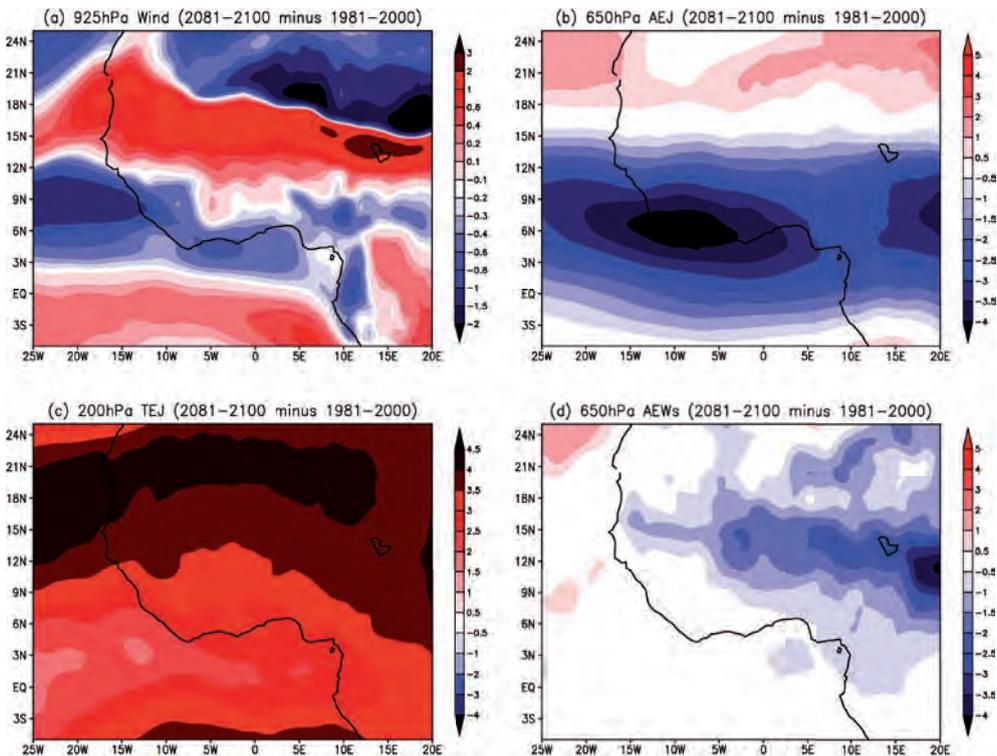
In order to assess the change in drought conditions over the Sahel we use two hydroclimatic variables: the 5-day precipitation (the maximum cumulative intensity for days) and the dry spell length already define above. Their changes are reported in 4e-f respectively. In general, the changes in maximum dry spell length (figures 4e) follow the changes in mean precipitation (figures 4a) suggesting an increase in persistence of drought conditions. Not surprisingly, there is also a decrease in high intensity precipitation (i.e., maximum 5-day precipitation) (figure 4f). Conversely, along the Cameroun mountains and Jos Plateau, where an increase in precipitation is projected, there is a reduction in drought persistence and greater 5-day intensity precipitation, suggesting increased vulnerability to flood in these regions. Over the coasts of the Guinea Highlands, both dry spell length and maximum 5-day precipitation are enhanced while mean precipitation slightly increases. This implies a greater contribution of more frequent extreme precipitation events than maximum dry spell length changes.

The physical consistency of the precipitation reduction over the Sahel is diagnosed by investigating changes (A1B minus Reference) in key components of the monsoon circulation: the monsoon flow, the African Easterly Jet (AEJ), the Tropical Easterly Jet (TEJ) and the African Easterly Waves (AEWs) (Sylla et al. 2010). These features modulate significantly convection and rainfall. During the late 21st century, the simulations show that the low level (925 hPa) horizontal wind field weakens over the west Africa coast and in the Gulf of Guinea (~ -0.5 m/s), it strengthens over the northern Sahel (0.5 to 1.5 m/s), and it weakens again in the Sahara (-0.5 to -2.0 m/s) (figure 5a). This is related to the local temperature increases that may cause variations in temperature gradients throughout the domain. The weakening of the horizontal wind magnitude along the West African coast indicates a reduction of the monsoon fluxes that results in less moisture entering West Africa from the Atlantic Ocean, thereby inhibiting rainfall.

The zonal wind at the level of the AEJ decreases slightly (up to 1 m/s) north of 16°N and increases south of that latitude by up to 4 m/s around 6°N

(figure 5b). This implies a southward displacement and a strengthening of the AEJ during the late 21st century period, which has been observed during 20th century dry periods. Although the frequency and strength of ENSO events could eventually vary from the 20th and 21st century and could affect the position and strength of this jet (Janicot 1997), GHG-induced warming may impact changes of the AEJ by setting a stronger temperature gradient between the Sahara and the Gulf of Guinea (Cook 1999; Thorncroft and Blackburn 1999). At 200 hPa, RegCM3 shows an overall decrease of the zonal wind throughout the domain and, in particular, between the equator and 10°N, the tracking region of the TEJ over West Africa (figure 5c). This indicates a weakening of the TEJ for the late 21st century period, again consistent with 20th century dry periods. Figure 5d presents the difference of the variance of the 2-10 days bandpass filtered 650 hPa meridional wind between the future

Figure 5: Changes (2081-2100 minus 1981-2000) mean wind at 925hPa (a), mean zonal wind at 650hPa (b), mean zonal at 200hPa (c) and 650hPa 2-10 days bandpass filtered meridional wind (d).



and the reference period. The primary source of variance is associated with the passage of AEWs during the summer season. The variance generally decreases between 10°N and 20°N from eastern to western West Africa, more markedly in the central Sahel. This suggests that the AEWs activity in the main tracking region is weakened during the late 21st century. These changes in the circulations are therefore consistent with rainfall projections (Sylla et al. 2010).

CONCLUSION

Overall, we assess that the RegCM3, when driven by high quality lateral boundary conditions, can produce a good simulation of the complex dynamics of the West Africa monsoon and related circulations and the interaction of these dynamics with precipitation throughout the rainy season and during contrasting wet and dry years. We conclude that this model performance is of sufficient quality for application to the study of climate change over West Africa.

High resolution regional climate model experiments performed using that model are analyzed to investigate the issue of climate change over the region. We find that anthropogenic GHG-induced general warming leads to drier conditions over most West Africa, especially over the Sahel. We provide evidences that projected rainfall from RegCM3 is consistent with both changes in the monsoon circulation and in the frequency of the occurrences of droughts and floods over West Africa. This gives insights about an increased vulnerability in the livelihood of inhabitants to both extreme events that might cause significant disturbances for the poor-resource farmers who depend mainly on rain-fed agriculture. Further investigations by creating RegCM3 ensemble using multi-model lateral boundary conditions are going on under the COordinated Regional climate Downscaling Experiment (CORDEX, Giorgi et al. 2009) for the 5th IPCC report.

REFERENCES

- Berry, G. J., and C. Thorncroft, 2005: Case study of an intense African easterly wave. *Mon. Wea. Rev.*, **133**, 752–766.
- Biasutti, M., I.M. Held, A.H. Sobel, and A. Giannini (2008), SST Forcings and Sahel Rainfall Variability in Simulations of the Twentieth and Twenty-First Centuries. *J. Climate*, **21**, 3471–3486.
- Burpee R. 1972. The origin and structure of easterly waves in the lower troposphere of North Africa. *Journal of Atmospheric Science* **29**: 77–90.
- Christensen, J.H. *et al.* (2007), Regional Climate Projections. Chapter 11 of: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 847-940.
- Cook KH. 1999. Generation of the African Easterly Jet and its role in determining West African precipitation. *Journal of Climate* **12**: 1165–1184.
- Diedhiou A, Janicot S, Viltard A, de Felice P, Laurent H. 1999. Easterly wave regimes and associated convection over West Africa and tropical Atlantic: results from NCEP/NCAR and ECMWF reanalyses. *Climate Dynamics* **15**: 795–822.
- Fontaine, B., and S. Janicot (1992), Wind-field coherence and its variations over West Africa, *J. Clim.*, **5**, 512-524.
- Giannini, A., R. Saravanan, and P. Chang (2003), Oceanic forcing of Sahel rainfall on interannual to interdecadal time scales. *Science*, **302**, 1027-1030.
- Giorgi F, Marinucci MR, Bates GT (1993a) Development of a second-generation regional climate model (RegCM2). Part I: boundary-layer and radiative transfer processes. *Mon Wea Rev* **121**(10): 2794 – 2813.
- Giorgi F, Marinucci MR, Bates GT, Canio GD (1993b) Development of a Second-Generation Regional Climate Model (RegCM2). Part II: Convective processes and assimilation of lateral boundary conditions. *Mon Wea Rev* **121**: 2814-2832.

- Giorgi, F., and L. O. Mearns (1999), Introduction to special section: regional climate modelling revisited, *J. Geophys. Res.*, **104**, 6335 – 6352.
- Hoerling, M., J. Hurrell, J. Eischeid, and A. Phillips (2006), Detection and Attribution of Twentieth-Century Northern and Southern African Rainfall Change, *J. Climate*, **19**, 3989–4008.
- Hsieh JS, Cook KH. 2008. On the Instability of the African Easterly Jet and the Generation of African Waves: Reversals of the Potential Vorticity Gradient. *Journal of Atmospheric Science* **65**: 2130–2151.
- Jenkins, G. S., A. T. Gaye, and B. Sylla (2005), Late 20th century attribution of drying trends in the Sahel from the Regional Climate Model (RegCM3), *Geophys. Res. Lett.*, **32**, L22705.
- Kamga AF, Jenkins GS, Gaye AT, Garba A, Sarr A, Adedoyin A (2005) Evaluating the National Center for Atmospheric Research climate system model over West Africa: Present-day and the 21st century A1 scenario. *J Geophys Res* 110: D03106, doi:10.1029/2004JD004689
- Nicholson, S. E. (2008), The intensity, location and structure of the tropical rainbelt over West Africa as factors in interannual variability, *Int. J. Climatol.*, **28**, 1775-1785.
- Pal, J. S., F. Giorgi, X. Bi, N. Elguindi, F. Solomon, X. Gao, R. Francisco, A. Zaakey, J. Winter, M. Ashfaq, F. Syed, J. L. Bell, N. S. Diffanbaugh, J. Kamacharya, A. Konare, D. Martinez, R. P. Da Rocha, L. C. Sloan, A. Steiner (2007), The ICTP RegCM3 and RegCNET: Regional climate modeling for the developing world. *Bull. Amer. Meteorol. Soc* **88**: 1395 – 1409.
- Semazzi H.F.M., and L. Sun, (1997), The role of orography in determining the Sahelian climate. *Int. J. Climatol.*, **17**, 581–596.
- Sylla M.B., A.T. Gaye, J.S. Pal, G.S. Jenkins, and X. Bi (2009), High resolution simulations of West African climate using Regional Climate Model (RegCM3) with different lateral boundary conditions, *Theor. Appl. Climatol.*, DOI 10.1007/s00704-009-0110-4.
- Sylla MB, Coppola E, Mariotti L, Giorgi F, Ruti PM, Dell'Aquila A, Bi X. (2009a). Multiyear simulation of the African climate using a regional climate model (RegCM3) with the high resolution ERA-interim reanalysis. *Climate Dynamics*, doi: 10.1007/s00382-009-0613-9.

- Sylla M.B., A. Dell'Aquila, P.M. Ruti, and F. Giorgi (2009b), Simulation of the Intraseasonal and the Interannual Variability of Rainfall over West Africa with a Regional Climate Model (RegCM3) during the Monsoon Period. *Int. J. Climatol.*, DOI 10.1002/joc.2029.
- Sylla M.B., A.T. Gaye, G.S. Jenkins, J.S. Pal, and Giorgi F. (2010), Consistency of Projected Drought over the Sahel with Changes in the Monsoon Circulation and Extremes in Regional Climate Model Projections. *Journal of Geophysical Research*, DOI: 10.1029 /2009JD012983.
- Sylla MB, AT Gaye and GS Jenkins, (2010a): On the Fine Scale Topography Regulating Climate Change Signal over West Africa in RegCM3 Projection. *Under Review in Climate Dynamics*.
- Sylla MB, L Mariotti, E Coppola and F Giorgi, (2010b): Analysis of daily-scale and extreme seasonal rainfall from Regional Climate Model simulation over continental Africa. *Submitted in International Journal of Climatology*.
- Wang G., and E.A.B Eltahir, (2000), Ecosystem Dynamics and the Sahel Drought. *Geophys. Res. Let.* **27(6)**: 795-798.

Le système d'information géographique participatif (SIG-P) : un outil pour la gestion des inondations dans la banlieue de Dakar, Sénégal

Audrey Maheu¹

RÉSUMÉ

Une urbanisation effrénée, l'impuissance des autorités face à l'étalement urbain et la présence de populations démunies sur les terres marginales ont entraîné l'occupation de zones inondables dans la banlieue de Dakar (Sénégal). Cette recherche s'intéresse à l'utilisation de systèmes d'information géographique participatifs (SIG-P) dans la gestion des inondations. Un SIG-P a été développé afin d'étudier les inondations dans le quartier de Diamalaye, où le retour à un régime de précipitation normal suite à une période de sécheresse prolongée entraîne d'importantes inondations à chaque hivernage. Le SIG-P a été utilisé comme plate-forme d'intégration du savoir local et expert face au phénomène d'inondation. Une analyse dite experte des changements d'utilisation du sol et de l'évolution du bâti a été menée par la chercheuse à l'aide de photographies aériennes. Des ateliers de cartographie ont également été menés avec la population afin de délimiter les zones affectées et comprendre le processus d'occupation des zones inondables. Les dynamiques environnementales et sociales sont présentées ici, avec une emphase sur la construction sociale de la problématique environnementale. Une analyse critique du SIG-P permet de discuter de l'apport des connaissances locales à la gestion des inondations. Face au défi posé par les changements climatiques, cette recherche contribue au

¹ Centre de Recherches pour le Développement International (CRDI), Ottawa, CANADA, amaheu@idrc.ca

développement d'outils assurant une communication efficace au niveau des populations locales.

ABSTRACT

Rapid urbanization in the absence of effective land use planning has led to significant growth in the number of settlements being built on marginal flood prone zones in the suburbs of Dakar, Senegal. This research project investigates the potential of Participatory Geographical Information Systems (PGIS) as a means of reducing the flood risks in such settlements. It employs the PGIS approach to study the Dakar neighborhood of Diamalaye, where after several years of drought, the return of seasonal rains has brought with it significant flooding. This research used PGIS as a mechanism to draw on both local and expert knowledge to develop a more comprehensive understanding of the effects of flooding in this neighborhood. Aerial photographs were used to track land use changes while community level participatory mapping workshops were conducted to delineate flood zones and to develop an understanding of the settlement process in these zones. This paper presents the environmental and social dynamics behind floods, with an emphasis on the social construct of this hazard. A critical analysis of PGIS as a means of integrating local knowledge into flood management is presented. This research contributes to the development of tools that better communicate and manage risk through engaging local populations in the process. In the face of climate change, its application to flooding is particularly relevant.

Le système d'information géographique participatif (SIG-P): un outil pour la gestion des inondations dans la banlieue de Dakar, Sénégal

Cette communication présente un projet de recherche en cours étudiant la dynamique des inondations à Dakar à l'aide d'un SIG-P.

Inondations et urbanisation à Dakar

Les inondations dans la banlieue de Dakar

La gestion des inondations représente un des défis majeurs du continent africain face aux changements climatiques. Une urbanisation effrénée, un étalement urbain hors de contrôle des autorités et des populations démunies contraintes de s'établir dans des terres marginales ont entraîné l'occupation

de zones inondables dans plusieurs grandes métropoles du monde. Dakar n'échappe pas à cette réalité. Ce qui est d'abord apparu comme un événement exceptionnel se pose maintenant comme un problème récurrent avec des conséquences aggravantes chaque année. En 2009, les inondations ont fait plus de 300 000 sinistrés dans la capitale. La question des inondations à Dakar est à l'intersection de deux grandes dynamiques: une dynamique climatique et une dynamique d'urbanisation. Une importante sécheresse a sévi au Sénégal entre les années 1970 et 1990 (Sene, 2002) avec une forte diminution des cumuls pluviométriques (Ali, 2005; Hulme, 2001). Ce déficit pluviométrique a entraîné l'assèchement des niayes, les dépressions interdunaires que l'on retrouve tout le long de la côte entre Dakar et Saint-Louis. Ces bas-fonds se sont asséchés à la surface avec l'abaissement de la nappe phréatique auparavant affleurante. À cette dynamique climatique s'ajoute une crise dans le secteur agricole qui a conduit à un exode rural massif, avec la ville de Dakar comme principale destination (Goldsmith, 2004; Guèye, 2007). Une pénurie d'espace s'est rapidement fait sentir, entraînant l'occupation des bas-fonds nouvellement libérés des eaux. À elle seule, la perturbation climatique n'est donc pas responsable du problème des inondations : l'occupation de ces zones à risque, liée à un processus d'urbanisation échappant au contrôle des autorités, y joue un rôle majeur.

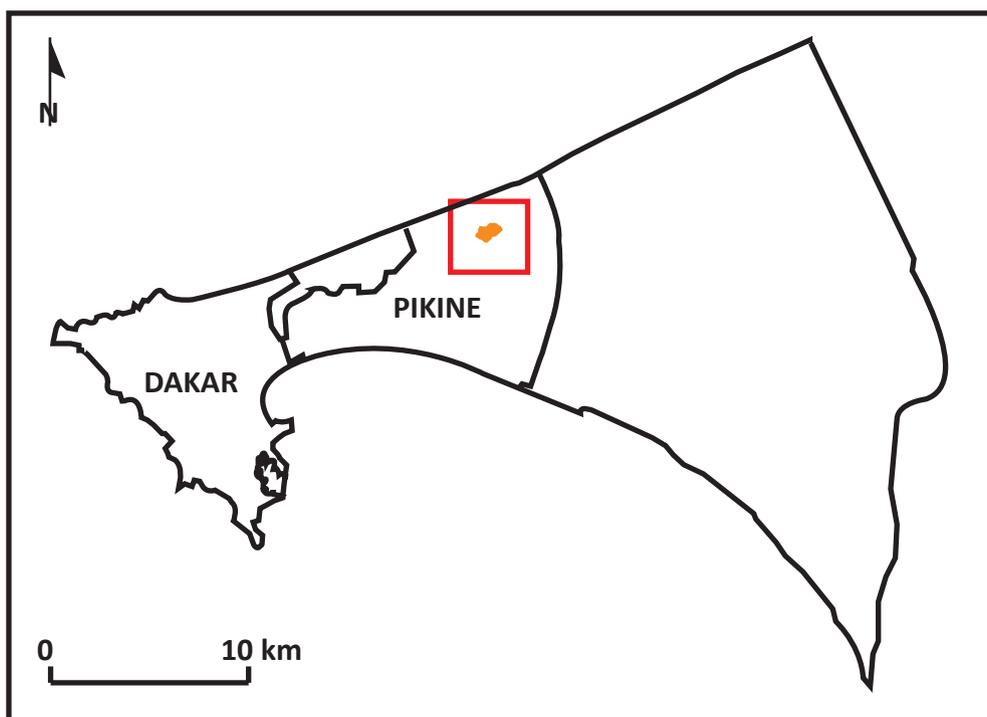
Contrairement à bien des inondations causées par un apport exceptionnel en eau, les inondations à Dakar sont le fruit d'un retour à la normale après une période prolongée de perturbation climatique. Le retour des précipitations au début des années 2000 a permis un rehaussement de la nappe phréatique et, maintenant, même de faibles précipitations entraînent l'inondation des bas-fonds et par le fait même celle des habitations. Ces inondations ne sont pas le fruit d'événement pluviométrique exceptionnel à l'échelle annuelle, quoique l'intensité au niveau horaire ait augmenté (Dacosta, 2010). Ce redressement pluviométrique n'a fait que révéler les déficiences au niveau de l'aménagement urbain (Mbow, 2008). Les banlieues, qui ont absorbé la majeure partie des nouveaux arrivants durant la sécheresse en font maintenant les frais.

La zone d'étude : Diamalaye

Ce projet de recherche prend place dans Diamalaye, un quartier de la commune d'arrondissement de Malika dans la banlieue de Dakar. Ce quartier présente les différentes formes du relief caractéristiques du paysage de la banlieue; on y retrouve à la fois l'environnement les bas-fonds associés aux

niayes et une dune de sable s'élevant en hauteur. Au niveau physique, il s'agit donc d'un microcosme de la banlieue. Le quartier de Diamalaye est un milieu en pleine urbanisation où le milieu bâti exerce une forte pression sur les cuvettes maraîchères avoisinantes. Le quartier a commencé à se développer dans les années 1970 mais la population a explosé dans les années 1990. Une enquête démographique conduite en 2007 montre que seulement 27 % de la population de Diamalaye est native du quartier (Gaye, 2008). De par sa nature péri-urbaine, le quartier Diamalaye rassemble les conditions nécessaires à l'étude des dynamiques environnementales et sociales présentes derrière les inondations et s'inscrivant dans le processus d'urbanisation.

Figure 1: Localisation du quartier de Diamalaye dans le Grand Dakar



Les SIG-Ps, une approche spatiale et sociale originale

SIGs et problèmes environnementaux complexes

Les problèmes environnementaux complexes posent un réel défi quant à la compréhension des processus physiques et humains en interaction. Les géographes et aménagistes ont rapidement saisi le potentiel des systèmes

d'information géographique (SIG) pour l'étude des problèmes d'inondations. Les SIGs agissent à titre d'outil intégrateur permettant de tisser des liens entre différentes variables sur une base spatiale, permettant ainsi une meilleure compréhension de systèmes complexes. Plusieurs études ont été menées sur la dynamique des changements d'utilisation du sol face à une transition urbaine et de son lien avec des problèmes d'inondations (Hara, 2005; Romero, 2004; Zhang, 2008). Celles-ci arrivent à la conclusion que la croissance urbaine incontrôlée est la cause première de changements d'utilisation du sol pernicieux menant aux inondations. Les SIGs modifient l'approche vis-à-vis de l'aménagement du territoire en y amenant une démarche scientifique (Webster, 1994). Par exemple, des analyses multi-critères basées sur différents attributs du paysage (élévation, pente, utilisation du sol, etc.) permettent de déterminer les zones à risque d'inondation (Fernandez, 2010; Yalcin, 2004). À ces études d'ordre physique s'ajoutent des analyses à caractère social où la vulnérabilité des populations est examinée à travers des données socio-économiques (Bizimana, 2010; Chakraborty, 2005). Ainsi, le SIG s'inscrit dans une démarche positiviste en établissant un processus formel de diagnostic et en établissant ensuite des priorités d'intervention.

Bien qu'utilisant il des outils très puissants, autant au niveau du diagnostic qu'à un niveau prescriptif, les SIGs ont montré certaines limites. Premièrement, le SIG est une ressource inestimable dans la compréhension des phénomènes physiques mais reste souvent muet sur les facteurs anthropiques expliquant une modification du paysage (Pelling, 1999). L'analyse d'un problème à travers un SIG reste souvent confinée au domaine technique, se concentrant uniquement sur les processus physiques et mettant de côté la construction sociale des problématiques environnementales, pourtant déterminante dans la compréhension du problème et la recherche de solutions adaptées au contexte social. Aragón-Durand (2007) a démontré l'importance du contexte socio-historique dans la génération du risque face au problème d'inondation dans l'interface péri-urbain de Mexico. De manière similaire, la question de la marginalisation des plus démunis par les autorités municipales est au centre des inondations de 2007 ayant frappé Jakarta (Texier, 2008). Deuxièmement, en plus d'ignorer la dimension sociale des problèmes environnementaux, une telle démarche technocratique renforce une approche « top-down » où la gestion des problèmes environnementaux reste entre les mains d'experts ou de décideurs initiés. La population affectée n'a pas accès à la riche source d'information sur le territoire générée à travers le SIG, ce qui perpétue un cycle de désengagement des populations. De nombreuses villes apprennent

à leurs dépens qu'un aménagement urbain contrôlé uniquement par des « experts » a ses limites. Le processus de localisation de nouveaux sites d'enfouissement sanitaire en est un exemple flagrant en Amérique du Nord: bien qu'une localisation optimale par rapport à de nombreux critères environnementaux et sociaux ait été identifiée, le processus échoue régulièrement face à l'opposition publique (Hodge, 1991). Le SIG est un outil puissant pour la compréhension d'un problème environnemental, mais reste limité dans la recherche de solutions, particulièrement au niveau de leur acceptation par les différents acteurs. Un réel défi se pose donc dans la recherche d'outils qui, tout en gardant la force de l'approche spatiale permettent aussi d'intégrer le savoir local pour compléter la démarche technique et d'amener l'émergence d'acteurs-décideurs.

Le développement de nouveaux outils : le SIG-P et la participation

Les deux critiques énoncées ci-haut font écho au mouvement « GIS and Society » émergeant à la fin des années 1990 et questionnant divers aspects sociaux et techniques par rapport à l'utilisation des SIGs. En réponse à ces critiques d'ordre théorique et épistémologique, de nouvelles méthodologies ont émergé parmi lesquelles figure le SIG participatif (SIG-P). Le terme de SIG-P a été utilisé de manière large à travers la littérature et il est difficile d'en poser une définition stricte. Le SIG-P se définit généralement par opposition au SIG traditionnel, opposition se traduisant à deux niveaux: 1) le type d'information alimentant le SIG et 2) la source de cette information. L'analyse par SIG-P se fonde sur une information de type narratif laissant place à un savoir expérientiel. Bien qu'étant de nature plus floue, cette information donne accès aux perceptions et savoirs locaux liés à une problématique territoriale. Quant à la source de cette information, le SIG-P inclut nécessairement une forme de participation de la part des acteurs, ce qui différencie nettement des SIGs de type système-expert.

Les bénéfices de la participation dans le SIG-P peuvent être interprétés à travers les deux conceptions différentes (et parfois conflictuelles) de la participation. Dans un premier temps, la participation représente une source d'information (Harris, 2002; Koti, 2006; Sliuzas, 2003). Dans ces projets, l'objectif central du SIG-P demeure la production de connaissances et les bénéfices de la participation résident dans une meilleure compréhension d'une problématique donnée en ayant accès à de nouvelles sources (e.g. savoir expérientiel ou savoir local) et formes (e.g. qualitative) d'information. Dans un deuxième temps, la participation peut être l'objectif final du SIG-P.

Par exemple, l'objectif du SIG-P peut être d'accroître l'implication citoyenne (Al-Kodmany, 2000), d'éduquer ou d'instaurer un canal de communication (Mills, 2008), ou d'avoir un objectif plus large d'« empowerment » (Bauer, 2009; Stonich, 2002). Le dénominateur commun à ces projets est que le SIG lui-même demeure accessoire à un changement social plus large.

Dans ce cadre, la nature de la participation demeure cependant un élément controversé. En réaction aux approches participatives de type « participatory rural appraisal » des années 1980, elle a été repensée en tant que processus transformateur, l'objectif ultime étant une pleine citoyenneté (Hickey, 2004). Selon cette vision, la participation s'intègre à un processus politique plus vaste, ne se limitant pas aux initiatives locales (Williams, 2004). La définition de Hickey (2004) a elle-même ses limites, les moyens de réalisation de ce projet n'étant pas clairs. Le mouvement « Community-integrated GIS » (CiGIS) a notamment émergé en soulignant les limites d'une « surparticipation » (Weiner, 1999). Le travail de Kyem (2001) au Ghana a montré que la dévolution subite de responsabilités vers des communautés qui ne sont pas prêtes pour celles-ci peut avoir des effets dévastateurs sur le processus d'« empowerment ».

Le choix des formes de participation doit se faire en fonction du contexte. Ainsi, la définition de participation adoptée dans cette recherche ne se base pas sur un niveau de participation hiérarchisé, mais inclut tous les acteurs concernés, susceptibles d'amener de l'information ou possédant le pouvoir d'influencer une décision ou un programme par rapport à la problématique d'intérêt (Schlossberg, 2005).

Objectifs et méthodologie de la recherche

Cette discussion sur le SIG-P et la participation donne une vue d'ensemble sur le potentiel de complémentarité du SIG-P face au SIG traditionnel dans une optique de gestion des inondations. Les objectifs de cette communication sont de 1) présenter des résultats préliminaires sur les dynamiques environnementales et sociales à l'œuvre derrière les inondations et 2) évaluer l'apport du SIG-P au projet en tant qu'outil de recherche et méthode participative.

Dans la même optique que les études CiGIS (Koti, 2006; Koti, 2010; Weiner, 1999), différentes méthodes mariant les approches experte et participative ont été utilisées dans l'étude du phénomène des inondations dans le quartier de Diamalaye. Tout d'abord, une analyse du territoire

dite « experte » a été effectuée. Les changements d'utilisation du sol ont été répertoriés à partir d'une classification manuelle de photographies aériennes de 1954 (1:50 000), 1979 (1:60 000) et 1997 (1:20 000) obtenues à la Direction des travaux géographiques et cartographiques (DTGC) ainsi que d'une image SPOT 2009. Le relief du territoire a aussi été cartographié grâce à des relevés topographiques collectés par l'Université Laval dans un projet en cours (Université Laval, en cours). Ensuite, une analyse dite « participative » a été conduite, au cours d'un séjour de trois mois dans la commune de Malika, durant lequel la chercheuse a pu se familiariser avec le quotidien du quartier. L'analyse participative a pris principalement la forme d'ateliers de cartographie rassemblant quatre à cinq personnes. Trois ateliers ont été menés, chacun avec un groupe cible différent : les jeunes femmes, les jeunes hommes et les maraîchers. Lors de ces ateliers, les participants sont amenés à cartographier le processus d'inondation. Plus qu'un exercice de délimitation, les participants sont aussi amenés à discuter de l'impact des inondations sur leurs activités et des stratégies d'adaptation mises en place. Un quatrième atelier a été mené avec les anciens du quartier afin de retracer l'histoire de ce dernier et le processus d'occupation du territoire. Des entrevues avec cinq informateurs-clés, des observations de type ethnographique ainsi que des marches dans le quartier ont aussi permis de recueillir de l'information. Toutes ces données étant spatialisées, elles ont pu être intégrées au SIG. Certaines limites se posent à l'endroit de la méthodologie, notamment au niveau de la langue. En effet, la question de perceptions et savoir local fut d'autant plus difficile à aborder étant donné que la chercheuse ne parlant pas la langue locale (wolof) a dû faire appel à une interprète dans le cadre de son travail.

Les dynamiques environnementales et sociales

Les inondations surviennent pour la première fois en 2009 dans le quartier de Diamalaye. Il s'agit d'une arrivée tardive comparativement au reste de la banlieue : même en 2005, alors que l'ensemble des banlieues fut durement touché par les inondations, Diamalaye fut épargné. Les inondations de 2009 ont fait une vingtaine de sinistrés dans Diamalaye et la plupart d'entre eux ont été contraints de quitter leur maison pendant une grande partie de l'hivernage étant donné que celle-ci était envahie par les eaux. Les inondations ont complètement modifié le paysage du quartier et les eaux se sont établies de manière permanente dans le quartier, là où un terrain de football était auparavant situé.

De l'agriculture au bâti

L'analyse des photographies aériennes montre que l'urbanisation de la dépression est assez récente. Les figures 2 et 3 montrent l'évolution de l'utilisation du sol dans le quartier. Jusqu'en 1979, l'activité humaine se limitait principalement au maraîchage dans les bas-fonds. Avant que le quartier de Diamalaye se développe, les habitants du village de Malika situé à deux kilomètres de Diamalaye cultivaient ces terres. La vocation de maraîchage exploitait la nature humide de cette zone de dépression. L'analyse des photographies aériennes de 1954, avant que la sécheresse ne s'installe, montre également une transposition presque parfaite entre les zones des niayes, historiquement humides et destinées au maraîchage, et les zones inondées. Cette analyse historique permet d'identifier de manière très simple les zones à risque d'inondation, une information utile pour les zones en pleine urbanisation.

Figure 2: L'utilisation du sol à Diamalaye, 1954-2009

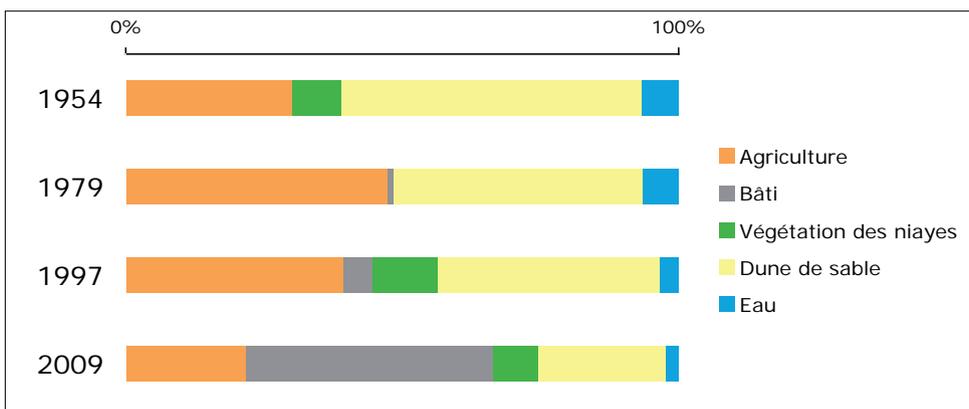
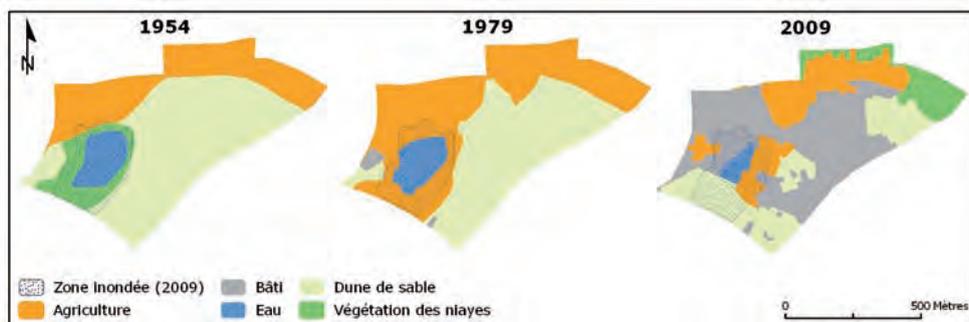


Figure 3: Changements d'utilisation du sol dans le quartier de Diamalaye en relation avec la zone inondable de 2009



Une méconnaissance territoriale

Le quartier s'est tout d'abord développé en hauteur sur la dune avec un premier noyau d'habitations apparaissant en 1997. La population du quartier a ensuite explosé entre 1997 et 2009 et les habitations ont alors gagné la dépression. Cette transition dans l'occupation du sol n'a pas été suivie d'un transfert au niveau du savoir territorial. Lors des ateliers de cartographie participative, il est ressorti une réelle méconnaissance du risque d'inondation de la part des occupants de la dépression. Les inondations de 2009 ont été une surprise de taille, mais la notion de risque est maintenant assimilée et on s'attend au retour du phénomène en 2010. À l'origine, l'occupation de la zone inondable ne se trouvait donc pas au centre d'une stratégie de gestion du risque par ses occupants, où certains risques ou compromis sont acceptés face à des ressources limitées (Stephens, 1994). L'occupation a plutôt été le fruit d'une méconnaissance territoriale de la part des nouveaux immigrants. D'après les anciens du quartier, les premières familles du quartier (également grands propriétaires fonciers) avaient une réelle connaissance du risque associé aux inondations dans la dépression, elles s'y sont établies alors que la zone était encore humide. Pourquoi ce savoir territorial au cœur de la question des inondations n'a-t-il pas été transmis aux nouveaux arrivants? Les racines du problème sont discutées plus bas, mais nous pouvons d'ores et déjà retenir qu'il y a eu échec des mécanismes traditionnels ou informels de communication du risque au cours du processus d'urbanisation.

Quelle place occupent ces mécanismes traditionnels dans les zones péri-urbaines en plein processus d'urbanisation ? Les lacunes observées peuvent être comblées en instaurant des mécanismes formels de communication du risque, mais cette approche est loin d'être la panacée, étant donné les ressources limitées des autorités locales. Se reposer uniquement sur elles ne permet pas une gestion efficace des problèmes environnementaux (Bourget, 2002; Matsimbe, 2003). Encourager le partage du savoir territorial détenu par les familles natives offre une alternative, ou une autre solution complémentaire. À cet égard, le SIG-P s'avère un outil efficace pour la mise en œuvre d'exercice de planification territoriale et de nombreux projets en ont déjà fait usage, (Al-Kodmany, 2000; D'Aquino, 2002; Geertman, 2002). En amenant la population à discuter de l'aménagement du territoire, on permet ainsi la communication et la diffusion du savoir territorial (ainsi que la notion de risque) et une prise en charge du territoire par les populations locales. En plus de se poser à titre de méthodologie de recherche (comme c'est principalement le cas dans ce projet), le SIG-P s'avère aussi un outil

d'intervention efficace, notamment dans une approche de planification de l'urbanisation.

L'accès au savoir dans un contexte plus large de marginalisation

De nombreuses études ont montré que l'accès au savoir est un élément central à la construction de la vulnérabilité des populations pauvres face aux désastres naturels (Blaikie, 1994). Le savoir, notamment le savoir territorial, doit donc être interprété comme un élément de pouvoir et ne pas y avoir accès participe au processus de marginalisation. Les inondations à Diamalaye s'inscrivent dans cette optique, souscrivant à la littérature reconnaissant la communauté en tant qu'unité non-homogène avec une distribution inégale du pouvoir (Agrawal, 1999; Pelling, 1999). Outre l'accès au savoir, d'autres manifestations de cette marginalisation peuvent être observées. Durant les ateliers, les habitants de la dépression ont spontanément fait le lien avec la représentation politique et l'accès aux services. La presque totalité des notables du quartier habite en hauteur sur la dune (zone non inondée) et les gens de la dépression se sentent souvent oubliés au niveau politique. Les participants aux ateliers ont aussi soulevé la question de l'accès à l'électricité: contrairement à la zone de la dune récemment électrifiée, la dépression a recours à diverses méthodes d'appoint. Cette distribution inégale du pouvoir a des implications dans la recherche de solutions face à la problématique des inondations. Les pratiques institutionnelles ou informelles alimentant cette marginalisation devraient être visées afin d'instaurer une meilleure représentation politique au niveau de la dépression. En donnant une voix aux habitants de la dépression, ceux-ci pourront se faire entendre et définir des priorités d'intervention.

Un retour sur la méthode du SIP-P

Comme nous l'avons vu ci-dessus, l'inclusion de la participation dans le SIG-P amène des bénéfices à deux niveaux: 1) l'intégration du savoir et des perceptions locales dans l'analyse d'une problématique environnementale et 2) le potentiel d'« empowerment » au niveau des individus et de la communauté. Un des objectifs de cette recherche est de faire un retour critique sur la méthode du SIG-P contribuant ainsi à la recherche sur les nouveaux outils susceptibles de traiter des problèmes environnementaux complexes.

Le SIG-P en tant qu'outil de recherche

L'analyse participative, à travers des ateliers de cartographie et des entrevues, a permis de situer le problème des inondations dans un contexte plus large de marginalisation et de partage (ou d'absence de partage) des connaissances dans le processus d'urbanisation. L'information générée à travers l'analyse participative est venue compléter l'analyse experte. Le SIG-P a permis d'établir une communication à deux sens entre la chercheuse et la population locale : la chercheuse a acquis une meilleure compréhension des dynamiques sociales se cachant derrière le problème d'inondation, et a favorisé l'engagement des populations locales et une meilleure communication du risque. De manière générale, le SIG-P permet de remettre l'analyse spatiale entre les mains des populations. Par exemple, le lien entre inondation, représentation politique et accès aux services que nous avons mentionné provient d'une analyse spatiale effectuée par la population elle-même. Le SIG-P peut donc ouvrir la phase d'analyse aux populations locales, au lieu que cette analyse soit le seul domaine du chercheur, ce qui enrichit le projet d'une diversité de perspectives.

Au-delà de son apport au niveau de la communication, le SIG-P permet de faire le pont entre savoir expert et savoir local en permettant l'intégration d'information quantitative et qualitative au sein d'une même plate-forme d'analyse. Ces deux types d'information ne sont donc plus analysés de manière séparée puis mis en commun seulement à la fin du processus d'analyse : ils sont plutôt intégrés dès le départ sur une base spatiale dans le SIG-P. Un réel défi demeure néanmoins quant à l'intégration de l'information qualitative au SIG-P (Elwood, 2006; Sieber, 2002). La richesse du croisement entre savoir expert et local et entre données quantitatives et qualitatives justifie que des efforts soient déployés dans cette direction.

Le SIG-P en tant que méthodologie participative

Le SIG-P a un potentiel au niveau de la collectivisation d'un problème environnemental. Les ateliers de cartographie participative permettent la création d'un espace de discussion encourageant ainsi une dynamique de groupe. Ces rencontres permettent aux gens de partager leur expérience, de s'identifier à un groupe vivant les mêmes problèmes et de discuter de solutions de manière collective. Toutefois, la pérennisation de cet espace de discussion reste un défi difficile à relever. Le processus de participation imposé et orienté sur une problématique pointue, dans ce cas la question des

inondations, permet-il réellement une participation et prise en charge à long terme ? À cet égard, D'Aquino (2004) suggère une démarche participative accompagnant une appropriation territoriale avec un débat le plus large possible, laissant le soin à la population de définir elle-même ses priorités d'intervention. Ainsi, la gestion des inondations passerait par une stratégie globale encourageant une gestion concertée et autonome du territoire plutôt qu'à travers des ateliers thématiques ponctuels.

Conclusion

Cette recherche a permis de situer les inondations dans la banlieue de Dakar dans un contexte social plus large mettant l'accent sur l'accès au savoir territorial dans la construction sociale d'un problème au départ environnemental. Une meilleure communication du savoir territorial et la notion de risque qui s'y rattache s'impose dans les milieux en pleine urbanisation afin d'éviter que l'occupation de zones inondables ne se perpétue.

Au niveau méthodologique, cette recherche a montré les forces du SIG-P en tant que plate-forme d'intégration et d'analyse d'une problématique environnementale. Le SIG-P se révèle donc un outil efficace pour établir une communication à double sens entre chercheurs et population locale. Toutefois, il convient de revisiter la forme d'implémentation du SIG-P en tant que méthode participative. Il est ici suggéré d'envisager une approche plus globale de la gestion territoriale, la question des inondations pouvant être soulevée ensuite dans ce nouveau cadre.

RÉFÉRENCES

- Agrawal, A. & Gibson, C. 1999, «Enchantment and Disenchantment: The Role of Community in Natural Resource Conservation», *World Development*, vol. 27, no. 4, pp. 629-649.
- Aguiar, L.A.A. 2002, *Gestion des ressources naturelles et systèmes de production sur le littoral nord du Sénégal*. Presse universitaire Université Cheikh Anta Diop, Dakar.
- Al-Kodmany, K. 2000, «GIS in the Urban Landscape: reconfiguring neighborhood planning and design processes», *Landscape Research*, vol. 1, pp. 5-28.
- Aragon-Durand, F. 2007, «Urbanisation and flood vulnerability in the peri-urban interface of Mexico City», *Disasters*, vol. 31, no. 4, pp. 477-494.
- Arnstein, S. 1969, «A ladder of citizen participation», vol. 35, no. 4, pp.216-224.
- Bauer, K. 2009, «On the politics and the possibilities of participatory mapping and GIS: using spatial technologies to study common property and land use change among pastoralists in Central Tibet», *Cultural Geographies*, vol. 16, pp. 229-252.
- Bizimana, J.P. & Schilling, M. 2010, «Geo-information technology for infrastructural flood risk analysis in unplanned settlements: A case study of informal settlement flood risk in the Nyabugogo flood plain, Kigali City, Rwanda» in *Geospatial techniques in urban hazard and disaster analysis*, eds. P.S. Showalter & Y. Lu, Springer Netherlands, London, pp. 99-124.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., & Wisner, B. 1994. «At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters», Routledge, London.
- Bourget, P.G. 2002, «Collective capacity: Regional information sharing in support of floodplain management», *Water International*, vol. 27, no. 1, pp. 27-37.
- Chakraborty, J., Tobin, G.A. & Montz, B.E. 2005, «Population evacuation: Assessing spatial variability in geophysical risk and social vulnerability to natural hazards», *Natural Hazards Review*, vol. 6, no. 1, pp. 23-33.

- D'Aquino, P. 2004, Pour une expertise participative qui accompagne l'émergence de territoires citoyens du local vers le global, CIRAD.
- Dacosta, H. 2010, "Variabilité des précipitations dans la région de Dakar : du pluriannuel à l'infra-horaire", Conférence Les inondations à Dakar et banlieue : Mieux comprendre les causes pour des solutions durables, Dakar, Senegal, 11-12 juin 2010.
- Elwood, S. 2006, «Critical Issues in Participatory GIS: Deconstructions, Reconstructions, and New Research Directions», *Transactions in GIS*, vol. 10, no. 5, pp. 693-708.
- Fernandez, D.S. & Lutz, M.A. 2010, «Urban flood hazard zoning in Tucuman Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis», *Engineering Geology*, vol. 111, pp. 90-98.
- Gaye, A. 2008, Enquête socio-économique de Diamalaye de 2007: Rapport d'analyse, Institut Africain de Gestion Urbaine.
- Goldsmith, P.D., Gunjal, K. & Ndarishilanye, B. 2004, «Rural-urban migration and agricultural productivity: the case of Senegal», *Agricultural Economics*, vol. 31, pp. 33-45.
- Guèye, C., Fall, A.B. & Tall, S.M. 2007, «Climatic perturbation and urbanization in Senegal», *The Geographical Journal*, vol. 173, no. 1, pp.88-92.
- Hara, Y., Takeuchi, K. & Okubo, S. 2005, «Urbanization linked with past agricultural landuse patterns in the urban fringe of a deltaic Asian mega-city: A case study in Bangkok», *Landscape and Urban Planning*, vol. 73, no. 1, pp. 16-28.
- Harris, T. & Weiner, D. 2002, «Implementing a community-integrated GIS: Perspectives from South African fieldwork» in *Community participation and geographic information systems*, eds. W. Craig, T. Harris & D. Weiner, Taylor & Francis, London, pp. 246-258.
- Hickey, S. & Mohan, G. 2004, «Towards participation as transformation: critical themes and challenges» in *Participation: From tyranny to transformation?*, eds. S. Hickey & G. Mohan, Zed Books, London, pp. 3-24.
- Hodge, G. 1991, *Planning Canadian Communities*, Nelson Canada, Scarborough.

- Hulme, M., Doherty, R., Ngara, T., New, M. & Lister, D. 2001, «African climate change: 1900-2100», *Climatic Resources*, vol. 17, pp.145-168.
- Koti, F. & Weiner, D. 2006, «(Re)Defining Peri-urban Residential Space Using Participatory GIS in Kenya», *Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, vol. 25, no. 8, pp. 1-12.
- Koti, F.T. 2010, «Confronting sociospatial exclusion on the fringe of Africa's cities using participatory GIS: Lessons from Athi River town, Kenya», *Africa Today*, vol. 56, no. 3, pp.63-82.
- Kyem, P.A.K. 2001, «Power, Participation, and Inflexible Institutions: An Examination of the Challenges to Community Empowerment in Participatory GIS Applications», *Cartographica*, vol. 38, no. 3, pp. 5-17.
- Matsimbe, Z. 2003, «The role of local institutions in reducing vulnerability to recurrent natural disasters and in sustainable livelihoods development», *Disaster Mitigation for Sustainable Livelihoods Programme*, University of Cape Town.
- Mbow, C., Diop, A., Diaw, A.T. & Niang, C.I. 2008, «Urban sprawl development and flooding at Yeumbeul suburb (Dakar-Senegal)», *African Journal of Environmental Science and Technology*, vol. 2, no. 4, pp. 75-88.
- Mills, J.W. & Curtis, A. 2008, «Geospatial approaches for disease risk communication in marginalized communities», *Progress in Community Health Partnerships: Research, Education, and Action*, vol. 2, no. 1, pp. 61-72.
- Pelling, M. 1999, «The political ecology of flood hazard in urban Guyana», *Geoforum*, vol. 30, pp. 249-261.
- Romero, H. & Ordenes, F. 2004, «Emerging Urbanization in the Southern Andes: Environmental Impacts of Urban Sprawl in Santiago de Chile on the Andean Piedmont», *Mountain Research and Development*, vol. 24, no. 3, pp. 197-201.
- Schlossberg, M. & Shuford, E. 2005, «Delineating 'Public' and 'Participation' in PPGIS», *Journal of the Urban and Regional Information Systems Association*, vol. 16, no. 15, pp. 26.

- Sene, S. & Ozer, P. 2002, "Évolution pluviométrique et relation inondations-événements pluvieux au Sénégal", Bulletin de la Société géographique de Liège, vol. 42, pp. 27-33.
- Sieber, R.E. 2002, «Rewiring for a GIS/2 », Cartographica, vol. 39, no. 1, pp. 25-39.
- Sluzas, R. 2003, «Opportunities for enhancing communication in settlement upgrading with geographic information technology-based support tools», Habitat International, vol. 27, pp. 613-628.
- Stephens, C., Patnaik, R., & Lewin, S. 1994, «This is my beautiful home. Risk perceptions towards flooding and environment in low income urban communities: a case study in Indore, India», Research report, London School of Hygiene and Tropical Medicine.
- Stonich, S.C. 2002, «Information technologies, PPGIS, and advocacy: Globalization of resistance to industrial shrimp farming» in Community participation and geographic information systems, eds. W. Craig, T. Harris & D. Weiner, Taylor & Francis, London, pp. 259-269.
- Texier, P. 2008, «Floods in Jakarta: when the extreme reveals daily structural constraints and mismanagement», Disaster Prevention and Management, vol. 17, no. 3, pp. 358-372.
- Université Laval. en cours, "Vers une collectivité productive à Malika (Sénégal): une expérience d'aménagement participatif ", École d'architecture, Université Laval.
- Webster, C.J. 1994, «GIS and the scientific inputs to planning. Part 2: prediction and prescription», Environment and Planning B: Planning and Design, vol. 21, no. 2, pp. 145-157.
- Weiner, D. & Harris, T. 1999, Community-Integrated GIS for Land Reform in South Africa.
- Williams, G. 2004, «Towards a repoliticization of participatory development: political capabilities and spaces of empowerment» in Participation: From tyranny to transformation?, eds. S. Hickey & G. Mohan, Zed Books, London, pp. 92-109.

Yalcin, G. & Akyurek, Z. 2004, «Analysing Flood Vulnerable Areas with Multicriteria Evaluation», XXth ISPRS Congress Istanbul, Turkey.

Zhang, H., Ma, W. & Wang, X. 2008, «Rapid urbanization and implications for flood risk management in hinterland of the Pearl River Delta, China: The Foshan Study», *Sensors*, vol. 8, pp. 2223-2239.

Information and Knowledge Sharing on Climate Change in the Nile Basin¹

Tesfaye Tafesse²

ABSTRACT

The mighty Nile River traverses ten countries (Burundi, DRC, Egypt, Eritrea, Ethiopia, Kenya, Rwanda, Sudan, Tanzania and Uganda) that have varied biophysical and socio-economic features, including climate, soils, vegetation, history, culture and politics. Of the varied problems that the co-basin countries face, it is suffice to mention the vagaries of climate change leading to the frequent occurrence of natural shocks, such as floods and droughts. The Nile riparian states that share its water resources do also differ in their degree of exposure to climate change as well as in their capacity to cope.

In order to design climate change mitigation and adaptation strategy to cope with the problem of climate change in the Nile Basin, regional, national and local institutions and actors become indispensable. So far, emphasis has been made on regional institutions, such as the Nile Basin Initiative. The latter has begun to facilitate the gathering and dissemination of regional information and on providing the urgently needed regional connection that can enable the formulation of response strategies at a coordinated and cooperative regional level. Of late, the Nile Basin Sustainability Framework (NBSF) has been established with the intent to provide a conceptual framework through which different basin-wide policies, strategies, guidelines that are needed

¹ Paper to be presented at the International Colloquium on “Adaptation to climate change: strategies for exchange and sharing of information for the benefit of communities” that will be held in Dakar, Senegal, 6-8 July, 2010.

² Associate Professor of Geography and Development Studies, Addis Ababa University, College of Development Studies, P.O. Box 1176, Addis Ababa, Ethiopia; Phone: +251-11-1239721 (off.); +251-911-882375 (cell); Fax: +251-11-1239729; Email: tesfayeidr@yahoo.com

to attain sustainable socio-economic development through the wise use of water resources can be organized, formulated and applied.

The overall aims of the study are two: (a) to depict climate change, its impacts and adaptation in the Nile Basin and (b) to assess the mechanisms by which information and knowledge exchange on climate change in the Nile Basin has been effected to date and how these, in turn, have been used in the implementation of adaptation strategies for climate change. The study appraises the role of regional institution, namely, NBI, in the exchange of information and knowledge on climate change in river basins and proposes the inclusion of local and national institutions for the same purpose. The synergy that comes as a result of the existence of three-tier information sources, viz. local, national and regional, in averting the impacts of climate change on river basins will be underlined in the study.

Keywords: *Nile Basin, El-Niño, livelihood, information sharing, adaptation*

INTRODUCTION

The Nile is the world's longest river that passes through varied climatic regions, traversing ten riparian states. The three tributaries of the Nile that spring from the Ethiopian highlands contribute 86 percent of the volume of water, while the White Nile to the remaining 14 percent. Of the many challenges facing the Nile River Basin, the most dominant ones are related to climate and climate changes. These include, among others, high seasonal variations in river flows, bringing in water shortage; flood risks on the lower flood plains; regular droughts sequences, at times leading to food shortages; loss of vegetation cover; and threats posed on biodiversity and fisheries stock. Climate change could be defined as 'the variation in mean climate conditions on a multi-decadal or long-term scale', whereas adaptation to 'adjustments to systems in response to a sudden or gradual change or stimulus that modify its impacts' (Goulden and Conway, 2008).

Climatic situation in the Nile Basin is highly variable ranging between aridity in the north and wetness in the equatorial lakes region and the Ethiopian highlands. Historical records show extremes of climate with periods of dryness alternated with excess rainfall. Water resources are under pressure

from increasing demand on competing uses. Climate change threatens to put further pressure on water resources due to a possible increase in the already high variability in rainfall and river flows and changes in the geographical distribution of water resources, some areas possibly becoming drier, whilst others wetter. Water users and water resource management institutions at all levels (local, national and regional) have to adapt to climate variability, the changes in demand and the effects of climate change (Goulden et al, 2008).

Climate change in the Nile Basin affects the quantity and quality of water resources as well as water temperature. These, in turn, influence the livelihoods of various communities in the basin, with most communities being forced to adapt different lifestyles and strategies to cope with climate change. Given these circumstances, it becomes indispensable to develop strategies for the exchange and sharing of information and data. Now, more than before, The Nile Basin Initiative (NBI) is attempting to come up with basin-wide response strategy and information sharing to address climate change.

It is against the above-stated backdrop that this study attempts to depict climate change, its impacts and adaptation in the Nile Basin. This will be followed by the assessment of the efforts made by the Nile Secretariat (Nile-SEC) to develop basin-wide response strategy and information sharing to address climate change. The study relied on secondary data and information obtained from literature and Nile-based organizations.

Hydrographic Setting of the Nile

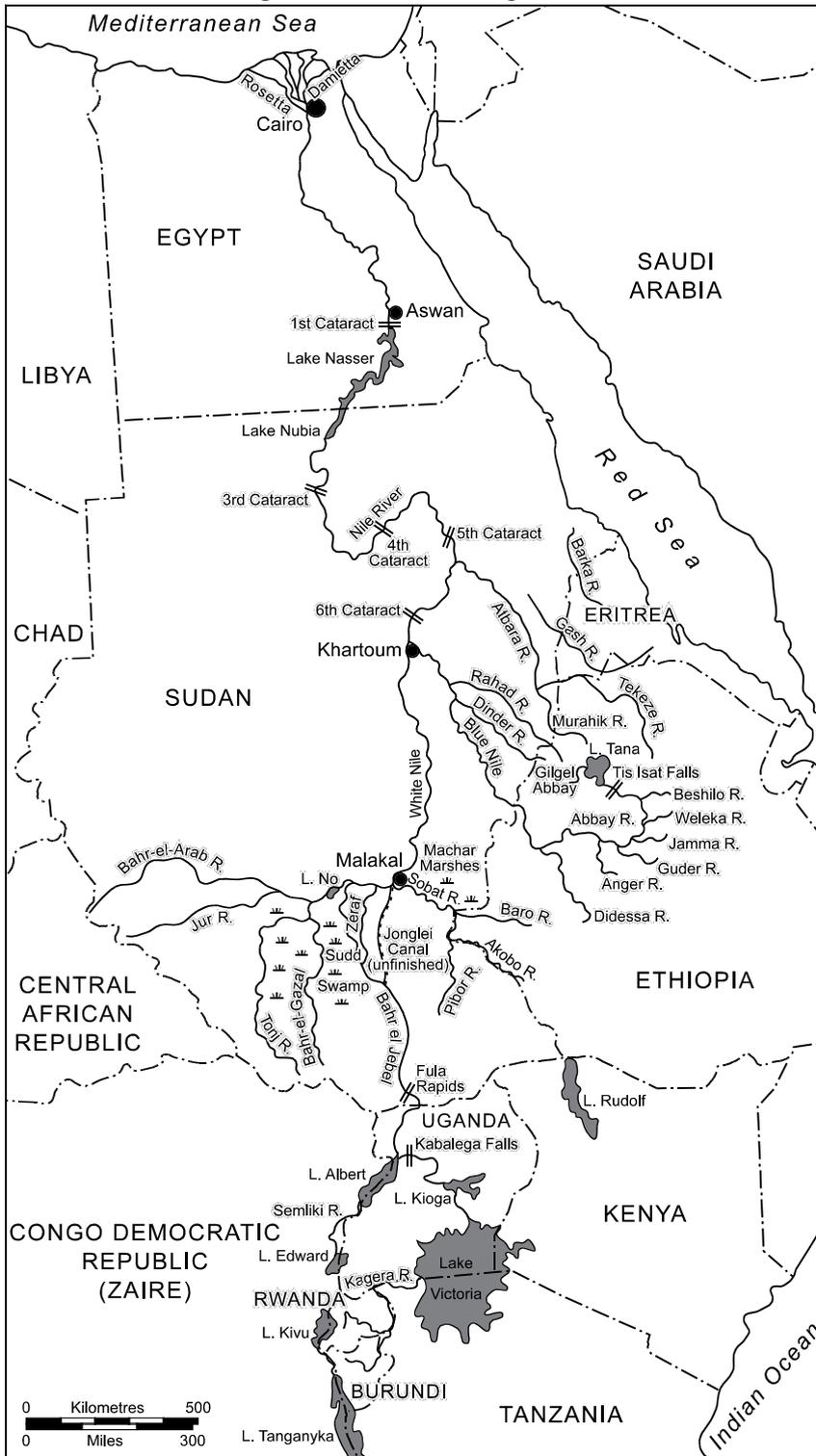
The Nile is the world's longest river, flowing south to north for about 6825 km over 35 degrees of latitude (4°S to 31°N), draining 3.1 million km² catchment area, which is equivalent to one-tenth of the African continent. Generally, the basin represents a large and highly varied hydrological unit and, as enunciated by Collins (1990), the Nile River passes through countries with a variety of climates and natural formations, from mountainous highlands to barren deserts. In the Equatorial Lakes Region, particularly in and around Lake Victoria, the average amount of rainfall is estimated at 1400 mm per year and in the Ethiopian highlands around 1700 mm per year (Zewdie Abate in Howell et al, 1990). On the other hand, when one moves downstream from north of Khartoum towards the Mediterranean Sea, the river flows through semi-arid and arid areas that receive little or no rainfall. The average annual rainfall in Khartoum, Aswan, Cairo and the Mediterranean coast is estimated

at 200, 25, 25 and 200 millimeters respectively. Conversely, the rate of evaporation in these areas and the Equatorial Lakes Region is higher, with, for instance, the northern parts of the Sudan, most parts of Egypt and the Lakes Region having 1000, 2800 and 1400 millimeters per year respectively (Khashef, 1981). On the other extreme, the rate of evaporation is minimal in the Ethiopian highlands, averaging about 600 mm per year.

The Main Nile has two major tributaries, namely, the Blue and White Niles and about six major cataracts. The White Nile's source is the upper catchment of the Luvironza River that is located nearer to Lake Tanganyika in south-central Burundi (refer to Figure 1). It is a tributary of the Kagera River, which, in actual fact, is considered by many writers as the main source of the Nile (Khashef, 1981; Shahin, 1985). The Kagera River empties itself into Lake Victoria, which, in turn, is discharged as the Victoria Nile into Lake Albert after crossing through a series of cascades known as Rippen Falls. Lake Albert receives two-thirds of its total inflow from the Victoria Nile and the remaining one-third mainly from rainfall. The equatorial portion of the Nile's course winds up after the Upper White Nile exits Lake Albert and then moves northwards to the southern part of the Sudan bearing another name tag till Malakal, viz. Bahr-el-Jebel. The Albert Nile carries some 22 billion cubic meters (bcm) of water per annum while flowing towards the southern part of the Sudan. Inside the Sudan, Bahr-el-Jebel is joined by a number of right and left bank torrents including Bahr-el-Arab and Bahr-el-Gazal. None of these affluents are perennial but rather run in full force only after the onset of the rainy period.

Given the fact that most of the aforementioned torrents, particularly the Bahr-el-Gazal, lose much of their water while passing through the extensive Sudd Swamp (about 6000 km² in size) enveloping the southern part of the Sudan, they add no more than 4 billion m³ of water per year to the Nile (Kliot, 1994). All in all, about 60 percent of the water discharge that enters into the Sudd Swamp, which is about 14 billion m³, disappears annually due to seepage and evapo-transpiration. Additionally, the flow contribution of the White Nile tributaries in the Equatorial Lakes Region is reduced by the high volume of evapo-transpiration that takes place within the region. It is stated that Lakes Victoria and Albert alone lose about 3.5 and 2.5 bcm of water per year respectively (ibid).

Figure 1 : The Nile Drainage Basin



The Blue Nile River springs in the Ethiopian highlands from a small stream called Gilgel Abbay, which is found about 100 km to the southwest of Lake Tana (refer to Figure 1). After exiting Lake Tana, the Blue Nile River (known as Abbay in Ethiopia) changes directions from south-east to south then west and lastly north until it reaches its last destination at Khartoum. In its long journey towards the Sudan, the Blue Nile is fed by a multitude of tributaries. Almost all of the tributaries of the Blue Nile rise from the Ethiopian plateaus that have elevations ranging between 2000 and 3000 meters above sea level and rainfall amount ranging between 1400 and 1600 mm per year, on the average. The Blue Nile gushes through deep gorges and steep-sided valleys that at times go as deep as 1200 meters, until it reaches the Ethio-Sudanese boundary to the west (490 meters above sea level). After crossing the Ethio-Sudanese boundary, the river becomes much gentler and collects two more seasonal affluents that originate in Ethiopia, viz. the Dinder and Rahad that together add up to about 10 per cent of the Blue Nile's total annual flow. In the end, the Blue Nile makes a confluence with the south-north bound White Nile at Khartoum to form the Main Nile.

While making its long, gentle and arduous journey towards the Mediterranean Sea, the Main Nile is joined by one last tributary that originates in Ethiopia, viz. the Atbara (Tekezzie), at a place about 320 km north of Khartoum. The remaining course of the Nile - about 3000 kilometers in length - that is leading to its mouth to the Mediterranean Sea is characterized by two aspects: firstly, it is devoid of any more inflow and secondly, it passes through a formidable environment that has an intense heat and little or no precipitation. About 200 km short of reaching its final destination at the Mediterranean Sea, the Nile bifurcates into the Rosetta branch in the west and the Damietta in the east. These two arms of the delta, also called as distributaries, are located in the triangular Egyptian Delta that has a width of about 200 km. They channel the last drops of the Nile to the Mediterranean Sea.

Of the four major tributaries of the Nile drainage system, three of them that originate in Ethiopia viz. the Blue Nile (Abbay), Sobat (Baro-Akobo) and Atbara (Tekezzie), have a mean annual discharge of 59, 14 and 13 bcm of water respectively. These figures, nonetheless, rise to 68, 5 and 22 bcm of water respectively during the flood period. The White Nile or Bahr-el-Jebel River, on the other hand, contributes about 14 bcm of water annually (Collins, 1990; Kliot, 1994). By virtue of the three river systems, Ethiopia contributes 86 per cent of the total volume of water, while

the White Nile the remaining 14 per cent. As indicated above, Ethiopia's contribution to the Nile flow, however, rises to 95 per cent during the *kiremt* (summer big rain) season that stretches between July and September (Tafesse, 2001).

Climate and climate change in the Nile Basin

The Nile Basin's climate range varies between extreme aridity in the north (Egypt and Sudan in particular) to tropical rainforest in Central and East Africa and parts of Ethiopia. On the Ethiopian massif, the key contributor of Nile flows, the *kiremt* or summer rains produce the main June to September spate. This spectacular phenomenon is the combination of three mechanisms: the move of the Inter-Tropical Convergence Zone (ITCZ) (summer monsoon) over the highlands, before retreating again, the tropical "upper easterlies," and local convergence in the Red Sea coastal region. The resulting rainfall is often intense, and causes rapid runoff leading to major soil loss and at times flooding. Changes to the pattern and movement of the ITCZ cause major shifts in rainfall across Ethiopia and neighboring countries, particularly in association with the varied topography in the region. In some years the north-eastern highlands of Ethiopia are particularly badly affected by low and unpredictable rainfall patterns, contributing to severe crop failure and drought, and at times to major famine (Nicol, 2003).

One of the key factors affecting this rainfall variability is the El Niño–Southern Oscillation (ENSO), the occurrence of positive anomalies in sea surface temperatures over the Central and Eastern Pacific Ocean, which can have dramatic global impacts on regional weather systems. In the case of the Nile, studies have shown significant correlation between the ENSO index in May and Ethiopia's *Kiremt* or summer rainfall. Whetton and Rutherford (1994, cited by Conway et al., 1997) showed that Nile floods were significantly lower than average in all El Niño years.

These variable rainfall patterns in recent years have prompted major efforts at better forecasting in the basin. In particular, the successive years of low rainfall during the mid-1980s, with floods in some years barely half a "normal" year, led to a decline in the level of Lake Nasser to such an extent that by the time a major rainfall event occurred in August 1988 the turbines were just short of being turned off. This experience had the dual impact of illustrating how vulnerable Egypt could be to successive low flows in the absence of the High Dam, but also the importance of a more integrated,

basin-wide management regime for Egypt's water security. Successive low-flow years would require more than one massive structure to help achieve greater water security in the future; upstream augmentation of flows in the Ethiopian highlands would also be important.

On the Mediterranean coast mean annual rainfall is some 150 to 200 mm, most of it falling in the winter. The air temperature is strongly affected by the sea climate, making the difference between the warmest and coolest months of the year rather limited. In the Delta and Middle Egypt annual rainfall varies between 100 mm in the very north and almost zero in the south. The summer temperature is higher than that in the zone close to the sea, and the winter temperature cooler. Upper Egypt and the northern Sudan as far as Merowe have practically no rainfall and the diurnal temperature range is huge.

The central Sudan from Merowe to Roseires has an annual rainfall belt from almost zero in the north to between 600 and 800 mm in the south. The rainfall in the south is mostly confined to July and August. The day temperatures during the months of December, January, and February are not unduly hot and the nights are cool. At the same time, the air humidity is low. The southern Sudan has rainfall at any time between February and November, and the annual average ranges from 1,000 to 1,250 mm. The maximum temperature is in March and the minimum in July and August. Humidity is low from January to March, but is high at the peak of the rains.

On the Ethiopian Plateau, annual rainfall varies from 1,400 to 1,750 mm. Since the rainfall in this area equals or slightly exceeds loss by evaporation and evapo-transpiration, the Ethiopian Plateau is probably the only area in the Nile Basin where there is an excess or surplus of water. At the height of the rainy season, rain falls about three days out of four, but its incidence varies with locality, the maximum being reached usually about the beginning of August. The Equatorial Lakes Plateau similarly has a rainfall that depends on altitude and the landscape of the surrounding country. The long-term average annual rainfall on the Lake Plateau (1,200 to 1,400 mm) is about 15 to 20 percent smaller than the annual rainfall in the Ethiopian Plateau.

The climate of the Nile Basin is temporarily as well as spatially variable. Variability in rainfall during the twentieth century has resulted in fluctuations in Nile flows and the levels of lakes in the basin (Goulden et al, 2008). The levels of Lake Victoria and runoff in the Ethiopian highlands are particularly sensitive to variation in rainfall. As stated by the same authors, testimonies

to these include the recent climate extremes with prolonged dry period in the 1970s and 1980s where Blue Nile flows were much reduced and the levels of Lake Nasser reached record low levels and the early 1960s and 1997/1998 where above average rainfall led to sharp rises in the level of Lake Victoria and other lakes in the equatorial region. In addition to changes in mean climate conditions, climate change is expected to cause changes in climate variability, in particular to the frequency and severity of climate events, such as floods and droughts. Surface water resources in the Nile Basin will be impacted by increased evaporation due to higher temperatures and also due to changes in rainfall. Nile flows and levels of the lakes in the basin can also be reduced unless increases in rainfall outweigh the effect of evaporation increases.

Impacts of climate Change and adaptation

The impacts of climate change on water resources are high on the research agenda worldwide (IPCC 2007). Future changes in overall flow magnitude, variability and timing of the main flow events are among the most frequently cited hydrologic issues (Frederick 2002; Wurbs et al. 2005). These changes may have a high impact on transboundary river basins where competition for water comes from stakeholders having different economic, political and social backgrounds while changing runoff variability of upstream countries can affect the downstream countries. A typical example is the Nile River Basin which is sensitive to climatic variations (Conway and Hulme 1996; Yates and Strzepek 1998; Conway 2005). The Blue Nile which constitutes only around 10% of the entire Nile Basin area, however, contributes about 60% of its total mean annual flow measured at the High Aswan Dam. Thus, runoff variability in upstream countries, such as Ethiopia, where most of the Blue Nile flow is generated, is of great importance to the sustainable development of downstream countries. The increasing water demand of upstream countries in the Nile Basin coupled with climate change impacts can affect the availability of water resources for downstream countries and in the basin.

Previous studies which examined the impacts of climate change on water resources in the Nile Basin (Gleick 1991; Conway and Hulme 1993,1996; Strzepek and Yates 1996; Yates and Strzepek 1996,1998a,b; Sene et al. 2001; Conway 2005), have mostly focused on the changes in runoff and their consequences for the economies of downstream countries. However, climate change can affect multiple features of water resources, e.g., quantity and quality, high- and low-flow extremes, timing of events, water temperature, etc. All

these aspects affect livelihoods in the basin but have not received attention in planning for future water allocation and design of water infrastructure yet. As stated by Goulden et al. (2008), periods of high and low rainfall lead to impacts such as drought and food insecurity; and low lake levels impacting on hydropower, domestic water supply and irrigated agriculture.

UNEP (2001) defined adaptation to include all responses to climate change that may be used to reduce vulnerability. The capacity to adapt is closely linked to the status of natural resources and the level of socio-economic development. High reliance on natural resources in developing countries has been noted to account for high levels of vulnerability and low adaptive capacity to climate variability and change (World Bank, 2000). It has also been found that the degree of vulnerability to climate change varies among other factors in terms of geographical location and exposure of population.

The livelihoods of communities in environmentally sensitive areas such as the Nile Basin have evolved under variable climatic conditions and the associated uncertainty in the supply of natural resources (Dube, 1992). The survival of communities in the basin depended to a significant extent on maintaining adaptable lifestyles, marked by multiple livelihood strategies deployed in response to changing environmental conditions. This has been noted for similar natural resource-dependent communities (Burton, 2004; Hulme, 2004; Thomas and Twyman, 2005). The livelihood practices are supported by an indigenous knowledge system that evolved through accumulated experiences of changing environmental conditions and interactions with land use management systems. It is this capacity to withstand climate variations, known as 'coping range' or 'resilience', which until recently served and saved the rural communities from common stresses such as drought.

Information and Data Sharing

The issue of information and data use is central in assessing and responding to the development needs of basin states as well as developing effective and transparent institutions and processes of cooperation. Part of the challenge lies in knowing how and where to develop the basin resources in order to maximize benefits for states through more efficient as well as equitable use of the resource. Much of the data management environment to date has focused on river flows, addressing the problems of water management mentioned earlier.

Data collection on the Nile provided the thread that wove together early attempts at collaborative development. As stated by Nicol (2003), such an attempt on its own falls far short of providing a sound framework for development and of overcoming differences and disputes between states. This partly reflects the concern felt by some states that earlier efforts were little more than a distraction from key water allocation issues.

The history of collecting data on the Nile is thousands of years old, and testament to this is the proliferation of Nilometers along the river, the best-preserved being the Nilometer on Roda Island, Cairo. However, apart from the sharing of data between colonial forces in the nineteenth and early twentieth century, it was not until the 1960s that concerted data sharing was attempted. The Hydro-meteorological survey of the equatorial lakes project, known by its acronym *Hydromet*, was established in 1967 between Egypt, Kenya, Sudan, Tanzania, and Uganda. As the name itself implies it was initially driven by the rising levels of Lake Victoria caused by exceptional rainfall in the early 1960s. Supported by the UNDP and the World Meteorological Program, its objectives included collection and analysis of data for the Lakes Victoria, Kioga, and Albert catchments and a study of the water balance of the Nile. However, regional political difficulties in the 1970s forced the project's premature closure following the withdrawal of Kenya and Tanzania. It ended officially in 1992.

More recently, significant data acquisition models have been developed by, amongst others, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) under the auspices of projects including "Operation Water Resources Management and Information Systems for the Nile Basin Countries," and "Information Systems for Water Resources Planning and Monitoring in the Lake Victoria region." These projects have included significant capacity building elements in Upper Nile countries, related closely to monitoring improved sustainable water resources development.

In the early 1990s, the Technical Cooperation Commission for the Promotion and Development of the Nile, known as TECCONILE, came into being, supported by CIDA, and included elements concerned with strengthening data processing and GIS/Image Analysis Systems and the implementation of basin-wide networking on data sharing. TECCONILE covered nine basin states, with Ethiopia and Kenya acting as observers. Its longer-term objective was to help develop and conserve the Nile waters in an integrated and sustainable manner and to determine the "equitable

entitlement" of each riparian state to use the Nile waters. In the short term the idea was to develop national master plans and to integrate these plans into a wider Nile Basin plan. The original institutional model included the establishment of a Council of Ministers (meeting once a year) and a Technical Committee. While in its own terms the project did not develop to completion, it provided the seed for more concerted efforts at achieving substantial socioeconomic and political cooperation on the Nile.

Of late, the Nile Basin Initiative (NBI) has come up with a Nile Basin Sustainability Framework (NBSF) to realize the shared vision sought by the co-basin countries through sustainable actions based on mutually agreed policies, strategies and guidelines that focus on identified priorities. One of the priorities and key strategic directions is related to climate change mitigation and adaptation. Now, more than before, all the Nile countries are engaged in considerations of what the changing global climate means for each and all of them. All the basin countries have climate change offices of some sort and are planning both mitigation and adaptation measures. The problem is the absence of basin-wide response strategy and information-sharing to address climate changes and climate variations. NBI and its component organizations are making efforts to bring basin-wide research together in an integrated way and, more importantly, to provide the vehicle for connecting the science with policy and strategy development at a basin level.

Outcomes and actions associated with climate change mitigation and adaptation have a focus on gathering and disseminating basin-wide information and on providing the urgently needed regional connection between science and policy makers so as to enable the formulation of response strategies at a coordinated and cooperative regional level. Efforts are now being made to give responsibility to the NBI to focus and facilitate cooperation among Nile Basin states in relation to water-related mitigation and adaptation to climate change. Such a move will assist the basin states to harmonize approaches to address climate change, enhance climate and water resources data collection and processing, identify measures to increase climate change adaptation capacities, and promote information sharing and dissemination on climate change.

CONCLUSIONS

The study has revealed the existence of extreme variability in climate between upstream and downstream countries of the Nile Basin. The former is characterized by the occurrence of high amount of rainfall and wetness, while the latter by aridity and semi-aridity. Data sharing and better forecasting ability within the basin has been necessitated amidst rainfall variability and marked climate change that characterized the Nile basin for almost five decades. The impacts of climate change have vividly been demonstrated in the occurrence of fluctuations in Nile flows and in the rise of the levels of a series of lakes found in the basin. While the mid-60s and late 90s were characterized by the occurrence of huge amount of rainfall, leading to rises in lake levels and flooding, the 1970s and 1980s were alternated with drier periods and much more reduced lake levels.

The increasing water demand by upstream countries in the Nile Basin that has come as a result of burgeoning population and the impacts of climate change affect the livelihood of many communities inhabiting the basin, most particularly those living downstream. These aspects need serious attention by all the stakeholders, chief of which being the institutions at national and regional levels and the communities. In the face of the existing climate change, the communities need to strengthen their adaptable lifestyles, survival strategies and indigenous knowledge in order to cope up.

If the above-stated adaptation mechanisms are coupled with the issue of information and data sharing and exchange, there is a good possibility of mitigating the impacts of climate change on the various communities living in and around the basin. The Nile Basin Sustainability Framework (NBSF) that is adopted by the NBI is geared towards this purpose. It aims at coming up with basin-wide responses strategy and information sharing to address climate change and its impacts on communities. The sharing of climate and water resources data in the basin will help the basin states to harmonize various approaches that are used to address climate change. There is still a long way to go in terms of data sharing and information exchange among Nile Basin states. In order to fill such a gap, it is recommended to build a synergy via three-tiered information sources, namely, local communities in the basin, national water and water-related institutions and regional body such as the NBI and the forthcoming Nile Basin Commission (NBC).

REFERENCES

- Burton, I. 2004. Climate change and the adaptation deficit. Occasional Paper 1.
- Adaptation and Impacts Research Group (AIRG), Meteorological Service of Canada, Environment Canada. Toronto, Ontario.
- Collins, Robert, O. 1990. *The Waters of the Nile: Hydropolitics and the Jonglei Canal: 1900-1988*. Oxford: Clarendon Press.
- Conway, D, et al. 1997. Exploring the Potential for dendro-climatic analysis in northern Ethiopia. Paper presented at the Fifth Nile 2002 Conference, February, Addis Ababa. FAO. 1995.
- Conway, D. 2005. From headwater tributaries to international river: Observing and adapting to climate variability and change in the Nile Basin. *Global Environmental Change* 15: pp. 99-114.
- Conway, D.; Hulme, M. 1993. Recent fluctuations in precipitation and runoff over the Nile subbasins and their impact on Main Nile discharge. *Climatic Change* 25: pp. 127-151.
- Conway, D.; Hulme, M. 1996. The impacts of climate variability and future climate change in the Nile basin on water resources in Egypt. *Water Resources Development* 12(3): pp. 277-296.
- Dube, O. P. 1992. Notes on ecology and society in southern Africa. In *African education and identity*, edited by I. Abiola. London: Hans Zell Publishers, pp. 358–368.
- Frederick, K. D. 2002. Introduction. In: *Water resources and climate change*, Frederick, K. D. (ed.) Northampton MA: Edward Elgar Publishing.
- Gleick, P. H. 1991. The vulnerability of runoff in the Nile basin to climatic changes. *Environmental Professional* 13: 66-73.
- Goulden, M. and D. Conway. 2008. Cooperation and Adaptation to Climate Change in the River Nile Basin. Paper presented at the Nile Basin Discourse Forum, Khartoum, Sudan.
- Hulme, M. 2004. A change in the weather? Coming to terms with climate change. Chapter 12. In Harris, Frances (ed). *Global Environmental Change Issues*. John Wiley and Sons. pp. 21-44.

- IPCC. 2007. Climate change. 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution
- Khashef, Abdel-Aziz. 1981. The Nile – One River and Nine Countries. *Journal of Hydrology*, 53, pp. 53-71.
- Kim, U. et al. 2008. *Climate Change Impacts on Hydrology and water Resources of the Upper Blue Nile River Basin, Ethiopia*. Colombo: International water Management Institute (IWMI), Research Report 126.
- Kliot, Nurit. 1994. *Water Resources and Conflict in the Middle East*. London: Routledge.
- Nicol, A. 2003. *The Nile: Moving Beyond Cooperation*. London: Overseas Development Institute (ODI).
- NBI Transboundar Environmental Action Project (TEA Project). May 2001. *Nile River Basin: Transboundary Environmental Analysis*. Entebbe: Nile Basin Secretariat .
- NBI. 2009. Nile Basin Sustainability Framework (NBSF). A Concept Note.
- Sene, K. J.; Tate, E. L.; Farquharson, F. A. K. 2001. Sensitivity studies of the impacts of climate change on White Nile flows. *Climatic Change* 50: pp. 177-208.
- Shahin, Mamdouth. 1985. *Hydrology of the Nile Basin*. Amsterdam: Elsevier.
- Strzepek, K. M.; Yates, D. N. 1996. Economic and social adaptation to climate change impacts on water resources: a case study of Egypt. *Water Resources Development* 12: pp. 229-244.
- Tafesse, Tesfaye. 2001. *The Nile Question: Hydropolitics, Legal wrangling, Modus vivendi and Perspectives*. Muenster/Hamburg/London: Lit Verlag.
- Thomas, D. S. G., and C. Twyman. 2005. Equity and justice in climate change adaptation amongst natural-resource-dependent societies. *Global Environ. Change* 15: pp. 115–124.
- United Nations Environment Programme (UNEP). 2001. Vulnerability indices: climate change impacts and adaptation. UNEP Policy Series.
- World Bank. 2000. *Can Africa claim the 21st century?* Washington, DC: World Bank.

Wurbs, R. A.; Muttiah, R. S.; Felden, F. 2005. Incorporation of climate change in water availability modeling. *Journal of Hydrologic Engineering* 10(5): pp. 375-385.

Yates, D. N.; Strzepek, K. M. 1998a. An assessment of integrated climate change impacts on the agricultural economy of Egypt. *Climatic Change* 38: pp. 261–287.

Yates, D. N.; Strzepek, K. M. 1998b. Modeling the Nile Basin under climatic change. *Journal of Hydrologic Engineering* 3(2): pp. 98-108.

Zewdie Abate, (1990b), "The Integrated Development of Nile Rive Basin Waters" in Howell, P.P. et al (eds.). *The Nile: Resource Evaluation, Resource Management, Hydropolitics and Legal Issues*. London: School of Oriental and African Studies, University of London.

SESSION

3

**Quelle information au niveau local
pour l'adaptation au changement climatique ?**

Dissemination of Environmental Conservation Technologies to Mitigate effects of Climate change through Farmers' training and Demonstrations in South West Kenya 155

*Teresa Mwangi, Nelson Kidula
and Ambrose Nzabi*

La pré-alerte agro-météorologique pour réduire la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques : Expériences du PARBCC au Bénin 169

*S. Hounkponou, M. Ahounou,
P. Ahimihoue et G. Nouatin*

Dissemination of Environmental Conservation Technologies to Mitigate effects of Climate change through Farmers' training and Demonstrations in South West Kenya

Teresa Mwangi*, Nelson Kidula**
and Ambrose Nzabi***

ABSTRACT

The catchments and banks of the Kibuon and Tend rivers are bare due to environmental degradation and agricultural activities thus resulting in declining water flows. The data for the period between 1970 and 1989 show a reduction of the rivers base flows and increased incidence of flash flood events in the downstream areas. Flood flows occasioned by incidences of heavy down falls after prolonged droughts are a threat to the hydraulic structures and habitats downstream. The situation has necessitated the implementation of environmental mitigation activities in order to moderate the environment and reduce incidences of flash foods while improving the quality and quantity of water for irrigation and the habitats. The objectives of the activity are: (1) To train farmers in the watershed on land use practices, soil conservation, management and river banks protection. (2) To promote environmental conservation activities through community action plans. (3) To conduct field demonstrations on river banks protection and (4) To plant vegetations for river banks protection. Through consultative process by the relevant stakeholders, sensitization of farmers on the effect of adverse

* Kenya Agricultural Research Institute, P.O. Box 523 - 40200, Kisii, Kenya - E-mail: tjkmwangi@yahoo.com: Telephone: +254722443974: Fax: +2540202333595

** Kenya Agricultural Research Institute, P.O. Box 523 - 40200, Kisii, Kenya - E-mail: lubafu@yahoo.com: Telephone: +254722871039: Fax: +2540202333595

*** Kenya Agricultural Research Institute, P.O. Box 523 - 40200, Kisii, Kenya - E-mail: Kisii_kari@yahoo.com: Telephone: +254733877182: Fax: +2540202333595

weather conditions on irrigation infrastructure and livelihoods was done. The farmers were also sensitized on importance of environmental conservation activities during training workshops and organized group meetings. In the first two years of the project, 5 farmers' training workshops were conducted. A total of 269 farmers including 185 men and 84 women were trained on various aspects of environmental conservation. Three (3) farmers' community action plans on environmental conservation were implemented. Five (5) river protection demonstrations were established in Rachuonyo and Homabay districts of South West Kenya. The environmental conservation work has been extended to the upper and mid catchment areas of the watershed.

Key words: *Farmers, training, environmental conservation, river banks*

INTRODUCTION

This is a collaborative activity between Kenya Agricultural Research Institute (KARI)-Kisii and Kimira-Oluch Smallholder Farm Improvement Project (KOSFIP). This is a Kenya government project that aims at increasing the household income levels and food security and consequently alleviating poverty in Rachuonyo and Homabay districts of Kenya. The core function of KOSFIP is to develop two sustainable and environmentally friendly smallholder irrigation schemes in Kimira and Oluch sites of Rachuonyo and Homabay districts, respectively (KOSFIP 2007a). The Kibuon River will provide irrigation water for Kimira scheme while the Tende River will provide water for Oluch scheme. The two rivers originate from Kisii highlands that are characterised by equatorial climate and receive mean annual rainfall of 1,500 to 2,000 mm [Africa Water Facility (AWF), 2008a]. The total drainage areas of the two river basins are 760 and 780 square kilometres, respectively. A trend of prolonged low flows due to change in climatic conditions would affect the performance of the two irrigation schemes downstream and also pose risks for the down stream habitats.

The banks of the two rivers have been laid bare due to cultivation activities by the farmers, thus exposing the soils to heavy erosion and silting of the rivers ((KOSFIP 2007b). The annual sediment yield (tons/km²) of Kibuon and Tende rivers is 99 and 96, respectively while the total soluble solids (TSS) of the same rivers is 1409 and 916 parts per million (ppm), respectively (AWF, 2008a). In addition, the Kibuon and Tende river catchments are characterised by severe soil and water degradation conditions which have resulted in the

reduction of base water flows, increased flash flood incidents and high silt loads in the river systems (AWF, 2008b; Figure 1). This has necessitated the implementation of environmental mitigation activities in order to conserve the environment, minimize the incidences of flush floods and improve the quality and quantity of water from Kibuon and Tende rivers for irrigation and human consumption while at the same time preventing pollution of Lake Victoria.

Figure 1: Eroded river Kibuon banks and silted water



KARI-Kisii centre is one of the institutions implementing the activities within the “environmental mitigation” theme of KOSFIP. Some of the activities implemented by the centre in collaboration with the Ministry of Agriculture, Irrigation Water Users Association (IWUA) officials and the provincial administration include: Conducting training in soil erosion control and management, field demonstrations on river protection and planting vegetations for river banks protection from soil erosion. KARI-Kisii will continue carrying out environmental conservation activities in Oluch (Homabay) and Kimira (Rachuonyo) irrigation schemes during the six year

period of KOSFIP. The environmental conservation activities will be extended to the upper catchments of Kisii and Nyamira districts under the integrated land and water management in the Kibuon and Tende catchment project expected to start in July 2010. The activities will be diversified to include conservation of existing forest resources and tree planting on the hill tops and also social fencing of the fragile eco-systems to reduce land degradation. The results presented in this paper constitute the progress report of the activities conducted within the first two years of KOSFIP.

OBJECTIVES

1. To train farmers in Kimira and Oluch schemes on soil conservation, management and river banks protection from soil erosion
2. To promote environmental conservation activities through community action plans
3. To conduct field demonstrations on river bank protection
4. To plant vegetations for river bank protection from soil erosion

MATERIALS AND METHODS

Description of the project area

The activities were implemented in Rachuonyo (Kimira site) and Homabay (Oluch site) districts in Nyanza province located between latitudes 0° 20' S and 0° 30' S and longitudes 34° 30' E and 34° 39' E along the shores of lake Victoria (KOSFIP, 2006). The area has sub-humid climate with mean annual rainfall ranging from 740mm to 1,200 mm. The rainfall has a high variability on duration and amount. There are two fairly distinct rainy seasons. The long rains that starts between April and May and the short rains that begins between November and December. The mean annual maximum temperature is 31°C, while the mean annual minimum is 18°C. The soils are generally fertile as they originate from nutrient rich alluvial deposits washed downstream but are susceptible to erosion since the silt content is high in relation to the clay content.

Farmers training workshops

The KARI-Kisii scientists started the activities by organising planning meetings with agricultural extension staff in Rachuonyo and Homabay districts and

a few representatives of the Irrigation Water Users Association (IWUA) officials. A few KOSFIP staff also joined some of the planning meetings. It was through such consultations that farmers' training workshops were organised for Oluch and Kimira schemes. The training workshops were usually conducted over a period of three days. The training programme (timetable), number of farmer trainees and gender consideration of 30% women and youth inclusion as trainees in each scheme was agreed upon by the relevant stakeholders. However, the physical selection and invitation of farmers to be trained in each scheme was done by the relevant IWUA officials. The trainers were mainly KARI-Kisii staff and agricultural extension officers from Homabay and Rachuonyo districts. The topics covered during the training included the following; land use planning and relevance in mitigation of floods, soil fertility management, conservation agriculture, soil conservation, river banks protection, agro-forestry and tree nurseries establishment and management.

Community action plans (CAPs) on environmental conservation

Farmers were guided on how to formulate follow-up community action plans to be undertaken in each of the two schemes after the training. They were introduced to a common format that consisted of the scheduled activities, when and where they were to be conducted and who was to carry out the activities. The format also included the materials needed for every activity. The farmers were then divided into groups. During the year 2007, the farmers were divided into several groups depending on sub-locations they came from. They drew action plans on several different environmental conservation projects depending on problem that affected their area. But in 2009 Kimira scheme farmers with common interest were grouped together. One group was for farmers whose farms were not directly bordering the river banks (upper catchment). The second group consisted of farmers whose farms bordered the river banks. The third group was composed of a youth farmers group. The three groups formulated different action plans depending on their common environmental problem and interest in the case of young farmers group.

The catchment group of farmers made an action plan for conducting agro-forestry demonstration on one farm and planting of trees on individual farms. The river line group of farmers made an action plan for conducting two river banks protection demonstrations in their irrigation blocks. The youth group made an action plan for establishing and managing a tree nursery. The

research team was not able to immediately follow-up the implementation of action plans for the farmers trained in 2007 due to logistical problems. However, a few farmers from Simburi women group trained in 2007 kept in touch with the research team. The research team evaluated the soil erosion control activities of this group in November 2009. The monitoring and evaluation of the action plans made during the 2009 farmers' training workshops was done on monthly basis between September and November 2009. Farmers were provided with technical knowledge and guidance as need arose. The project also provided some of the planting materials that were not locally available.

Field demonstrations on river banks protection from soil erosion

In addition to the community action plans on river banks protection arising from farmers training workshops, the research team also organised farmers' sensitization meetings on river banks protection in Kimira and Oluch schemes. These farmers' meetings were well organized and were attended by relevant stakeholders. The farmers were sensitized on importance of river banks protection and environmental conservation especially in reference to irrigation projects and flush floods. The farmers meetings included practical sessions on measuring and demarcating the riparian buffer to be protected. The meetings resolved that farmers bordering the river banks would protect them from soil erosion. The provincial administration would enforce the law on river banks protection. Farmers were empowered to choose valuable vegetations for planting along the river banks. The idea of incorporating bamboo (*Bambusa vulgaris*) trees as one of the vegetations for river bank protection and for rehabilitating badly eroded areas was brought up by the facilitators and welcomed by farmers.

KARI-Kisii provided materials for planting a few demonstrations for teaching the community on proper techniques of protecting the river banks and conserving the environment. The materials were provided in an attempt to promote growing of high value perennial crops, grafted fruit trees and agro-forestry trees on the catchments and as alternative to short season horticultural and other crops that requires constant tillage of land that lead to serious erosion along the river banks. The criteria used to select farmers for hosting the demonstrations included the following: Farmers willingness to host demonstrations, provide labour for the operations and protection against livestock/wild animals and also allow other farmers to freely visit and learn from the demonstrations.

Farmers to host the demonstrations were chosen through participatory process. The research team always conducted demonstrations to teach farmers how to lay and peg river bank demonstrations before the planting was done. These sessions were attended by farmers hosting the demonstrations and their neighbours. After measuring and demarcating the demonstrations, farmers were instructed on spacing and size of holes for various vegetations planted to protect the river banks. Mango (*Mangifera indica* L.) seedlings were planted at a spacing of 4m x 4m on pure stand and 7m x 7m where Napier grass (*Pennisetum purpureum*) and other ground cover vegetations were planted in between the mango trees. Grevillea (*Grevillea robusta*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*) and Makhamia (*Makhamia lutea*) were planted at a spacing of 2m x 2m. Banana (*Musa spp.*) suckers were planted at a spacing of 3m x 3m. The size of the holes for mango and bananas was 60cm x 60cm x 60cm while the holes of other tree seedlings were 30cm x 30cm x 30cm.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Training workshops conducted and composition of trained farmers

The first three training workshops were conducted in 2007. Other two workshops meant for farmers who had not attended similar trainings in 2007 were conducted in 2009. A total of 104 farmers (82 men and 22 women) were trained in Oluch scheme in 2007. During the same year 75 farmers (48 men and 27 women) were trained in Kimira scheme (Table 1). In 2009, forty (40) farmers (26 men and 14 women) were trained in Oluch scheme. In the same year 50 farmers (29 men and 21 women) were trained in Kimira scheme. Out of these 50 farmers, 16 were youth of thirty five years and below. The total

Table 1: Number of farmers trained in soil conservation, management and river banks protection in Kimira and Oluch schemes in 2007 and 2009

Irrigation scheme	Training Venue	Training dates	Farmers trained	Men	Women
Oluch	Kandiego health centre	17-19 th October 2007	57	50	7
Oluch	Nyangweso school	6-7 th November 2007	47	32	15
Kimira	Ongalo school	4-6 th December 2007	75	48	27
Oluch	Nyangweso school	20-22 nd July 2009	40	26	14
Kimira	Ongalo school	19-21 st August 2009	50	29	21

number of farmers trained was different because the extension counterparts and IWUA officials in the two schemes were different. Almost all the extension staff that did the training in 2007 had been transferred by 2009. The IWUA officials from the two schemes were also different. The project activities specifically targeted women and the youth. This was because most of the farming activities were carried out by women. The youth were viewed as future farmers likely to make a difference by using improved agricultural technologies and therefore were likely to use irrigation water more efficiently and economically than the old generation. Some of the practical sessions were conducted in the field as shown in Figure 2.

Figure 2: Agricultural extension officer explaining to the farmers about the effect of poor soil management practices on crop performance and environmental degradation



Status of community action plans on environmental conservation

Table 2 shows the various community projects conducted by common interest groups of farmers in the two schemes. Two of the farmers from Simburi women group attended Oluch scheme farmers training workshop held in

Kadiege in 2007. After the training, the farmers went back to their group and intensified the soil erosion control work that was being conducted by the group. The group’s soil erosion control work included gully rehabilitation using bagged sand, euphorbia (*Euphorbia spp.*), sisal (*Agave sisalana*) and local shrubs as check dams.

Table 2: Community action plans on environmental conservation (2007/2009)

Irrigation Scheme	Block No.	Farmer group	Host farmer	Project	Vegetations planted (or to be planted)
Oluch	Kadiege area	Siburi women group	Samuel Othoo	Soil erosion control, water harvesting and gully rehabilitation	Sisal, Euphorbia and local shrubs
Kimira	BR 4 BM 1 BR 3 BM 13 BL 7 BM 6	Catchment Farmers	Trained farmers	Planting of agro-forestry trees on the farms of at least 10 individual farmers trained on environmental conservation	Multipurpose indigenous trees and shrubs. Grevillea and Leucaena
Kimira	BL 7	Catchment Farmers	James T. Kosoro	Agro-forestry demonstration	Multipurpose indigenous trees and shrubs. Grevillea and Leucaena
Kimira	BL 3	River line community	George Adogo	River bank protection demonstration	Grafted mango trees, Grevillea, indigenous trees and bananas
Kimira	BM 2	River line community	David Malit	River bank protection demonstration	Grafted mango trees, Grevillea, indigenous trees and bananas
Kimira	BL 1	Youth farmer group	Farajah Malit’s parents	Tree nursery establishment and management	-High value agro-forestry and grafted fruit trees -Bamboo trees

The Kimira catchment group was yet to start implementing the action plan on agro-forestry arising from the 2009 training workshop by the end of the same year. But the community action plan of the river line group was implemented. The river line protection demonstrations were planted in two farms and would be used by the group to teach others how to protect the river banks through field days and farmer to farmer extension. The Kimira young farmers group that has a total of 198 members established the tree nursery (Figure 3). In addition, 31 members of the youth group (21 men and 10 ladies) attended a one day workshop on group dynamics, seed treatment and establishment of nursery beds. The 31 young farmers consisted of the group officials and the most active members. They were trained on different topics that included: group dynamics, qualities of a leader and types of leadership,

roles of a leader and leadership skills, seed treatment and construction of nursery beds. The youth farmers had hands on practical training on construction of germination beds and transplanting of tree seedlings from nursery beds to poly tubes. Twenty five members (25) consisting of 17 men and 8 ladies of the youth group were later taken for a study tour to a bamboo farmer group project at Rangwe in Homabay. The farmer group in Rangwe was raising bamboo seedlings, growing bamboo trees and processing them into various commercial products for income generation. It was hoped that the trained group members and the ones empowered to engage in bamboo farming for both environmental protection and income generation would pass on the knowledge to the rest of the group members.

Figure 3: The young farmers' tree nursery raised seed beds covered with old mosquito nets to keep off birds. Farmyard manure is heaped on the left side for use in the nursery



Status of other river bank protection demonstrations at both Kimira and Oluch

During the year 2008, forty nine 49 farmers (40 men and 9 women) from Kimira scheme were sensitised on importance of river banks protection through well organised meetings. In addition, 95 farmers (70 men and 25 women) from Kimira and 41 farmers (30 men and 11 women) from Oluch were sensitized in 2009. The river bank protection activities carried out by

these farmers are shown in Table 3. Most farmers had problem with digging planting holes and therefore the planting was delayed and establishment was not uniform. In fact most farmers gave up the planting of demonstrations at the hole digging stage. This was probably due to the high poverty level in the area. Thus farmers' labour was for the immediate food needs as opposed to the environmental conservation activities whose benefits are accrued after two years or even longer period. In addition, the control of soil erosion of river banks near Lake Victoria would not succeed without controlling the upper catchment of the rivers as the little vegetations planted by farmers on the river banks used to be swept away by flash floods whenever it rained on the upper areas of the catchment which receives a lot of rain. This demoralised the farmers and hindered them from implementing the plans they had designed. The research team together with KOSFIP and key line government ministries changed the approach and concentrated the resources on integrated land and water management activities in the upper and middle catchments of the Kibuon and Tende river basins. It is hoped that the conservation of the upper and mid-catchments will minimise flash floods downstream and motivate farmers to restore the eroded river banks downstream.

Only two farmers namely; Joel Oyieke from Oluch scheme and Alloys Opar of Kimira scheme completed planting their demonstrations within the scheduled time in 2009. Other farmers dug the holes slowly but they kept on planting a few holes at a time. Since the river banks were badly eroded and sometimes bare, the farmers were advised to plant fast growing multi-purpose vegetations next to the river line and rehabilitate the gullies. Such vegetations included reeds (*Phragmites australis*), Napier grass, sugarcanes (*Saccharum officinarum*), Sesbania (*Sesbania sesban*), Calliandra (*Calliandra calothyrsus*) and Leucaena. The rooting system of mango trees is intense and deep hence they are excellent vegetation for protecting the river banks while at the same time providing valuable fruits for home consumption and income generation. Though bananas are recommended as vegetations for river banks protection, they have a shallow rooting system and cannot hold the soil firmly against erosion during heavy rains. Therefore farmers were advised to plant them on areas bordering the flood zones and only practise minimum tillage awaiting the establishment of the canopy that would eliminate the weeds. Otherwise some farmers preferred bananas because they would provide food and also generate cash, hence they intercropped bananas and mangos on their demonstrations.

Table 3: River banks protection demonstrations for Oluch and Kimira (2008 and 2009)

Irrigation Scheme	Irrigation block No.	Host farmer	Activity	Vegetations planted (or to be planted)
Kimira	BL 10	*Ruth Adede	River bank protection demonstration	-Grafted mango trees -Bananas
Kimira	BL 10	*Samuel Othoo	River bank protection demonstration	-Grafted mango trees -Bananas
Oluch	Blocks 1.2	Benard Okeyo	River bank protection demonstration	- Grafted mango trees - Leucaena/ fodder trees and indigenous trees
Oluch	Block 1.1	Joel Oyieke	River bank protection demonstration	-Grafted mango trees - Grevillea trees -Leucaena and other fodder trees
Oluch	Blocks 1.1	John Kitoto	River bank protection demonstration	- Grafted mango trees - Leucaena trees and other fodder trees
Kimira	BL 9	Alloys Opar	River bank protection demonstration	-Reeds, Napier grass or sugarcanes next to river line, - Grevillea trees -Grafted mango trees -Bananas
Kimira	BL 9	Jane Tindi	River bank protection demonstration	-Reeds, Napier grass or sugarcanes next to bank - Gravellier trees -Grafted mango trees -Bananas
Kimira scheme	BL 9	Dan Olenyo	River bank protection demonstration	-Reeds, Napier grass or sugarcanes next to river line - Grevillea trees -Grafted mango trees -Bananas

Key: *indicates that demonstrations at Ruth Adede and Samuel Othoo farms were Planted in 2008 and the rest in 2009

Most of the materials for planting the 2009 river banks demonstrations in Oluch were delivered to the farmer group nursery at Benard Okeyo's farm. These materials consisted of 35 grafted mangos, 110 *Makhamia (Siala)*, 120 *Leucaena* and 134 *Grevillea* seedlings. The farmers were expected to take care of the seedlings in the nursery and ensure the materials were used for

planting the demonstrations and also given to farmers who were adopting environmental conservation activities in their farms. It was hoped that farmers would be exposed to the perennial crops, fruit and agro-forestry trees and eventually adopt them for river banks protection and other uses. However, only four farmers (three from Kimira and one from Oluch) had started digging a few holes on their own for planting vegetations to protect the river banks by the end of the year 2009. Two of the farmers were ladies intending to plant bananas while the other two were male farmers who dug holes for planting grafted mango and Grevillea seedlings.

CONCLUSION

Farmers participated actively in classroom and sensitization meetings. Formulation of the community action plans was an easy task for farmers. But they were very slow in digging planting holes and carrying out other operations on demonstration plots. Most farmers dropped out of the environmental conservation demonstrations at the hole digging stage. It is hoped that the expansion of the project scope to include conservation of the upper and mid catchments will minimise flash floods downstream and motivate farmers to restore the eroded river banks on the lower catchments. The implementation and adoption of environmental mitigation activities on the lower catchment alone was a slow and challenging process.

WAY FORWARD

Farmers' hands on training on environmental conservation will be intensified as more demonstrations on environmental conservation are planted. The research team will continue monitoring and evaluating environmental conservation activities in an effort to encourage farmers to continue protecting the environment. Farmers wishing to protect the river banks and control erosion on their own farms will seek technical advice from the local extension officers. The farmers will be expected to purchase suitable materials for planting on river banks and other niches in the farms or use the locally available materials. The environmental conservation work has been extended to the upper and mid catchments of the Kibuon and Tende river basins in an effort to create more impact on increasing water quantities, improving water quality and the livelihoods of the communities living in the watershed.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors gratefully acknowledge the following for the roles they played in support of the activity: The African Development Bank for funding the work. The Directors of KARI and KARI-Kisii Centre together with KOSFIP Project Manager, for guidance and support services. The Ministry of Agriculture extension staff from Rachuonyo and Homabay for effective collaboration. The IWUA officials, Provincial Administration and Farmers from Kimira and Oluch for participation in project activities.

REFERENCES

- Africa Water Facility - AWF (2008a). Problem definition. In the Integrated Land and Water Management in the Kibuon and Tende River catchments. Appraisal Report. AWF October 2008. Pp 2 – 3.
- AWF (2008b). Origin of the project. In the Integrated Land and Water Management in the Kibuon and Tende River catchments. Appraisal Report. AWF October 2008. Pp 1 – 2.
- KOSFIP (2007a). Executive summary. In Kimira –Oluch Smallholder Farm Improvement Project (KOSFIP) project ID NO: P-KE-AAZ-001. Annual Work Plan and Budget. 2007/2008 Financial Year. Pp i-iii.
- KOSFIP (2007b). Grant funded activities. In Kimira –Oluch Smallholder Farm Improvement Project (KOSFIP) project ID NO: P-KE-AAZ-001. Annual Work Plan and Budget. 2007/2008 Financial Year. Pp 10 - 11.
- KOSFIP (2006). Project area and beneficiaries. In Kimira –Oluch Smallholder Farm Improvement Project (KOSFIP). Project Preparation Document Brief. Pp 11 – 12.

Prévisions agro-météorologiques, savoirs locaux sur le climat et incidences sur la sécurité alimentaire au Bénin

Saïd K. Hounkponou¹

RÉSUMÉ

Les prévisions saisonnières constituent l'un des défis majeurs pour l'adaptation des petits exploitants aux changements climatiques en Afrique. Une expérience combinant prévisions saisonnières et savoirs locaux a été menée au Bénin dans le cadre du projet de renforcement des capacités d'Adaptation des acteurs Ruraux Béninois face aux Changements Climatiques (PARBCC) soutenu par le programme d'Adaptation aux Changements Climatiques en Afrique (ACCA), une initiative conjointe du Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI) et du Department for International Development (DFID).

Le projet a mis en relation plusieurs partenaires dont les bénéficiaires ultimes sont les agriculteurs et agricultrices. Un système de pré-alerte pour relayer l'information agro-météorologique a été expérimenté à trois niveaux différents (département, commune et producteur) avec l'appui renforcé des services compétents de l'Agence de Sécurité pour la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA), des ministères de l'Agriculture, Elevage et de la Pêche (MAEP) ; de l'Environnement et de Protection de la Nature (MEPN) ; des chercheurs de l'Institut des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) ; des universités d'Abomey-Calavi et de Parakou. Des informations agro-météorologiques et des conseils clé pour faire face aux risques climatiques ont été diffusés au profit des agriculteurs (trices) pour une meilleure planification des activités agricoles et une réduction des pertes dues au climat.

¹ Directeur exécutif - Initiatives pour un Développement Intégré Durable (IDID) – 03 BP 92 Porto-Novo. Bénin Email : kolawoles79@yahoo.fr Tel + 229 20213082

Ce dispositif est soutenu au niveau local par les comités communaux de pré-alerte et d'adaptation dans trente-cinq (35) communes. Ils constituent au niveau local de véritables relais de l'information et participent de façon active à la gestion des risques liés au climat et au renforcement des capacités des agriculteurs.

L'évaluation des incidences du système a permis de constater l'impact positif des informations diffusées et leur utilisation sur la réduction de la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques. En outre, les canaux de diffusions au niveau local ont été d'un grand concours à l'atteinte de ces résultats. Cette expérience a permis de comprendre l'importance des informations agro-météorologiques dans l'adaptation aux changements climatiques.

Mots clés : *Adaptation, savoirs endogènes, prévisions saisonnières, Recherche Action Participative,*

INTRODUCTION

Le régime pluvial rend l'agriculture béninoise plus sujette aux variations climatiques. La vulnérabilité des populations (à 80 % agricoles) devient de plus en plus accentuée face à ces changements climatiques, du fait de leurs faibles capacités techniques et de la non maîtrise (ou mauvaise appropriation) des stratégies adéquates d'adaptation.

Reconnaissant le besoin urgent de renforcer la capacité des acteurs ruraux les plus vulnérables à s'adapter aux changements climatiques, le Projet de renforcement des capacités d'Adaptation des acteurs Ruraux Béninois face aux Changements Climatiques (PARBCC) soutenu par le programme d'Adaptation aux Changements Climatiques en Afrique (ACCA), une initiative conjointe du Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI) et du Department for International Development (DFID) pour une durée de quatre ans (2007-2011), a développé un système de pré-alerte agro-météorologique afin de faciliter leurs accès aux prévisions et de les aider à mieux planifier les activités agricoles.

Pour ce faire, le projet s'est appuyé sur la Recherche Action Participative qui favorise la résolution progressive d'un problème par des ajustements successifs des pratiques et a placé les communautés rurales au cœur du processus.

BREF APERÇU SUR LE BÉNIN

Localisation et situation administrative du Bénin

Etat de l'Afrique de l'Ouest, la République du Bénin est située dans la zone tropicale entre l'équateur et le tropique du Cancer, entre les latitudes 6°30' et 12°30' Nord et les longitudes 1° et 3°40' Est. Elle est limitée au Nord par le fleuve Niger, frontière naturelle avec la République du Niger, au Nord-Ouest par le Burkina-Faso, à l'ouest par le Togo, à l'Est par le Nigeria et au Sud par l'Océan Atlantique. La superficie du Bénin est de 114.763 km². Du Nord au Sud, le Bénin s'étend sur 700 Km ; sa largeur varie de 125 Km, le long de la côte, à 325 Km, à la latitude Tanguéta (10°37'N environ).



Carte1 : Présentation du Bénin

Administrativement, le Bénin est un Etat déconcentré et décentralisé avec douze (12) départements divisés en 77 Communes, dont trois à statut particulier Cotonou, Porto-Novo et Parakou (carte 1). Ces Communes sont subdivisées en 569 arrondissements composés des villages et de quartiers de villes.

Caractéristiques climatiques

La République du Bénin fait partie de la zone intertropicale. Elle est régie par la circulation atmosphérique commandée par les centres d'action des Açores, de Ste Hélène et du Sahara (Dhonneur, 1979). A ces centres de haute pression, il faut ajouter l'anticyclone de Mascareignes (Réunion-Ile Maurice) dont l'influence, selon la configuration barométrique, se manifeste jusqu'au niveau du Golfe de Guinée.

On distingue trois sous-ensembles climatiques :

- un climat subéquatorial au sud, couvrant le bassin côtier, de la côte à la latitude 7°N environ, caractérisé par un régime pluviométrique bimodal. Ce type de climat est régi par deux (02) saisons des pluies, une grande saison s'étendant habituellement d'avril à juillet, et une petite couvrant la période septembre - novembre; et deux (02) saisons sèches, une grande saison de décembre à mars et une petite de juillet à août. La pluviosité est décroissante d'Est en Ouest: de 1500 mm à Sèmè à 950 mm à Grand-Popo.
- Un Climat de transition climatique, sensiblement entre les latitudes 7°N et 8°30'N, dont les régimes pluviométriques sont instables. Cette instabilité se traduit notamment par le fait que selon les années le régime pluviométrique affiche les configurations des régimes du sud ou du nord. Les hauteurs moyennes de pluie oscillent entre 1000 et 1200 mm.
- Un climat tropical continental au nord, sous l'influence sub sahélienne s'étendant aux environs des latitudes 8° 30'N et 12° 30'N.

Ce climat se caractérise par la succession dans l'année d'une seule saison des pluies d'avril à octobre et une seule saison sèche de novembre à mars, marqué par la prépondérance de l'alizé saharien du Nord-Est très sec (harmattan). Sur l'ensemble du pays, la hauteur moyenne annuelle des précipitations varie de 700 mm (extrême nord) à 1400 mm (zones montagneuses du Nord Ouest et sud -est). Les moyennes de la température de l'air oscille à l'échelle

de l'année autour de 27,2 °C avec des maxima absolues pouvant dépasser 45°C au nord.

Il convient de souligner que depuis quelques décennies, les régimes pluviométriques caractérisant les climats du Bénin connaissent des fluctuations parfois très marquées au cœur des saisons. Par ailleurs, l'analyse de la variabilité interannuelle établie au cours des 60 dernières années révèle que les années 1977 et 1983 ont été marquées par une sécheresse climatique voire agricole tandis que les années 1962, 1968, 1988, 1997, 1998 et 2010 ont connu des cas d'inondation.

Vulnérabilité du secteur agricole béninois

Le Bénin est particulièrement vulnérable aux changements climatiques en raison notamment de son agriculture pluviale, de sa faible altitude dans la majeure partie de ses côtes et de la désertification marquée dans la partie septentrionale. Les saisons, sur lesquelles se fondent les agriculteurs pour planifier les activités agricoles deviennent de plus en plus imprévisibles.

L'évaluation de la sensibilité du secteur de l'agriculture aux risques climatiques majeurs a été réalisée au moyen de la matrice de sensibilité proposée par le Groupe d'Experts des Pays les Moins Avancés (LEG/UNFCCC, 2004). La combinaison des opinions des populations vivant dans les régions concernées, telles qu'elles sont issues de l'évaluation concertée de la vulnérabilité et des jugements d'experts ont permis d'évaluer la sensibilité des moyens et modes d'existence aux risques climatiques identifiés.

Au total, la sécheresse et le déficit hydrique sévère et les inondations et autres excès d'eau dans le sol sont les risques climatiques ayant le plus grand impact sur les modes d'existence du secteur agricole, toutes zones agro-écologiques vulnérables confondues, avec cependant des indicateurs d'impact plus élevés dans les zones agro-écologiques 1 (extrême Nord Bénin) et 8 (zone des pêcheries). Ils sont suivis par les pluies tardives et violentes ou les fortes chaleurs selon les zones.

Les modes d'existence les plus exposés aux risques climatiques sont systématiquement les petits exploitants agricoles, les éleveurs et les pêcheurs. L'agriculture vivrière, l'élevage, la pêche et l'agriculture de rente sont les activités économiques les plus affectées par les risques climatiques et hydrologiques. Parmi les services rendus par les écosystèmes du secteur de l'agriculture, l'humidité du sol est la plus exposée aux risques climatiques.

La violence des événements (vents violents, pluies violentes, etc.) pourraient être à l'origine de dégâts matériels dans les systèmes d'exploitation. La sévérité du stress thermique dû à la canicule et celle du stress hydrique dû à la sécheresse ou à l'inondation compromettraient la productivité des cultures sensibles.

Cycles de la RAP appliquée au développement du système de pré-alerte agrométéorologique

PREMIER CYCLE DE LA RAP

Diagnostic

Le diagnostic participatif a constitué la première activité et a été réalisé dans toutes les zones couvertes par le projet pour cerner toutes les spécificités des changements climatiques. Les risques climatiques auxquels font face les populations de chaque zone ont été résumés dans le tableau 1.

Tableau 1: Risques climatiques par zone climatique

Zone climatique	Risques climatiques majeurs
Zone Sud	Retard des pluies/ allongement de la grande saison sèche
	Excès pluviométriques facteurs d'inondations
	Vents violents
Zone Centre	<ul style="list-style-type: none"> - Retard des pluies/ allongement de la grande saison sèche - Excès pluviométriques facteurs d'inondations - Vents violents
Zone Nord	<ul style="list-style-type: none"> - poche de sécheresse en saison pluvieuse (rupture des pluies) - variabilité spatio-temporelle/modification du régime pluviométrique/ mauvaise répartition des pluies - vents violents

Au terme du diagnostic, l'un des besoins d'adaptation exprimé et retenu est la mise à disposition des agriculteurs de l'information agro-météorologique assortie de conseils pratiques de gestion des cultures à des fins de planification agricole.

Planification participative

La mise en place du système d'information agro-météorologique à travers la définition de sa composition et de ses attributions a été un processus qui a

fait intervenir différentes catégories d'acteurs.

- La première étape a été celle de la documentation afin de voir comment opérationnaliser ce système ; il s'est agi de s'enquérir des expériences réalisées au niveau des autres pays, d'analyser les différents systèmes existants et de faire une proposition sur la base des objectifs spécifiques du projet.
- La deuxième étape a consisté à faire une recherche au niveau national afin de s'enquérir des expériences passées dans le domaine, d'identifier au niveau les institutions pertinentes à intégrer ainsi que les points focaux devant animer ce système au niveau de ces institutions.
- La troisième étape a été celle de l'opérationnalisation du système qui a consisté à la mise en place des différents organes devant le composer à savoir le Comité National de Pré-alerte et d'interprétation Agrométéorologique (CNPA) au niveau national et les Comités Communaux de Pré-alerte et d'Adaptation au changement climatique au niveau local.

Mise en œuvre

Fonctionnement du système de pré-alerte

Le premier maillon de la chaîne de production de l'information agrométéorologique est le CNPA. En effet, ce comité a pour charge la production et la validation du bulletin d'information agrométéorologique. Se fondant, sur les données des 20 stations climatiques du réseau d'observation de l'ASECNA situées dans les six (6) départements concernés par le Projet, des bulletins climatologiques, agro-météorologiques et des produits de prévision météorologique réalisés par le Service Météorologique du Bénin, des bulletins de Veille Climatique pour l'Afrique (ACMAD, Niger) et des observations phénologiques effectuées au niveau des champs de certaines localités des 35 Communes d'intervention du Projet, les points focaux du projet au niveau de l'ASECNA élaborent le premier draft du bulletin qui est transmis à l'unité de gestion du projet. La coordination du PARBCC, sur la base de cette première version du bulletin, convoque un atelier de validation du contenu du document par l'ensemble des cadres aux compétences multidisciplinaires et complémentaires qui siègent au sein du CNPA. A la sortie de cet atelier de validation au cours duquel les jugements d'experts occupent une place significative, la dernière version du bulletin d'information

est produite et transmise à la coordination du PARBCC pour les démarches en vue de la diffusion du contenu en direction des acteurs ruraux.

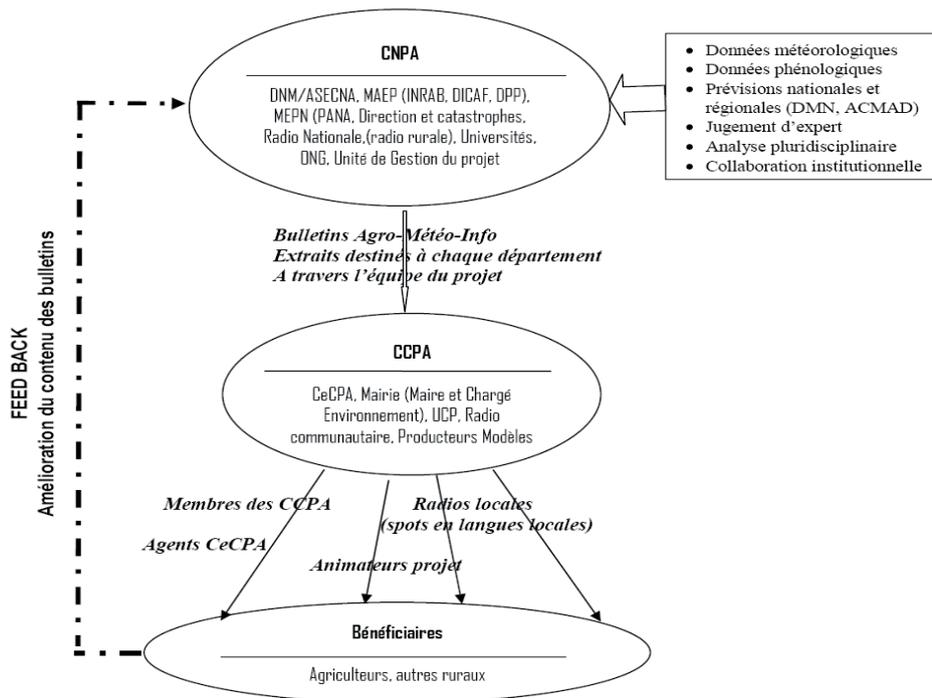
La tenue des réunions des CCPA pour s'enquérir des informations véhiculées par le bulletin et à la suite, procéder à la diffusion des conseils en direction des producteurs, ultimes bénéficiaires des outputs du système de pré-alerte vient rendre mieux utiles les informations contenues dans les bulletins. Au cours de ces assises, le contenu du bulletin est lu, adapté aux conditions locales spécifiques en fonction des connaissances locales et traduit en langue locale. Ce n'est qu'après cette étape que les conseils retenus sont diffusés en direction des producteurs à travers divers canaux prévus à cet effet.

Canaux de diffusion des conseils

Pour la diffusion des conseils de gestion des risques climatiques et de conduite des cultures retenus au terme de la réunion tenue par les CCPA, différents canaux ont été identifiés. On peut citer entre autres :

- les radios locales communautaires : par ce canal, les conseils sont diffusés sous forme de spot dans les principales langues locales du milieu. Cette diffusion est prévue pour être assurée par le représentant de la radio qui siège aux assises du CCPA.
- les contacts personnels : il s'agit en l'occurrence de la diffusion des conseils faite par les animateurs du projet dans leurs rencontres régulières avec des groupes de producteurs sur le terrain.
- le réseau d'encadrement et de vulgarisation des CeCPA représenté notamment par les Conseillers en Production Végétale qui sont en contact permanent avec les producteurs. Ils sont invités par leur supérieur hiérarchique, le Responsable Communal pour la Promotion Agricole, à la diffusion des conseils chacun en ce qui le concerne dans son rayon d'intervention. Le RCPA profite des réunions de quinzaine pour informer ses collaborateurs CPV de cette tâche.
- Les membres des CCPA, notamment les producteurs modèles qui y siègent et les représentants des UCP qui sont invités à passer l'information une fois de retour dans leur milieu de vie.

Figure 1 : Système de pré-alerte et d'information agro-météorologique



Suivi évaluation participatif

Au terme de la troisième parution du bulletin, une évaluation du fonctionnement du système a permis de faire quelques ajustements. En effet, trois principaux constats ont été faits:

1. les radios communautaires ne sont pas disposées à diffuser les conseils sans qu'elles ne soient payées par le projet.
2. les agents des CeCPA ne portent pas ou très rarement l'information en direction des producteurs qu'ils encadrent. Ils exigent un forfait de carburant pour l'accomplissement de cette tâche qui jugent-ils ne relève pas de leur cahier de charge. Or ce canal constituait à priori un canal très efficace dans la vulgarisation des conseils aux agriculteurs.
3. Les conseils formulés pour diffusion n'étaient pas suffisamment spécifiés par zone agro écologique. Les conseils n'étaient donc pas directement opérationnels et méritaient des amendements à l'échelle locale.

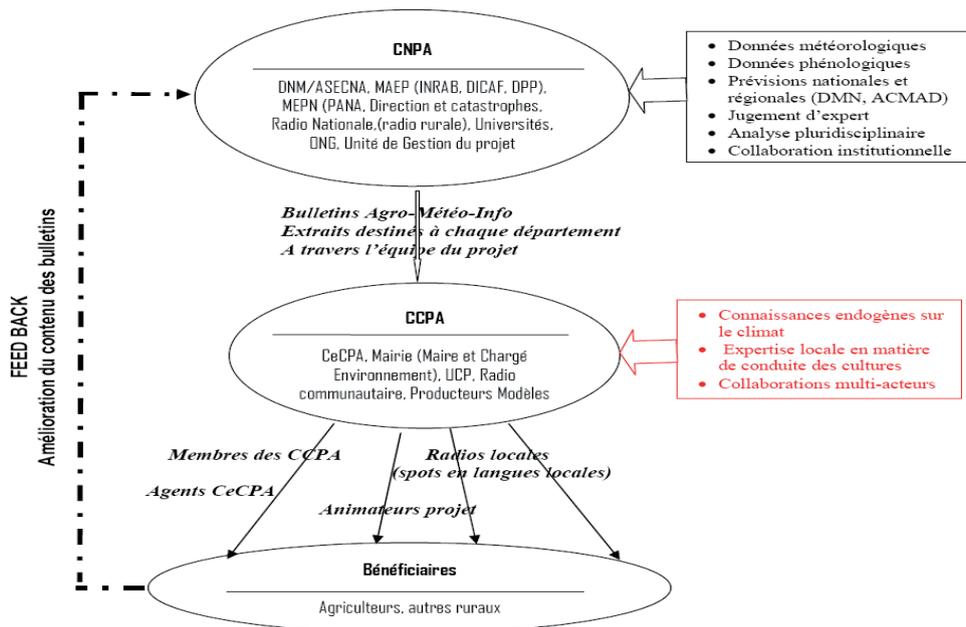
DEUXIEME CYCLE DE RAP

Replanification sur la base des résultats du suivi évaluation

Ces différents goulots d'étranglement à l'efficacité du système ont été à l'origine des premières modifications introduites dans le fonctionnement du système de pré-alerte. En effet, l'équipe du projet a institué, dans les cahiers de charge des CCPA, une réflexion et concertation entre les différentes compétences locales pour l'amendement systématique des conseils au regard des spécificités qui caractérisent chaque commune avant la diffusion. Ainsi, les agents techniques du comité, notamment le RCPA, les producteurs modèles expérimentés sont sollicités pour statuer sur la validité ou non des conseils et les compléter au besoin.

Ils en arrivent à donner plus de détails pour faciliter la compréhension et l'utilisation des conseils par les utilisateurs finaux. Dans cet exercice, les savoirs locaux détenus sur les prévisseurs naturels du climat, les expériences sur la conduite des cultures sont d'une grande utilité. Le dispositif réaménagé est présenté à travers le schéma suivant.

Figure 2 : Système de pré-alerte et d'information agro-météorologique intégrant les connaissances endogènes



Pour ce qui est du dysfonctionnement des canaux de diffusion, il a été admis que des contrats de diffusion des conseils soient signés avec les radios locales afin de garantir la vulgarisation des conseils à large échelle.

Suivi-évaluation participatif

L'évaluation finale du processus a concerné les agriculteurs et les CCPA. Pour ce faire, les indicateurs d'évaluations sont à la fois ceux définis par le projet et ceux liés à la perception du niveau de réduction de la vulnérabilité des agriculteurs aux risques climatiques (vulnérabilité aux excès pluviométriques, retard des pluies et vents violents). Le tableau 2 résume les résultats obtenus.

Tableau 2: indicateurs d'évaluation

Indicateurs	Situation Avant Projet	1 Etape (sans amendement des conseils par les CCPA)	2 Etape (avec amendement des conseils par les CCPA)
Temps mis par les conseils pour parvenir au CCPA	1	2	2
Fréquence de production des conseils	1	2	2
Moyens de diffusion	1	2	2
Qui diffuse	1	2	3
Pertinence des conseils	1	2	4
Vulnérabilité à l'excès pluviométrique/inondation	1	2	3
Vulnérabilité au retard des pluies/allongement de la saison sèche	1	2	3
Vulnérabilité aux vents violents	1	2	2

L'évaluation de la date à laquelle parvient le bulletin au CCPA a révélé que les conseils parviennent très souvent en retard par rapport à la date de leur mise en œuvre sur le terrain. Les conseils ne sont donc pas souvent adaptés à la période de production.

Pour ce qui est de la **fréquence de production des conseils**, elle est à améliorer car ils considèrent que les conseils prodigués sont pour une courte période et ne permettent pas de couvrir toutes les tendances qui surviennent au cours de la campagne agricole.

Quant à la performance des **canaux de diffusion des conseils**, ils ne sont pas suffisamment fonctionnels. En effet, les radios ne contribuent pas à la diffusion des informations de façon soutenue tout au long de la campagne faute de financement complémentaire.

Pour ce qui concerne la **pertinence des conseils liés à la réduction de la vulnérabilité des cultures aux risques climatiques**, les membres estiment que leur contribution à l'amélioration de la qualité des conseils est effective, mais limitée.

Les recommandations formulées par les producteurs et les CCPA pour l'amélioration des performances du système de pré-alerte incluent les points suivants:

- Elaborer le bulletin provisoire malgré le manque de certaines données météorologiques pour éviter de retarder la parution du bulletin
- Donner plus de prérogatives en matière de convocation et de gestion des activités des CCPA à un organe technique, en l'occurrence les CeCPA, pour faciliter le fonctionnement du CCPA. Ceci permettra la réduction du temps mis pour la convocation des réunions.
- Redéfinir les cahiers de cahiers de charges des CCPA en intégrant la séance d'actualisation des conseils prévue pour le deuxième mois
- Engager des discussions d'information et de sensibilisation des CCPA sur le nouveau contenu des cahiers de charge et le fonctionnement du système de pré-alerte et la logique de conception des bulletins
- Institutionnaliser les relations de travail entre le projet et le MAEP afin que cette activité de diffusion de l'information de pré-alerte soit pleinement intégrée dans le plan de charge des conseillers en production végétale des CeCPA
- Impliquer davantage les animateurs du projet dans la conception et la diffusion des conseils sur les radios. Cette implication peut se faire deux manières : appuyer les animateurs des radios dans la traduction et l'explication du contenu des messages ou implication directe des animateurs du projet dans la diffusion sur les radios
- Mettre en place un dispositif de suivi-évaluation participatif de la pertinence des conseils dans la réduction de la vulnérabilité des cultures aux risques climatiques.

Incidences du système de pré-alerte sur la sécurité alimentaire au Bénin

Le facteur naturel déterminant de l'évolution de l'insécurité alimentaire au Bénin demeure incontestablement la variabilité climatique du fait du caractère pluvial de l'agriculture. Quand on parle de sécurité alimentaire on fait référence avant tout, à la disponibilité en quantité des produits alimentaires qui sont pour la plupart issus des produits agricoles des petits exploitants soumis à la variabilité climatique. Ces petits exploitants agricoles essaient chaque jour (parfois vainement) de redéfinir l'organisation spatio-temporelle des travaux agricoles. Ainsi, un axe d'intervention pour l'adaptation du secteur agricole béninois aux changements climatiques est l'ajustement des itinéraires techniques des spéculations. En effet, les itinéraires techniques maîtrisés jusque-ici, étaient établis dans un contexte où les changements climatiques n'étaient pas une contrainte prioritaire.

Mais, aujourd'hui, la variabilité climatique est devenue un facteur incontournable et adapter les itinéraires techniques constitue une étape importante du développement agricole dans le contexte actuel des changements climatiques. Une solution est la prévision climatique qui permet d'intégrer les risques climatiques devenus récurrents dans les prescriptions des itinéraires techniques afin de permettre à l'agriculteur de prendre en compte les nouvelles données du climat. Cette modification concerne aussi bien les calendriers agricoles que les pratiques agricoles. En effet, la décision de semer ou même de récolter dépend fortement des risques climatiques auxquels fait face l'agriculteur. C'est ce à quoi s'est attelé le système d'information et de pré-alerte agrométéorologique.

Les extraits du système sont sous forme de conseils relatifs à la gestion des cultures; l'information sur la gestion des risques climatiques. Ces informations aident les producteurs à minimiser les pertes en cas d'occurrence de ces risques. En ce qui concerne le renforcement des capacités des producteurs suite à l'utilisation des conseils, les incidences notées sont réelles. Par exemple:

- le fait d'anticiper la récolte des cultures arrivées à maturité pour limiter les risques d'inondation soudaine ou de retarder l'installation des cultures habituellement semées dans les zones inondables, limite les pertes dues aux excès pluviométriques ;

- la prise en compte des nouveaux calendriers cultureux proposés par le projet a permis d'avoir de meilleurs rendements (les producteurs en semant à bonne date ont pu éviter les poches de sécheresse, l'arrêt précoce des pluies et les excès de pluies en fin de campagne).

Les incidences de ce système de pré-alerte sur la réduction de la vulnérabilité des petits producteurs voire de l'insécurité alimentaire en Afrique sont aussi montrées par des études de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) au Sénégal et au Niger. Selon ces études, adapter chaque année les stratégies culturelles en fonction des prévisions permettrait des gains de production allant jusqu'à 80 % et ce dans des zones où des cultures de rente comme l'arachide (rémunératrices) sont possibles, comme le Delta du Saloum. L'incidence a été aussi remarquée même dans des zones sahéliennes comme le Niger où la prévision climatique a entraîné des augmentations de recettes allant jusqu'à 30%.

C'est dire qu'utiliser des informations agrométéorologiques pour ajuster les itinéraires techniques et anticiper sur la survenue des sinistres constitue un levier de développement de l'agriculture.

CONCLUSION

Le dispositif de pré-alerte dont l'objectif est d'informer les producteurs des prévisions saisonnières et des dispositions pratiques à prendre a connu des réajustements depuis sa mise en œuvre en 2008. La première réforme est la révision des tâches assignées aux comités communaux de pré-alerte et d'adaptation aux changements climatiques. La deuxième grande réforme est la signature de contrats de diffusion des conseils agricoles sous forme de spot du fait que les animateurs des radios communautaires impliqués dans les CCPA n'étaient pas disposés à diffuser gratuitement les conseils agricoles, malgré qu'ils reconnaissent leur pertinences pour les producteurs qu'ils sont censés appuyés pour le développement de la communauté. D'autres améliorations à apporter au système découlent du deuxième suivi évaluation.

Quant à l'évaluation de l'efficacité du système, la situation des indicateurs de mesure de performance avant le projet a évolué pour l'ensemble des indicateurs. Cette notation des indicateurs par les acteurs du terrain montre un début de résolution du problème posé (la vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques), par l'entremise des activités du PARBCC. Néanmoins un effort reste à faire du fait que le niveau de satisfaction reste faible. Ainsi, les attentes des partenaires devront être plus comblées par la dynamisation des activités de pré-alerte à travers une série d'améliorations du dispositif. Les canaux de diffusions doivent être dynamisés (plus d'implication des conseillers en production végétale des CeCPA), la fréquence de production des conseils doit être réduite, la période de diffusion des conseils devra être adaptée, les conseils contenus dans les bulletins devront être spécifiés par culture et par risque climatique.

BIBLIOGRAPHIE

- Afouda, F. (1990) *L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional: étude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine*. Thèse de Doctorat nouveau régime, Université de Paris IV (Sorbonne), Institut de Géographie. 428 p.
- FAO (2008) *Community Based Adaptation in Action: A case study from Bangladesh*. Rome : FAO. 64 p.
- GIEC (2007) Résumé à l'intention des décideurs. In : M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (éds.), *Bilan 2007 des Changements Climatiques: Impacts, Adaptation et Vulnérabilité*. Rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Cambridge : Cambridge University Press.
- IRD (2011), Prédire la pluie pour réduire l'insécurité alimentaire, *Actualité scientifique*, n°372. 2 p.
- Houndénou, C. (1999) *Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide : l'exemple du Bénin, diagnostic et modélisation*. Thèse de Doctorat de géographie, UMR 5080, CNRS « Climatologie de l'Espace Tropical », Université de Bourgogne, Centre de Recherche de Climatologie, Dijon. 341 p.
- Ogouwalé, E. (2001) *Changements climatiques et sécurité alimentaire dans le Bénin méridional*. Mémoire de Maitrise, UAC/FLASH. 91 p.
- Sitta, A. (2008) *Assistance Agrométéorologique au monde rural: situation actuelle au Niger*. Présentation faite à la réunion des experts sur l'organisation de séminaires itinérants sur les paysans, le temps et le climat, Niamey, du 23 au 24 avril 2008. http://www.wamis.org/agm/meetings/rswcf_niamey08/niger_niamey08.pdf.
- Soumaila Diarra, T. (2009) *Quand la météo lutte contre la faim!*. Bamako : IPS. Available at : http://ipsinternational.org/fr/_note.asp?idnews=5542 (accessed February 10, 2010).

SESSION

4

**Impacts du changement climatique
sur l'agriculture, l'élevage, la pêche
et les ressources naturelles**

- Bactéries symbiotiques du sol : indicateurs des changements environnementaux ?187**
Tatiana Krasova Wade, Frédérique Jankowski, Samba Laobé Ndao, Abdoulaye Wéllé, Jacques-André Ndione, Hamet Aly Sow, Marius Dia, Yoro Idrissa Thioye, CLCOPs et CARs de Dya, Darou Mousty, Ouarkhokh et Guédé, Alzouma Zoubeirou Mayaki, Zoumana Kouyaté, Pascal Houngnandan, Ibrahima Ndoye, Marc Neyra
- Developing farmers' coping and adaptation strategies to climatic variability and change in semi-arid areas of Zimbabwe201**
Adelaide Munodawafa, Veronica Makuvaro, John Dimes, Francis Mugabe, Phillip Masere, Cyril Murewi and Ignatius Chagonda
- Improving livelihoods in a changing climate: Participatory agrometeorological extension services a major link to improved agriculture decision making - the Zambian experience217**
Durton H. Nanja&, Sue Walker, Francis T. Mugabe and Prospard Gondwe
- Indicateurs de changements climatiques et stratégies d'adaptation des populations pastorales du Sénégal235**
Diop A.T et Gaye I.D, Socé. N., Diouf G.

Bactéries symbiotiques du sol : indicateurs des changements environnementaux ?

Tatiana Krasova Wade¹, Frédérique Jankowski²,
Samba Laobé Ndao³, Abdoulaye Wéllé³, Jacques-André Ndione³,
Hamet Aly Sow⁴, Marius Dia⁵, Yoro Idrissa Thioye⁵, CLCOPs⁶
et CARs⁷ de Dya, Darou Mousty, Ouarkhokh et Guédé,
Alzouma Zoubeirou Mayaki⁸, Zoumana Kouyaté⁹,
Pascal Hounngandan¹⁰, Ibrahima Ndoeye¹, Marc Neyra¹¹

RÉSUMÉ

La productivité des systèmes agricoles et les conditions de vie des populations des zones africaines sont affectées par d'importantes perturbations climatiques (aridité) et anthropiques (surexploitation des terres, modification des pratiques culturales). Quoique invisibles à l'œil nu, les bactéries du sol représentent une composante essentielle de la vie sur terre car jouent un rôle capital dans le fonctionnement des grands cycles biogéochimiques (cycles du C, N, P etc.). De leurs activités dépendent donc directement la qualité et la productivité du sol, support de la croissance végétale. L'impact des

¹ IRD, Laboratoire Commun de Microbiologie IRD/ISRA/UCAD, Dakar, Sénégal, tania.wade@ird.fr, BP 1386, (221) 33 849 33 24, (221) 849 33 02.

² Centre Norbert Elias, UMR 8562, Equipe « Communication, Culture et Société », Lyon.

³ CSE, Centre de Suivi Ecologique, Dakar.

⁴ ASPRODEB, Association Sénégalaise pour la Promotion du Développement à la Base, Dakar.

⁵ CNCR, Centre National de Concertation et de Coopération des Ruraux, Dakar.

⁶ CLCOP, Cadres Locaux de Concertation des Organisations de Producteurs.

⁷ Conseillers Agricoles et Ruraux de l'ANCAR, Agence Nationale de Conseil Agricole et Rural, Dakar.

⁸ Laboratoire de Microbiologie, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

⁹ Institut d'Économie Rurale, SRA/Cinzana, Mali

¹⁰ Unité d'Ecologie Microbienne, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin

¹¹ IRD, LSTM, Laboratoire des Symbioses Tropicales et Méditerranéennes, UMR 113, USC INRA 1242, Montpellier.

changements climatiques ou anthropiques sur la composante microbienne est cependant mal connu.

Les recherches menées au Laboratoire Commun de Microbiologie IRD-ISRA-UCAD (LCM) sur la diversité de bradyrhizobiums (bactérie symbiotique du sol) associées au niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) ont pour objectif d'établir le lien entre cette diversité et le caractère vulnérable des écosystèmes. Plusieurs études ont ainsi montré au Bénin, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal des résultats préliminaires révélant une corrélation entre les conditions hydriques et la répartition de ces bactéries dans le sol. Deux groupes génomiques se distinguent particulièrement, l'un présent uniquement dans les zones de faible pluviométrie (<400 mm de pluies annuelles), l'autre, seulement dans les zones de plus forte pluviométrie. Au Sénégal, cette répartition pluviométrique correspond à des différences d'historiques culturelles des terres. Ces groupes de bactéries pourraient donc représenter des bio-indicateurs potentiels du changement de l'état du milieu dans son ensemble : typologie et pratiques locales d'exploitation des terres, caractéristiques physico-chimiques et états microbiologique et hydrique des sols.

Ces travaux en microbiologie menés en partenariat fructueux entre le LCM et des acteurs locaux permettent actuellement l'intégration d'autres disciplines, climatologues, physico-chimistes du sol, de sociologues, afin d'élaborer et valider des indicateurs dynamiques d'observation et d'anticipation du comportement du sol pour une amélioration de la productivité agricole dans le respect de l'environnement et d'une agriculture durable.

Mots clés: *bradyrhizobiums, changements environnementaux, vulnérabilité des sols, partenariat, interdisciplinarité, Sénégal*

ABSTRACT

Productivity of agricultural systems and living conditions of populations in african zones are affected by climate (drought) and anthropomorphic (overexploitation of farmlands, changes in agricultural practices) changes. Although invisible, soil bacteria represent an essential constituent on earth life because of their major role in biogeochemical cycles (cycles of C, N, P). Of

their activities depend thus directly soils quality and productivity, support of the plant growth. Impact of the climate and the anthropomorphic changes on the microbial constituent is known however poorly.

Research done in Laboratoire Commun de Microbiologie IRD-ISRA-UCAD (LCM) on bradyrhizobiums diversity (soil symbiotic microbes) nodulating cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) have as objectives to establish links between their diversity and soil vulnerability in tropical ecosystems. Several studies in Benin, Mali, Mauritania, Niger, Senegal shown preliminary results revealing a correlation between soil water status and bacteria distribution. Two genomic groups distinguished themselves particularly, the one was represented only in zones of low mean annual rainfall (<400 mm par year) but the second one, in zones of high rainfall. In Senegal, the rainfall distribution corresponds to difference of field histories too. This microbial community could therefore represent potential bio-indicators related to global environment change: typography and local lands exploration, physico-chemical parameters, microbial and water status.

These studies are leading in fruitful partnership between LCM and local actors that's allow now a state-of-the-art approach, which will include other disciplines, such climatologists, physico-chemists of the soil, sociologists to elaborate and validate any dynamic indicators of observation and anticipation of soil state to improve the agriculture productivity with environment and durable agriculture respecting.

Keywords: *bradyrhizobiums, environment changes, soil vulnerability, partnership, interdisciplinary, Senegal*

INTRODUCTION

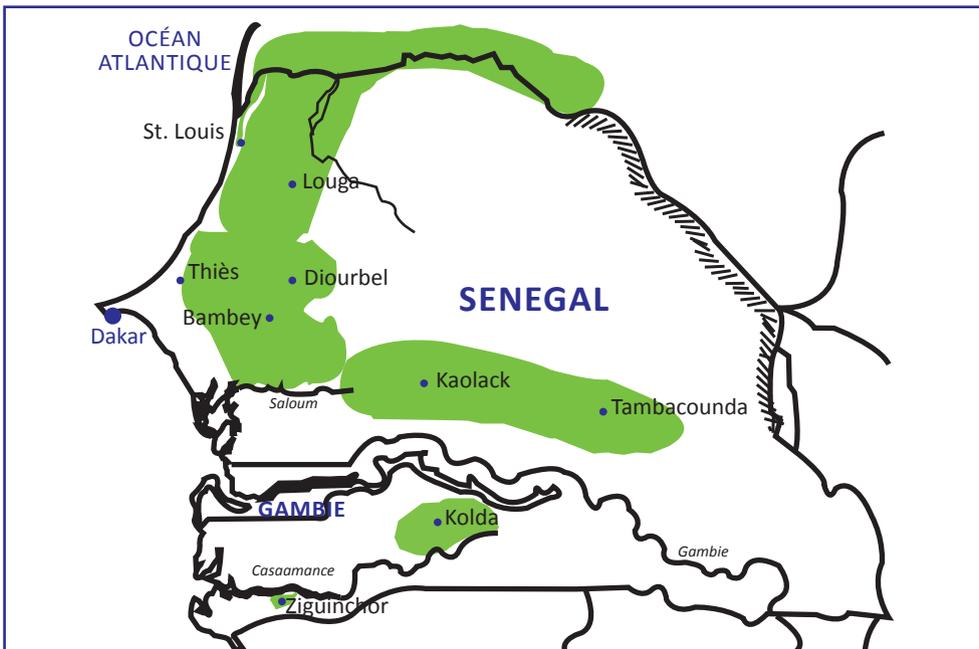
Les systèmes écologiques des zones africaines sont soumis depuis des décennies à d'importantes perturbations climatiques (effets de la sécheresse et des fortes températures) et anthropiques (sur-exploitation des terres, modification des pratiques culturelles). Ainsi, on assiste généralement à un accroissement de l'aridité d'origine édaphique et à une modification du couvert végétal et des paysages, qui affectent la productivité des systèmes de production et les conditions de vie des populations. La fragilisation de la production végétale est l'une des conséquences prévisibles les plus dramatiques du changement climatique en Afrique de l'Ouest.

Quoique invisibles à l'œil nu, les microorganismes et plus particulièrement les bactéries du sol représentent une composante essentielle de la vie sur terre. Les très nombreuses fonctions réalisées par ces organismes leur confèrent un rôle capital dans le fonctionnement des grands cycles biogéochimiques (cycles du C, N, P, etc.), libérant les éléments nutritifs nécessaires aux plantes, formant l'humus et maintenant les propriétés physiques et chimiques des sols, les situant à la base même de la vie sur terre. De leurs activités dépendent donc directement la qualité et la productivité du sol, support de la croissance végétale. L'effet des changements climatiques ou anthropiques sur la composante bactérienne est cependant très peu étudié du point de vue fonctionnel (conservation ou adaptation des nouvelles activités), populationnel (changements de la proportion de certains taxons ou conservation de la diversité) et réactionnel (affectation ou résilience).

Les bactéries du sol appelées sous le terme générique rhizobiums s'associent aux plantes de la famille des légumineuses en une symbiose qui se traduit par la formation d'organes particuliers au niveau des racines (parfois sur les tiges), appelés nodosités, au sein desquelles la bactérie fixe l'azote atmosphérique gazeux et le réduit en une forme assimilable par la plante. Cette symbiose aide les plantes à améliorer l'alimentation azotée surtout dans les sols des régions arides et semi-arides, et favorise la résistance aux conditions de stress. Depuis une quinzaine d'années, le développement de la biologie moléculaire a permis la description de nouvelles espèces de rhizobiums associées aux légumineuses herbacées et arbustives, spontanées et cultivées de la zone sahélienne (Ba *et al.*, 2002 ; Sylla *et al.*, 2002). L'étude de l'impact de facteurs environnementaux sur les symbioses a pu être abordée de façon plus approfondie, sur des modèles importants en agriculture et en foresterie (Krasova-Wade *et al.*, 2003 ; Diouf *et al.*, 2007 ; Diouf *et al.*, 2008 ; Fall *et al.*, 2008 ; Fall *et al.*, 2009) en particulier, le niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) et ses rhizobiums associés (bradyrhizobiums). C'est une légumineuse alimentaire importante dans les systèmes de cultures à base de céréales-légumineuses du Sahel (Padulosi et Ng, 1997). Les rendements observés sont de l'ordre de 300 kg à l'hectare au niveau mondial et de 50 à 550 kg à l'hectare en Afrique (Cissé et Hall, 2003). La faiblesse des rendements est due à la pauvreté des sols, en particulier en azote, et aux contraintes environnementales et au premier rang, la sécheresse. Le niébé est particulièrement adapté dans les régions à faibles pluviométries. Cependant, au Sénégal la sécheresse constitue la cause principale de l'instabilité de ses rendements et de sa faible production,

car plus de 90 % des superficies cultivées en niébé sont concentrées dans le Nord et le Centre Nord, régions les plus sèches du pays. Environ 93 % des superficies cultivées en niébé sont concentrées dans la région de Louga (48 %), Diourbel (25 %) et Thiès (20 %) (Figure 1). Ces contraintes entraînent des risques concomitants et persistants d'érosion du rendement. Depuis le milieu des années soixante-dix, la région principale de culture de niébé est touchée par une baisse importante de la pluviométrie, marquée par des précipitations annuelles extrêmement variables en fréquence et en volume, passant en moyenne de 500-600 mm annuels avant 1970, à 300-400 mm dans les années 1980-2000 (Figure 2).

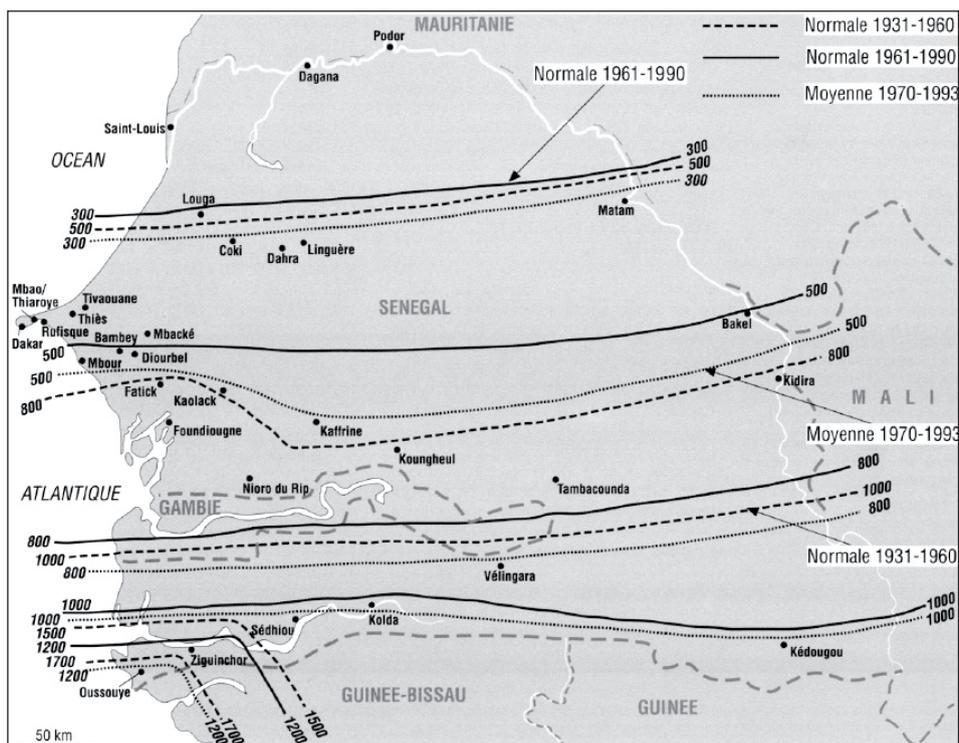
Figure 1 : Zones principales de culture du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) au Sénégal (d'après Sene *et al.*, 1971 modifié par Cissé, communication personnelle).



Par contre, peu d'informations existent sur la diversité des rhizobiums du niébé et leur comportement vis-à-vis de ces changements. Ils représentent l'une des populations de bactéries parmi les plus intéressantes à considérer au regard de la vulnérabilité des sols. Des travaux récents (effectués entre 1999 et 2005) ont montré une grande diversité de bradyrhizobiums au Sénégal avec des résultats préliminaires indiquant une corrélation entre les conditions hydriques et la répartition géographique de ces bactéries (Krasova-Wade *et al.*, soumis pour publication). L'objectif du présent travail sera d'effectuer une étude permettant d'approfondir les résultats précédents en

étudiant, dans un processus nouveau de recherche en partenariat, et suivant un gradient agro-écologique, la diversité des bradyrhizobiums associés à une même variété contrôlée de niébé. D'un point de vue pratique, ces informations permettront d'apporter des critères concrets pour l'orientation des démarches de sélection de souches commercialisables en vue de l'inoculation de cette légumineuse en zones arides tropicales.

Figure 2. Transition des isohyètes de 1931 à 1993 (Ndong, 1995)



MATÉRIEL ET MÉTHODES

Obtention des nodules

Les expériences ont été conduites de 1999 à 2001, en 2005 et 2009 au Sénégal. Les nodules ont été obtenus en milieu naturel, courant la saison de pluies, dans les zones principales de culture de niébé réparties entre quatre zones eco-géographiques du Sénégal, la vallée du fleuve Sénégal, zone Sylvopastorale, le Bassin arachidier et le Sénégal Oriental. L'échantillonnage a été effectué dans des champs paysans choisis au hasard ou appartenant à des sites de recherche et de démonstration dans les Communautés Rurales de Guédé village, Ouarkhokh, Darou Mousty et Dya. Ces sites ont été mis en

place en partenariat avec des paysans représentant des organisations de producteurs appartenant aux CLCOPs (Cadres Locaux de Concertation des Organisations de Producteurs) et des Conseillers Agricoles et Ruraux de l'ANCAR, partenaires de différents projets de recherche et de développement, clos ou en cours d'exécution. Ils ont un double objectif : contrôler en milieu naturel les conditions expérimentales et diffuser les produits de la recherche aux acteurs locaux. La variété de niébé, dite «Ndiasiw», variété locale, et Mélakh, variété sélectionnée, ont été utilisées. A notre connaissance, aucun des sols prospectés n'a été au préalable inoculé avec des rhizobiums.

Des échantillons de sols ont été prélevés en différents endroits de chaque site, à 5-20 cm en profondeur, et mélangés. Les analyses physico-chimiques ont été réalisées par le Laboratoire Central d'Analyses de l'IRD à Dakar (Sénégal). Les propriétés déterminées et les méthodes utilisées ont été : granulométrie du sol, $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, Carbone organique total, Azote total, Phosphore assimilable, pF 2,2 (point de flétrissement) et pF 4,2, Conductivité Electrique. Les données pluviométriques des stations les plus proches des sites d'essais ont été fournies par le CSE.

Traitement et analyse moléculaire des nodules

La diversité des rhizobiums indigènes a été étudiée sur l'ADN de nodosités récoltés dans les champs par la technique de PCR-RFLP de l'IGS de l'ADNr 16S-23S (Krasova-Wade and Neyra, 2007). Cette technique consiste à comparer le polymorphisme des fragments de restriction d'une région choisie du génome et de regrouper les profils similaires, après amplification par la réaction de polymérisation en chaîne (PCR) et digestion des amplifiats par des enzymes de restriction (RFLP). L'IGS, zone ciblée, est une zone de l'ADN très variable permettant de regrouper des rhizobiums génétiquement très proches (Willems *et al.*, 2001a, Krasova-Wade *et al.*, 2003).

Analyse de la diversité des rhizobiums de niébé

La diversité des rhizobiums natifs a été étudiée sur la base de différents profils PCR-RFLP de l'IGS de l'ADNr 16S-23S correspondant à différents types IGS. Chaque nouveau type IGS a été considéré comme une espèce différente. La diversité spécifique a été estimée en utilisant les indices statistiques non paramétriques de Shannon-Wiener (H') pour des populations randomisées (Borcard et Buttler, 2001). Les relations entre les variables physico-chimiques et les indices de diversité ont été étudiées par analyse multivariée en composantes principales sur une matrice de corrélation et ANOVA.

RÉSULTATS / DISCUSSION

L'analyse moléculaire effectuée sur des nodosités de la variété Mélékh en 2009 a confirmé qu'il existait une grande diversité de bradyrhizobiums natifs dans les sols du Sénégal, au moins 25 différents types génétiques répertoriés. L'étude de leur répartition géographique révèle une plus grande diversité (indice de Shannon-Wiener $H' = 0,71$) au nord à Guédé, dans la région du Fleuve caractérisée par une faible pluviométrie (moyenne annuelle de 100 à 300 mm de pluies), par rapport aux régions situées plus au sud ($H' = 0,55$ à Ouarkhokh ; $H' = 0,32$ à Darou Mousty et $H' = 0,39$ à Diokoul) où les pluies sont plus abondantes (>600 mm par an). Ce gradient décroissant nord-sud de la diversité est apparu stable dans le temps car les mêmes tendances ont été observées entre 1999 et 2001 et en 2005 malgré des fluctuations éventuelles de la pluviométrie (Figure 3 et Tableau 1).

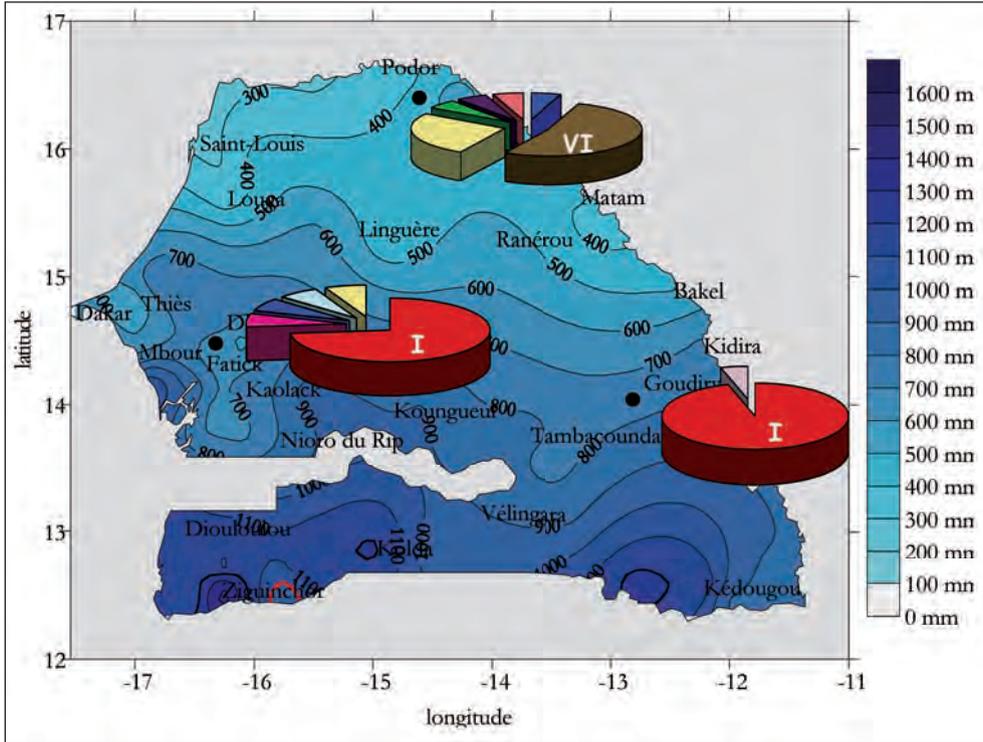
Tableau 1 : Diversité inter-zone de rhizobiums natifs du niébé et fréquences de nodulation des groupes I et VI observées en 2009 au Sénégal

Zones	Nombre de nodules analysés	Nombre total de groupes	Indice de diversité (H')	« Type I »	« Type VI »
Guédé	67	8	0,71	-	36 %
Ouarkhokh	73	5	0,55	48 %	5 %
Darou Mousty	60	3	0,32	70 %	-
Diokhoul	77	5	0,39	74 %	-

- : non mis en évidence

Deux groupes génétiques de rhizobiums ont été majoritaires. Un groupe (« type VI ») s'est révélé majoritaire au nord (36 % - 52 % des nodosités en fonction de la richesse spécifique du site) alors qu'il était absent dans le reste du pays, tandis qu'un deuxième groupe (« type I ») est très largement dominant au centre (70 % - 89 % des nodosités). La zone de Ouarkhokh apparaît comme transitoire car elle présente les deux types à des proportions intermédiaires, 5 %, pour le type VI et 48 %, pour le type I. Cette répartition des deux groupes génétiques ne semble pas être spécifique à la variété végétale car les observations similaires ont été obtenues sur la variété «Ndiasiw» en 1999, 2000 et 2001.

Figure 3 : Pluviométrie moyenne annuelle (source CSE) et distribution des groupes génétiques sur trois sites en 2005. En rouge, « type I » ; en marron, « type VI » ; les cercles noirs indiquent la position des sites d'étude.



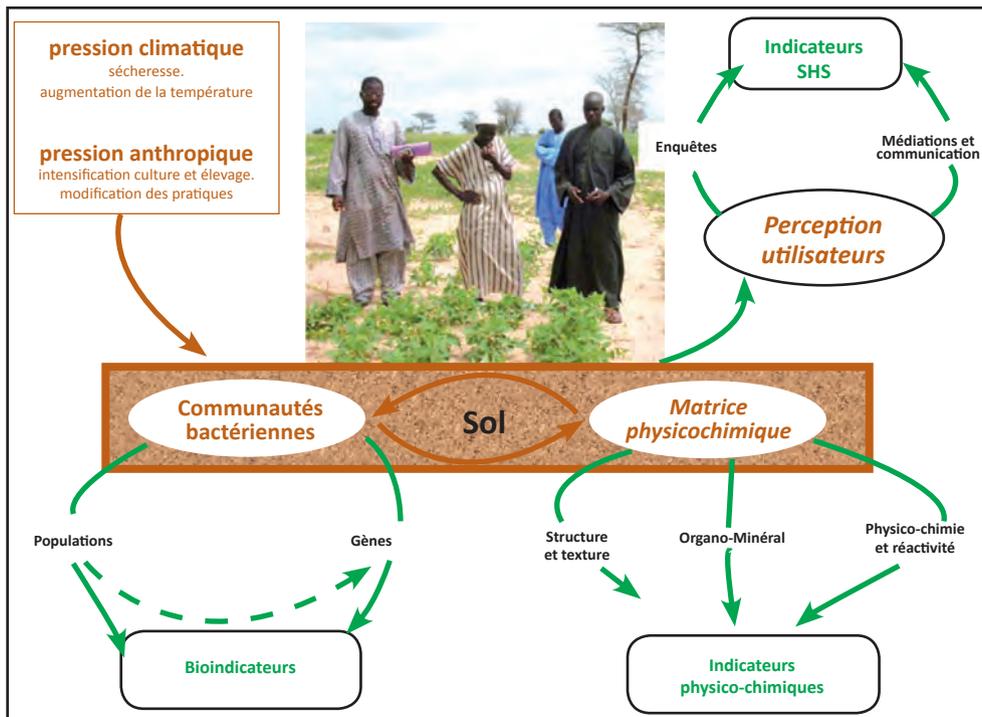
Les analyses multi variées entre la diversité, la distribution géographique des rhizobiums et les caractéristiques physico-chimiques des sols échantillonnés n'ont révélé aucun paramètre expliquant cette distribution. Or, la pluviométrie apparaît comme un facteur déterminant la corrélation (négative) entre les conditions hydriques et la diversité. Les zones les plus sèches affichent un niveau de diversité globale plus important que les zones humides, résultat qui peut être interprété comme une stratégie bactérienne d'adaptation à des conditions de stress.

Les mêmes tendances ont été observées dans d'autres pays de l'Afrique de l'Ouest, Mali, Niger et Bénin (résultats non publiés). C'est ainsi que le « type I » a été rencontré avec une fréquence importante, liée à la pluviométrie (68 % des nodosités sur la station expérimentale de l'IER à Cinzana au Mali, avec une pluviométrie annuelle de 650 mm ; 38 % sur la station de l'Université Abou Moumouni près de Niamey au Niger avec 500 mm de pluies). Le « type VI » n'a été retrouvé qu'au Niger seulement dans 2 % des nodosités. Par

contre au Bénin, la diversité s'est révélée plus importante au Sud (région plus humide, avec 1100-1300 mm de précipitations par an) et au Centre qu'au Nord du Bénin (900 mm par an), avec des groupes prédominants différents dont le « type I » dans respectivement 3%, 23% et 18 % des nodosités.

Au Sénégal, cette répartition pluviométrique correspond aussi à des historiques culturelles différentes. Concernant le niébé, les pratiques culturelles peuvent sensiblement varier entre les zones d'étude : il peut être mis en culture pure ou associée, semé ou non de manière précoce et cultivé en rotation avec le mil ou l'arachide (résultats non publiés). Les stratégies culturelles des producteurs sont influencées par de multiples facteurs environnementaux (ex. précocité des pluies), biotiques (ex. attaques d'insectes) et socio-économiques (ex. la production de l'année précédente, la disponibilité en terre, en main d'œuvre et outils ou encore des sources annexes de revenus). L'arrivée de la période de sécheresse en 1968 a impliqué une réduction générale de la quantité des pluies et le déplacement des isohyètes vers le sud. Ce phénomène a eu diverses conséquences sur les pratiques culturelles : l'abandon de terres, une exploitation plus intensive de certaines parcelles, une superficie cultivée souvent plus importante ou encore l'introduction de nouvelles variétés culturelles et d'engrais. Les bradyrhizobiums apparaissent donc comme bioindicateurs potentiels d'un changement de l'état du milieu dans son ensemble : typologie et pratiques locales d'exploitation des terres, caractéristiques physico-chimiques et états microbiologique et hydrique des sols (Figure 4).

Figure 4 : Représentation schématique de l'étude interdisciplinaire sur la vulnérabilité des sols



(Source : Neyra, Projet ANR/VMCS SoIA)

CONCLUSION

Les bactéries symbiotiques du groupe de bradyrhizobiums natifs des sols de l'Afrique de l'Ouest représentent de bons modèles, à la fois pour comprendre les mécanismes adaptatifs à la sécheresse et pour cerner de façon plus fine le comportement de populations ciblées en réponse aux modifications des conditions environnementales. Ces changements ne peuvent être élucidés qu'avec une implication des savoirs et expertises locaux et une ouverture vers d'autres disciplines scientifiques.

Le LCM a initié à partir de 2005 le développement d'un partenariat entre laboratoires de recherche, organisations paysannes et structures de conseil agricole pour la diffusion et la sensibilisation sur l'importance et l'utilité des bactéries symbiotiques. D'une manière générale, ces actions ont permis de créer des liens directs et de confiance entre chercheurs et paysans, de penser les partenariats avec des organisations représentatives et pas seulement

avec des individus, de sensibiliser les paysans aux questionnements de la recherche et pas uniquement aux résultats, et d'envisager la collaboration dans la durée (Sow et Neyra, 2008). Ce dialogue franc entre la recherche et les acteurs locaux donne actuellement l'ouverture à d'autres disciplines et permet d'aborder les travaux de recherche à travers les regards croisés de microbiologistes, climatologues, physico-chimistes du sol, sociologues afin d'élaborer et valider des indicateurs dynamiques qui permettront d'observer et d'anticiper le comportement du sol pour une amélioration de la productivité agricole dans le respect de l'environnement et d'une agriculture durable.

REMERCIEMENTS

Les auteurs et l'ensemble du personnel du Laboratoire Commun de Microbiologie remercient les présidents et les producteurs représentants des organisations paysannes et les agents d'encadrement rural de l'ANCAR des CLCOPs de Guédé, Ouarkhokh, Darou Mousty et Dya pour les efforts consentis, leur engagement et leur disponibilité. Ces études ont bénéficié de l'aide financière des programmes DURAS-Inoculation, CORUS-MycoVigna, RIPIECSA-Ripimsa, Aires Sud et ANR/VMCS SolIAO. Nous sommes reconnaissants à l'ensemble de nos collègues pour leur esprit de partenariat exemplaire.

Références

- Ba, S., A. Willems, P. de Lajudie, P. Roche, H. Jeder, P. Quatrini, M. Neyra, J. C. Promé, M. Gillis, C. Boivin-Masson, and J. Lorquin. 2002. Symbiotic and taxonomic diversity of rhizobia isolated from *Acacia tortilis* subsp. *raddiana* in Africa. *System. Appl. Microbiol.* 25 : 130-145.
- Borcard, D., et A. Buttler. 2001. *Ecologie numérique*. 250 p. Université de Montréal et Université de Franche-Comté.
- Cissé, N., S. Thiaw, M. Ndiaye, et A. E. Hall. 1996. Guide de production de niébé. Fiches techniques, ISRA, 6 (2) : 1-12.
- Diouf D., R. Samba-Mbaye, D. Lesueur A. T. Ba, B. Dreyfus, P. de Lajudie, and M. Neyra. 2007. Genetic diversity of *Acacia seyal* Del. rhizobial populations indigenous to Senegalese soils in relation to salinity and pH of the sampling sites. *Microbial Ecol.* 54 : 553-566.
- Diouf D., I. Ndoye, D. Fall, A. Kane, A. T. Ba, and M. Neyra. 2008. Caractérisation phénotypique et symbiotique de souches de *Mesorhizobium* spp. nodulant *Acacia seyal* Del. *Journal des Sciences et Technologies*, 7 : 1-10.
- Fall, D., D. Diouf, M. Ourarhi, A. Faye, H. Abdelmounen, M. Neyra, S. Sylla, and M. Missbah El Idrissi. 2008. Phenotypic and genotypic characteristics of *Acacia senegal* (L.) wild root-nodulating bacteria isolated from soils in the dryland part of Senegal. *Applied Microbiology, Letters in Applied Microbiology*, 47 : 85-97.
- Fall, D., D. Diouf, M. Neyra, O. Diouf, and N. Diallo. 2009. Physiological and biochemical responses of *Acacias seyal* (Del.) seedlings under salt Stress conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 32 : 1122–1136.
- Krasova-Wade, T., I. N. N'Doye, S. Braconnier, B. Sarr, P. de Lajudie, and M. Neyra. 2003. Diversity of indigeneous bradyrhizobia associated with three cowpea cultivars (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) grow under limited and favorable water conditions in Senegal (West Africa). *Afr. J. Biotech.* 2(1) : 13-22
- Krasova-Wade T. and M. Neyra. 2007. Optimization of DNA isolation from legume nodules. *Letters in Applied Microbiology*, 45 :95-99.

- Ndong J.-B. 1995. L'évolution de la pluviométrie au Sénégal et les incidences de la sécheresse récente sur l'environnement / The evolution of rainfall in Senegal and the consequences of the recent drought on the environment. *In: Revue de géographie de Lyon*. Vol. 70 n° 3- 4. Sahel, la grande secheresse. pp. 193-198.
- Padulosi, S. and N. Q. Ng. 1997. Origin, taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp., p. 337-340. *In* B. B. Singh, D. R. Mohan, K. E. Dashiell, and L. E. N. Jackai (ed.), *Advances in cowpea research*. Nigeria, Japan.
- Sene, D., P. Laurent, and S. M. Ndiaye. 1971. Les variétés de niébé actuellement conseillées au Sénégal. *Les cahiers d'Agriculture Pratique des Pays chauds*, 2 : 1-18.
- Sow H. A and M. Neyra. 2008. Paysans et chercheurs ensemble pour l'intégration des microorganismes dans le système agricole ouest-africain. *AGRIDAPE*, 24 : 20-22
- Sylla, S. N, R. T Samba, M. Neyra, I. Ndoye, E. Giraud, A. Willems, P. de Lajudie, and B. Dreyfus. 2002. Phenotypic and genotypic diversity of rhizobia nodulating *Pterocarpus erinaceus* and *P. lucens* in Senegal. *System. Appl. Microbiol.* 25 : 572-583.
- Willems, A., R. Coopman, and M. Gillis. 2001. Comparison of sequence analysis of 16S-23S rDNA spacer regions, AFLP analysis and DNA-DNA hybridations in *Bradyrhizobium*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 51 : 623-632.

Developing farmers' coping and adaptation strategies to climatic variability and change in semi-arid areas of Zimbabwe

Adelaide Munodawafa¹, Veronica Makuvaro¹, John Dimes²,
Francis Mugabe^{1,3}, Phillip Masere¹, Cyril Murewi¹
and Ignatius Chagonda¹

ABSTRACT

In Southern Africa's semi-arid and arid areas water resources and agriculture are among the sectors most vulnerable to climate variability and change (CVC). The small-holder farmers whose livelihood is based on rain-fed agriculture are the most vulnerable group and have the least ability to adapt to these climatic changes. To enable them to withstand the negative impacts of CVC their adaptive capacity has to be increased. Participatory development of appropriate adaptive technologies, which takes into consideration their resource endowment, biophysical conditions and climate change, is key. The main objective of this study was to develop appropriate strategies that facilitate rural communities to increase their adaptive capacity to cope with risks associated CVC. The study was carried out in Gweru and Lupane districts of Zimbabwe. Most areas in these districts consist of shallow, coarse grained sands, with a low production potential. The average annual rainfall is less than 700mm. Droughts are common and dry-land crop production and animal rearing are practised. Farmer Group Discussions and Individual Farmer Interviews were used to document the farmers' knowledge about

¹ Faculty of Natural Resources Management and Agriculture, Midlands State University, Bag 9055, Gweru, Zimbabwe, Tel: +263-54-260 409; Fax: +263-54-260 311; munodawafaa@msu.ac.zw or amunodafa@yahoo.com

² International Crop Research Institute for the Semi Arid Tropics (ICRISAT), P. O. Box 776, Bulawayo, Zimbabwe, Tel: +263-83-8311; Fax: +263-83-8253

³ School of Agricultural Sciences & Technology, Chinhoyi University of Technology, Private Bag 7724, Chinhoyi, Zimbabwe, Tel: +263-67-22303; Fax: +263-67-22082

CVC and their coping strategies. Farmers were trained to use seasonal climate forecasts (SCFs) and climatic change scenarios as a basis for establishing adaptive strategies. Field-days and workshops were used for training and of exchange information, while courses on climate change and adaptation were developed in a bid to build capacity and competency within the country's institutions. The study showed that farmers were knowledgeable about their environment and used indigenous methods to predict weather conditions. Over 80% of farmers acknowledged their vulnerability to CVC. Their ability to adapt is affected by lack and late supply of inputs, low soil fertility, lack of draft power and labor constraints, livestock and crop diseases and limited access to agro-met information. Farmers' coping and adaptation mechanisms included growing of drought tolerant crops and early maturing varieties, early land preparation, horticulture, livestock rearing and off-farm work. SCFs were appreciated by farmers as an important tool for making correct farming decisions. A competent Extension service plays a vital role in simplifying and disseminating met data thereby helping farmers make informed decisions.

Key words: *climate variability and change, coping and adaptive strategies, indigenous knowledge, on-farm experimentation, seasonal climate forecasts, smallholder farmers*

INTRODUCTION

Agriculture is the mainstay of the economies of many African countries, with 61% of the population in Sub-Saharan Africa being classified as agriculturalists or people whose major occupation is cultivation of crops and/ or livestock rearing (UNEP, 2002). Climate variability directly affects agricultural production, as agriculture is inherently sensitive to climatic conditions and is one of the most vulnerable sectors to the risks and impacts of global climate change (Parry et al., 1999). In Southern Africa's semi-arid areas, changes in climate and their effects range from increases in temperature and evaporation, decreases in total rainfall amount, increases in rainfall intensity, tropical cyclones and dry spells and changes in seasonality of rainfall. The extent to which natural ecosystems and agricultural productivity are vulnerable to climate variability and change depends upon the magnitude,

rate and nature of climate change and the ability of the impacted systems to adapt. In this region water resources and agriculture are the vulnerable sectors to climate variability and change.

Climate variability is very high in the arid and semi-arid lands and people often have to cope with long periods without rainfall (Orindi and Marray 2005; Evers 1994). Zimbabwe lies in these semi-arid and arid regions in which rainfall is variable and unreliable, occurring from November to March and the reliability of rainfall increases with altitude and from South to North thereby impacting on rain-fed agriculture and other sectors of the economy (Chenje et al 1998; Vincent and Thomas, 1962). The rural poor farmers derive their livelihoods from agriculture, despite the fact that they are confined to marginal areas of low agricultural potential. This makes them vulnerable and food insecure as they have the least ability to adapt to climate change since they rely on rain-fed agriculture for their livelihood. To reduce the vulnerability of small-holder farmers and increase their adaptive capacity, a multi-faceted approach is necessary, one that addresses access to information, training of extension and support staff and participatory technology development to ensure that adaptive strategies address the farmers' environment and their resource base. The main objective of this study was to develop education, research and extension competencies to be able to create strategies that facilitate rural communities to increase their adaptive capacity to cope with risks and opportunities associated with climate variability and change.

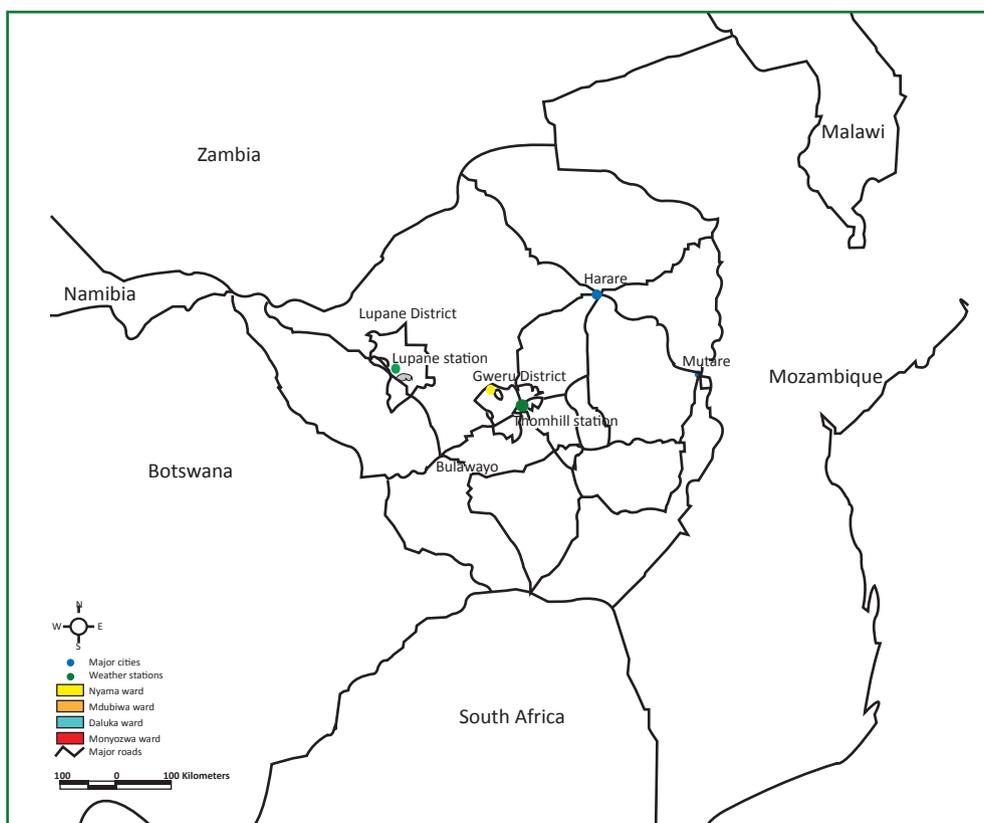
MATERIALS AND METHODS

Site characteristics

The study was carried out in Lower Gweru and Lupane districts of Zimbabwe (Fig. 1). Lower Gweru is located in the central part of the country and lies 29°21' E and 19°16' S, in the Natural Agro-ecological Region III, which is characterized as semi-arid and receives 500-700mm annual rainfall (Vincent and Thomas 1962). Temperatures are generally high ranging from 24 – 28°C. The soils consist of shallow, coarse grained sands, derived from granite (Thompson and Purves, 1978). These soils are inherently infertile and have a low production potential. Lupane is located in the south-western part of the country, between 27°46'E and 18°56'S. It lies in Natural Agro-ecological Region IV, which is arid and receives average annual rainfall of 450-600mm (Vincent and Thomas 1962; Whitlow, 1988). Maximum temperatures range

from 32 to 35°C. The soils are deep, fine grained sands generally derived from the Kalahari sands, with some pockets of vertisols. These soils have very high infiltration rates and are relatively infertile (Thompson and Purves, 1978; Grant, 1981). The rainfall pattern in both areas is of high intensity and is erratic both between and within seasons, resulting in midseason dry spells and droughts. The high temperatures result in high evaporative losses thus rendering the received rainfall less effective.

Figure 1: A Map showing the location of the study areas



Data collection

A participatory approach was used, where farmers were encouraged to be involved in the discussions and their ideas were taken into consideration. It was important to find out if in fact farmers acknowledged that the climate was changing. If this was so, then they were to highlight the indicators to

these changes. Was the climate changing for better or for worse? The answer to this question was also established/ assessed through their level or degree of vulnerability compared to the previous years. If the climate was indeed changing, how were the farmers coping or adapting to these changes. Thus farmers' coping and adaptive strategies were compiled and assessed in relation to the changing climate, resource endowment and the biophysical conditions. In Lower Gweru data was collected from two Wards of Mdubiwa and Nyama, while in Lupane, Daluka and Menyezwa Wards were used as study sites. From each of the four Wards three villages were selected and four farmers from each of the villages participated in the project. Resource endowment, gender and age considerations were made during the selection of the farmers so that the whole farmer spectrum was covered. Individual Farmer Interviews and Focus Group Discussions were used to solicit information from the rural farmers. Questionnaires and checklists were developed for both methods.

Workshops were held with participating farmers, extension workers, Meteorological Department and policy makers, where information on the quality of each season was discussed. The concept of seasonal climate forecast and its importance in farm decision making was introduced to the farmers. Thereafter, the farmers were required to indicate how they assessed the quality of a season based on their indigenous knowledge. The indicators used in the assessment of the quality of the season were captured and the farmers' prediction of the season was reached. Thereafter, the seasonal climate forecasts (SCFs), according to the Met Department were announced and explained. A comparison was made between the two forecasts. Smallholder farmers were trained on the concept of climate forecasts and their usefulness in making decisions to maximize crop productivity for a given season. Thus using the SCFs, resource endowment and the biophysical conditions for each village, farmer-driven experiments were developed. Each village indicated the problems and possible trials they were interested in, given the SCFs and the problem areas they wanted addressed, e.g. soil fertility, tillage systems, soil and water management, type of crops and varieties to grow. Major problems from different villages in a Ward were selected and a mother trial (researcher managed) was developed, two mother trials in each district. Other problems were factored in the baby trials (farmer managed). Four farmers from each of the six participating villages from each district hosted the baby trials. This level of involvement of the farmers ensured their full participation and sense of honor-ship towards the project.

Extensionists, farmers and students were trained on Climate Variability and Change (CVC) as well as participatory agro-met strategies, so as to ensure support, sustainability and extension of coping and adaptation strategies. Simple agronomic models were introduced to the farmers using 'what if' scenarios to show the effect of adaptive strategies, thereby enabling the farmers to choose the options that best suit their individual situations. Farmer field-days and workshops were held in each district to also facilitate sharing and exchange of information. During Mid-season-evaluations, participating farmers explained the experiments to the community and together evaluated the performance of the different treatments. This is some form of farmer to farmer extension, which has been found, in some regions, to be more acceptable to farmers than using conventional extension by external agents. Researchers acted as facilitators while the communities chose the best adaptive strategies or the ones that best suited their circumstances.

While the project's emphasis was on participatory development of adaptive strategies and information dissemination, there was need to focus on the sustainability of such a learning process after the termination of the project. A support system had to be established that would help the farmers to continue reducing their vulnerability to climate variability and change. One major anticipated challenge that the farmers would encounter would be accessing seasonal climate forecasts from Meteorological Department. Therefore, the involvement and training of extension staff was important so that they would access the weather information from Meteorological Department and avail it to the farmers as well as to generally support the farmers in their quest to implement the adaptive strategies. For long term sustainability, the project developed two modules on climate change and adaptation, to be taught at the Midlands State University, Faculty of Natural Resources Management and Agriculture. This ensured that the graduates from this university would be competent in issues related to climate change and adaptation as well as crop simulation modeling and thus be of assistance to the farmers.

RESULTS AND DISCUSSION

Farmers' adaptation and coping strategies

Information gathered during individual farmer interviews and farmer group discussions showed that more than 90% of farmers in Zimbabwe have noticed

significant changes in weather patterns. Farmers also tended to remember drought years more than they would very wet years. The years 1992/3, 2002/3 and 2005/6 were identified as most recent drought years, which also tallied with the records from meteorological department. Mathieu and Yves (2005) also reported that Southern Africa experienced droughts at differing scales during the years 1991/2; 2001/2; 2002/03; 2003/04. According to the farmers, food insecurity and poverty are the major negative impacts of climate change, due to increased number of drought years and the seldom tropical cyclones causing water logging and floods. Extreme events were attributed to wrath of the ancestral spirits and God for immoral behavior (social dynamics). This is in agreement with what Hagmann (1999) found in Masvingo, where farmers perceived severe droughts as punishment from ancestral spirits for behavior which is not in line with traditional and cultural rules.

Over 80% of farmers acknowledged their vulnerability to climate variability and change and that their ability to adapt was affected by low soil fertility, lack of draft power and labor constraints, livestock and crop diseases, limited land and limited access to agricultural information. Due to the economic melt-down in Zimbabwe, farmers have had challenges such as unavailability/ late supply of agricultural inputs, which has negatively affected the implementation of their coping strategies. Coping and adaptation mechanisms included growing of drought tolerant crops and early maturing varieties, early land preparation, horticulture, livestock rearing and off-farm work (Table 1). In Lupane livestock rearing plays a very important role, thus about 55% of the farmers usually sell their livestock to buy food, pay school fees and buy medication for themselves and their livestock. Food security is usually derived from rain-fed agriculture and during good years, farmers sell surplus grain but in recent years they have resorted to keeping it for future use, due to unpredictable rainfall patterns. Horticulture is limited to home consumption and local sales. In Lower Gweru, however horticultural crop production is one of the major coping strategies that farmers use. In Nyama Ward, wetlands are used, while in Mdubiwa Ward vegetables are grown under irrigation. The produce is sold locally or to the nearby urban markets of Gweru.

Farmers have always been aware and knowledgeable about their environment and how to use them to their advantage, a fact often overlooked by scientists, who assume that they have all the solutions to the farmers' problems. Hagmann (1999) found similarities in farmers' criteria

and scientific criteria for soil description and management. The difference in implementation is often a result of the many considerations that the farmers often have to deal with before making a specific farming decision. This is why many 'technically sound strategies' have not been adopted by farmers as they feel that research and extension do not 'understand' the dynamics of their environment. Thus building on indigenous knowledge and recognizing farmers' adaptive and coping strategies should be the starting point of any research and extension initiatives, i.e. participatory technology development.

Table 1: Coping and adaptation strategies to climate variability and change by smallholder farmers in Lower Gweru and Lupane

Observations	Coping and adaptive strategies
<p>Livestock productivity</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poor rainfall • Water shortage during dry months • Poor vegetative cover on grazing lands • Encroachment of bush and reduction in grass cover • New grass species have emerged • Diseases prevalent, e.g. lump skin, heart water • Livestock numbers going down due to diseases/shortage of feed • No medicines • Thin animals due to inadequate water and grass 	<ul style="list-style-type: none"> • Digging deep wells for water • Supplementary feeding (leaves, hay) • Have had to drive cattle to former commercial farming land, however it is risky as it is not formalized • Reserved grazing lands for use during winter • Help from forestry commission, allowing people to use forests for grazing • To get vet officers to immunize our livestock • To sell some cattle in order to be able to buy some medicines for the others • Sporadic dipping with chemicals from NGOs (e.g. World Vision) • No coping strategies as there are no medicines available • In years when grass cover is good, grass is cut for later feeding
<p>Land degradation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gullies have emerged, • Dams have breached • High siltation of rivers and dams 	<ul style="list-style-type: none"> • Land committees to open wider cattle corridors • Stop cutting trees, • Make storm drains • No pulling sleighs and agricultural equipment (use carts) • Planting sisal in different areas • Ask for help from NGOs to rebuild dams • Digging wells for people and livestock

<p>Crop productivity</p> <ul style="list-style-type: none"> • Low rainfall amounts • Mid-season dry spells • Shorter seasons • Late start of rainfall season • Abrupt end of the rainfall season • Poor rainfall distribution and short seasons • Extremely high rainfall • Crop failure /drought / hunger • Reduction in yields • Wilting crops during dry years and logging during the wet ones • More poor yielding than good yielding years • High rainfall; high yields or low yields due to water logging 	<p><u>Poor rainfall</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Early procurement of inputs and early land preparation • Cultural cleansing exercises e.g. clearing of trees struck by lightning, brewing beer to appease ancestors and praying for rains • Consult the met officers for weather updates • Planting short season/ early maturing varieties • Plant early, e.g. dry planting • Grow drought tolerant crops • Stagger planting dates • Use less fertilizer • Make furrows to harvest water • Winter plough to retain moisture • Use of contour ridges • Use planting basins and other forms of conservation farming • Apply mulch especially on planting basins. • Concentrate on gardening <p><u>High rainfall years</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Apply more fertilizer if available • Grow more sweet potato (Lower Gweru) • Grow more maize (in Lupane) • Open up furrows to drain excess water (furrow drainage) • “No plan” • In good years, build granaries to store grains for the future use <p><u>Crop failure/ hunger</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sell livestock to buy food and get cash for other uses • Buy items such as soap and sugar and exchange for maize grain • Get money to buy food from non-farming activities such as basket making, brick moulding and gold panning • Buy grain from the Grain Marketing Board (GMB) if available • Migrate to other areas • Get food aid from government and NGOs • Rely on remittances from children and /or relatives working locally or in the diaspora • Get assistance from local/community social groups • Reduce number of meals per day
<p>Water sources</p> <ul style="list-style-type: none"> • Low rainfall • rivers flow for short periods • Siltation of rivers and dams • Boreholes drying up 	<ul style="list-style-type: none"> • Digging wells and drilling boreholes for water during winter months

Seasonal climate forecasts and farmer experimentation

The study showed that most farmers do not have access to seasonal climate forecasts from the meteorological offices and that the farmers were knowledgeable about their environment and used indigenous methods to predict weather conditions. The seasonal climate indicators that the farmers used ranged from trees, birds, insects, direction and types of winds, temperatures, preceding season among others (Table 2). For example, an indicator tree like "isigangatsha" (*Lannea discolor*) is said to produce many fruits when the season is good, few fruits when it is poor, aborts its fruits if the season is to start well but end abruptly before the crops mature. Extended winter periods into September or October would also indicate poor rains. The direction of winds has a bearing on the quality of the season, thus rain-bearing winds are associated with particular directions, while prevalence of whirl winds indicate a good season. Rumbling thunders at the beginning of the season without any significant rainfall signify a poor season. The prevalence of certain types of birds and insects before the onset of the rains further indicates that the season would be good.

Generally the predictions that the farmers made using the indigenous methods were similar to the seasonal climate forecasts from the Meteorological offices, although the farmers' predictions are not very specific. The general consensus from the two districts for the 2008/09 season was that the season was going to be good. According to the farmers' assessment a good season is one that has normal to above normal rainfall. The Met offices predicted the season as follows: Lower Gweru during the period October-November-December (OND): normal to above normal rainfall and January-February-March (JFM): normal to below normal rains; Lupane OND: normal to below normal and JFM: normal to below normal. It is interesting to note that the rainfall amount recorded in the two districts was above normal (850mm for Lower Gweru and 795mm for Lupane). The farmers predicted that the 2009/10 season would be poor, i.e. below normal rains (or at least lower than that of 2008/09 season), which corresponded with Met office predictions, i.e. Lower Gweru and Lupane OND: below normal to normal rainfall and JFM: normal to below normal rains.

Table 2: Indicators used in the indigenous prediction of the quality of the season

A good season	A poor season (Drought)
<ul style="list-style-type: none"> • Heat waves • Prevalence of cicadas • Haziness soon after winter • Prevalence of whirl-winds • Many butterflies hovering in the air starting in October • <i>Rhus lancea</i> and <i>Lannea discolor</i> trees produce lots of fruits • Rain birds making a lot of noise • Frogs turning brownish 	<ul style="list-style-type: none"> • Extended winter period, into September/ October • North easterly winds dominant • Prevalence of thunderstorms with not much rainfall • Early rains starting from early October (usually not sustained up to the end of the season) • <i>Rhus lancea</i> trees produce few fruits • <i>Lannea discolor</i> trees produce fruits but aborts them before the rains • White frogs appear in trees

The main problem areas that the farmers selected for experimentation during the 2008/09 season were as follows:

1. **Tillage systems:** to conserve soil moisture especially during dry seasons or prolonged dry spells and to assess the advantages of soil and water conservation in-field, the ridging system was compared to the conventional tillage (flat)
2. **Maize varieties:** maize in the staple food in Zimbabwe and it is grown throughout the country, even in areas where it is not suitable (arid regions, including part of the study sites). Three maize varieties were selected, i.e. an Open Pollinated Variety (OPV, non-hybrid, late maturing), SC403 (early maturing) and SC513 (medium maturing) varieties.
3. **Fertility:** The nature of the soils in the small-holder areas of Zimbabwe is such that they are of very low inherent fertility, which is a major challenge in crop production. Four fertility levels were tried out, i.e. (a) Control: no manure, no fertilizer; (b) Manure: 4.2t/ha; (c) Low fertilizer: 31.25kgN/ha and (d) Recommended fertilizer level: 65.75kgN/ha.

The experiments for the 2009/10 season were similar to those of the 2008/09 season and the variations made were in response to the predicted poor season. The late maturing variety was dropped as it was felt that it required more water and would thus perform badly given the poor season;

farmers thought that the recommended level of fertilizer would also have a 'burning effect' on the crops and weed control would be critical in reducing water and nutrient competition between weeds and crops. The chosen options were therefore as follows:

- 1. Tillage system:** Ridges and conventional tillage (flat)
- 2. Maize varieties:** SC403 and SC513
- 3. Fertility:** (a) Control: no manure, no fertilizer; (b) Low fertilizer;
- 4. Weeding:** (a) One weeding run, 5 weeks after sowing; (b) Three weeding runs, 3, 7 and 11 weeks after planting.

In both districts, the highest yields were recorded under recommended fertilizer for all the three varieties under both tillage systems, followed by low fertilizer, manure and zero. The early maturing variety (SC403) outperformed the medium (SC513) and late maturity (OPV) varieties on both flat and ridges. The effect of tillage on yield was insignificant due to the heavy rains received soon after planting, which destroyed the ridges. No significant moisture stress conditions were experienced, thus the conservation effect of ridging was not pronounced. Plots which were treated with manure did not perform as well as those with low fertilizer dose despite having the assumed equivalent level of nitrogen. This is so because manure tends to take more time to release the nutrients and is of poor quality. The strategies that were selected by farmers and researchers to maximize crop productivity, based on the seasonal rainfall forecasts, proved to be appropriate.

The concept of crop modeling was introduced in the simplest possible way, to enable the farmers to understand it. Farmers drew their individual Resource Allocation Maps (RAMs) indicating their land sizes, crops grown, planting dates, fertilizer used, weeding runs, yields etc. Simulations were run using the APSIM model. The simulated yields, over the years, reflected the inter-annual variability that matched rainfall variability. The 'what if' scenarios were also tested using the model to illustrate the effect of changing certain agronomic practices, e.g., the effect of adding manure or inorganic fertilizer to a crop and weeding times. Farmers understood the crop modeling concept as was evidenced by their ability to describe how the model worked and how it could help to improve crop yields.

For a participatory development of adaptive strategies to be successful, researchers should acknowledge the farmers as partners, gain their trust so as to increase their confidence and ability to act on/ contribute to the issues that are pertinent to them. Hagmann (1999) noted *"If an outsider wants to support rural people in natural resources management through development of innovations, they should start with the facilitation process which initiates changes in human dimension (behavior, attitudes, interests, respect, trust, ideals) rather the natural resources"*. Only when farmers trust that the researchers take them as partners, do they share their knowledge freely, and are willing to learn/ be trained. The process showed that the rapport that the researchers had with the farmers, enabled them to participate fully, give information freely and show eagerness in the learning process, e.g. the concept of using models and 'what if' scenarios. The indigenous methods of predicting the quality of the season, the problem areas that prompted experimentation and their awareness of the changing climate all show that farmers are knowledgeable about the environment they live in. They may well acknowledge that they have to change/ adapt but the constraints they have (poverty) limits/ hinders the effectiveness of the adaptation.

Sharing information and building capacity and competency

Farmer field-days and workshops provided a platform for training and sharing of information amongst project members, government institutions, participating farmers and the communities, where the project was carried out. During mid-season evaluation of the trials, the host-farmer presented and explained the trials and everyone joined in the evaluation of the treatments. It is sometimes very valuable for farmers to take centre stage of such activities as it has been found that farmers often take advice from their counterparts than from 'outsiders'. The process also empowers the farmers, boosts their confidence and has a positive impact on the communities, who tend to think that if their counterparts can do it, so can they.

In Zimbabwe the set-up is such that farmers are supported by extension workers, who are based in communities. The empowerment process will be incomplete if the extension service lags behind. Therefore, the project also trained the extension workers within the project sites in order for them to be competent in the coping and adaptation strategies to climate change. By so doing the extension workers would liaise with the Met Department to access information on seasonal climate forecasts, simplify it and disseminate it to the farmers. This support structure is vital for the sustainability of such

processes. The extension service would also need periodic refresher courses. In a bid to build the capacity and competency within national institutions, two courses (Climatic change and adaptation; Crop simulation modeling) were developed and are being offered by a local university (Midlands State University, Faculty of Natural Resources Management and Agriculture). This process is envisaged to support and sustain the process of adaptation by small-holder farmers.

CONCLUSION

The smallholder farmers in the study areas are knowledgeable about their environment and are aware that the climate is changing. They have developed diverse strategies to cope and adapt to the effects of climate variability and change. Farmers also use indigenous methods to predict the quality of a season, i.e. trees, insects, winds, birds, etc., meaning that they anticipate the quality of the season well in advance. Although their adaptive capacity is low, their coping strategies are sound but are not effective because of several constraints that they face. Establishment and evaluation of on-farm trials in response to the SCFs was most appreciated by farmers as they realized the need for information to enable them make correct farming decisions. There is growing interest and confidence among many farmers, some of them are participating, in the development of participatory adaptive strategies, as climate change is a reality they are faced with. Researchers have to acknowledge the knowledge base that the farmers have and build on it rather than bringing ready made solutions for the farmers' problems. As projects have short life-spans, it is imperative to put support systems in place, so that the initiated process can be sustained and extended to other communities.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to express their gratitude to the International Research Centre for Development – Climate Change and Adaptation in Africa (IDRC/CCAA) for funding the research activities. Further acknowledgement and appreciation goes to the farmers in Lupane and Lower Gweru districts, where the project was under taken, for their full participation and for freely sharing information, skills and their valuable time with us. We are also grateful to the AGRITEX staff from both districts for logistical support and together with Officers from the Met Department, for helping in the many activities of the project. The relentless effort of all project team members is also greatly appreciated.

REFERENCES

- Chenje, M., Sola, L., Paleczny, D. 1998. The state of Zimbabwe's environment. SAFIRE, Harare.
- Grant, P.M, 1981. The fertilization of sandy soils in peasant agriculture. Zimbabwe agric. J. 78: 169 – 175.
- Hagmann, J. 1999. Learning together for change: Facilitating innovation in natural resource management through learning process approaches in rural livelihoods in Zimbabwe. Margraf Verlag, Weikersheim.
- Parry, M., C. Rosenzweig, A. Iglesias, G. Fisher, and M. Livermore. 1999. Climate change and world food security: a new assessment, Global Environ. Change 9:S51–S67.
- Thompson, J.G., and Purves, W.D., 1978. A guide to the soils of Rhodesia. Rhodesia Agricultural Journal technical bulletin No.3
- UNEP, 2002. Africa Environment outlook: Past, present and future perspectives, Nairobi: United Nations Environment Programme.
- Vincent, V. and Thomas, R.G.1962. An agricultural survey of Southern Rhodesia: Part I Agro-ecological Survey: Harare, Government Printer
- Whitlow, R. 1988. Soil conservation history in Zimbabwe. Journal of Soil and Water 2 – 17.

Improving livelihoods in a changing climate: Participatory agrometeorological extension services a major link to improved agriculture decision making - the Zambian experience

Durton H. Nanja^{1&2*}, Sue Walker²,
Francis T. Mugabe³ and Prospard Gondwe⁴

ABSTRACT

Climate change is now widely acknowledged as one of the most serious developmental challenge of our time. Predictions for southern Africa indicating a more erratic total seasonal rainfall amount is in harmony with the already evidenced adverse effects of climate change such as increased incidences of severe floods and droughts. These together with frequent in-season dry spells will significantly impact on livelihood. The hardest hit will be the rural poor in drier areas, where crop failure and reduced access to basic climate information is already common

The “Building adaptive capacity to cope with increasing vulnerability due to climate change” project in southern Zambia and south western Zimbabwe provided positive lessons for dissemination of climate information. Farmers through participatory agrometeorological extension service were physically engaged in seasonal climate forecasts (SCF) interpretation; making decisions,

¹ Zambia Meteorological Department, Livingstone, Zambia, dnanja@yahoo.com P.O. Box 60004, Tel/fax 260 213 321 256 - mobile +260 977 499 502

² University of the Free State (UFS), Department Soil, Crop and Climate Sciences, BLOEM-FONTEIN 9300 South Africa walkerS@ufs.ac.za, P.O. Box 339, tel: +27-51-401-2222 mobile: +27-82-806-4858

³ School of Agricultural Sciences & Technology, Chinhoyi University of Technology, ftmugabe@yahoo.co.uk, Private Bag 7724, Chinhoyi, Zimbabwe Phone: 263 54 260331 Fax:263 54 260233 Mobile: 011 872 368

⁴ Zambia Agricultural Research Institute, Mt. Makulu Central Research Station, prospard-gondwe@zambia.zm, P Bag 7, Chilanga, Zambia

experimental designs and forecast dissemination. At the SCF introduction in 2007 the Zambia meteorological department's credibility to produce and disseminate SCF was very poor. Only 24 out of the 76 smallholder farmers attending the meeting knew of its existence. After presentation understanding was only traced with 5 farmers and only 12 farmers reported its use by end of season. The 2008 field day attracted 298 farmers.

Continued interaction through the participatory agrometeorological extension service increased farmer participation to SCF dissemination meetings with 2008/2009 and 2009/2010 recording 87 and 73 respectively. The number understanding SCF after dissemination also increased for 2008 and 2009 to 42 and 48 respectively. The field days for 2009 and 2010 equally recorded 457 and 118 participants. The number of farmers reporting SCF use increased to 275 and 75 in 2009 and 2010 respectively.

The statistical farmer participation and participatory agrometeorological extension services influence was a result of process documentation. This paper describes the influence improved linkages between SCF producers and smallholder farmers had through the participatory agrometeorological extension service in farmer improved decision making and livelihoods. With the forecast most farmers improved their agricultural decision making by selecting appropriate seed varieties and fields for planting crops. They also had an experience that integrating SCF in agriculture practices reduced the risks involved.

Keywords: *Participatory Agrometeorology, dissemination, making decisions, influence and smallholder farmers*

INTRODUCTION

Climate change is now widely acknowledged as one of the most serious developmental challenge of our time (Stern 2,007). Predictions for southern Africa indicating a more erratic total seasonal rainfall amount is in harmony with the already evidenced adverse effects of climate change such as increased incidences of severe floods and droughts (Usman and Reason, 2004. These together with frequent in-season dry spells will significantly impact on livelihood. The hardest hit will be the rural poor in drier areas,

where crop failure and reduced access to basic climate information is already common (Mubaya et al., 2008) and three out of five years are droughts.

Mostly affected is the agriculture sector amongst especially amongst smallholder farmers (Stern 2007). Research institutions have developed appropriate coping strategies for adapting to climate change while the National Meteorological Services (NMS) have useful climatic information to support farmer improved decision making. Much of this information however has not been linked to farmers and requires new approaches (Conway and Barbier, 1990). The "Building adaptive capacity to cope with increasing vulnerability due to climate change" project that was working in southern Zambia and south western Zimbabwe funded by CCAA/IDRC aimed at developing a participatory agrometeorological extension service for the dissemination on the climate information.

In Zambia the project was conducted in Monze and Sinazongwe districts while in Zimbabwe it was in Lupane and Lower Gweru. In Monze it was in two sites of Mujika and Sinamalima areas. In Lower Gweru it was in Mudubiwa and Nyama while in Lupane it was in Daluka and Menyezva areas. The project objective was to over a three years period establish farmer perception of climate change, develop and test a participatory agrometeorological extension strategy. This paper aims at describing the influence improved linkages between SCF producers and smallholder farmers had through the participatory agrometeorological extension service in farmer improved decision making and livelihoods in Zambia.

Data and Methods

The participatory agrometeorological extension service approach was meant to improve Mujika smallholder farmers' agricultural decision making. Each stakeholder has a specific role to play in the service (FAO, 2007). To realize this vision, five steps were considered. Firstly, smallholder farmers needed *training* in understanding and interpretation of climatic information. Secondly, farmers needed *full participation* in the climatic information *dissemination* process using *multi-dissemination approaches*. The fourth step was *engagement* into the *application of information with participatory monitoring and evaluation* as the last step.

Training workshops for smallholder farmers were organized before the commencement of every growing season. The *full farmer participation* was

physical engagement in all the developmental stages of the *dissemination* process. From the release of SCF, engagement was in its interpretation, decision making, dissemination and its utilization. Monitoring, evaluation and making of a postmortem were other engagements. The *multi-dissemination approaches* used were public meetings, electronic, print media, personal contacts and farmer to farmer. Farmers' *engagement in the application of climatic information* was in the field experiments using the mother/baby field trials. The *Participatory monitoring* involved farmers tracking activities and documenting developments of the dissemination process while *evaluation* was in making a reflection of the whole process. *Participatory postmortem* was through field days and formal public meetings specifically organized to consider the whole process.

RESULTS / DISCUSSION

The participatory agrometeorological extension services was recommended and indorsed by the Mujika community at the public project launch meeting on 4th September, 2007 as the alternate approach to making their unreliable agriculture productivity sustainable. The meeting was attended by 98 (45 men and 53 women) smallholder farmers from 16 villages. Implementation strategies for this decision started with data collection using Nkabika, Bulimo and Malomo villages. This was followed by the creation of the community information dissemination plan (CIDP), its implementation, monitoring, evaluation and making of a postmortem. Use of three villages in data collection and testing the CIDP validated the arising information by comparisons.

All the data collection meetings were for Nkabika, Bulimo and Malomo villages were held from 4th to 19th September, 2007. These identified and ranked erratic rainfall as the Mujika's number one problem. *Awareness of climatic information* was also ranked by all villages as their number one opportunity for addressing erratic rainfall performance problems. The relationship between the farmers' number one problem of *erratic rainfall* and *awareness of climatic information* showed the communities were sincere with the problem and the means for addressing it. This was important as it formed base for sustainable participatory agrometeorological extension services (PAES) when implementing the CIDP.

To address the erratic rainfall problems in agriculture productivity farmers requested for understanding on the specific climatic aspects bellow:

1. Selection of seed varieties according to seasonal climate forecast
2. Soil erosion controls
3. Seasonal Climate Forecast (SCF) and its implications
4. Making planting basins and their benefits
5. Planting opportunities
6. Start and end of the growing season
7. Nitrogen fixing in the soil using green manure
8. Field soils qualities
9. Benefits of water harvesting in crop production
10. Making of contour ridges and their benefits
11. Feedback on the disseminated climatic information
12. Decision making points in agriculture productivity.

Farmers during the same meetings identified multi-dissemination pathways for disseminating requested climatic information to them. This was essential because use of dissemination pathways not appropriate to a particular community could limit or hinder community access to information (Day, et.al, 1994). The following pathways were identified:- public meetings, electronic, print media, farmer to farmer, field experiments through learning by doing and personal contacts. These were selected to test the suitability of the participatory agrometeorological extension services in improved farmer decision making.

Consultations with the three villages ended up with the formation of the community information dissemination plan (CIDP). The PAES implemented this plan which indicated the opportunity being pursued, required information, dissemination mode to be used, and supplier of information and when the activity was commencing.

87 and 73 respectively with number understanding SCF after dissemination increasing to 42 and 48 respectively. The main meetings prepared the wider Mujika community for future engagements while the village meetings were for testing the PAES. Farmer participation to SCF meetings increased as the interactions continued apart for 2009 for community and Nkabika village when the meetings coincided with a funeral and another meeting respectively.

Table 2 shows Mujika smallholder farmer participation to SCF dissemination meetings.

Folio	Year	Mujika community		Nkabika village		Bulimo village		Malomo village	
		Date	Attendance	Date	Attendance	Date	Attendance	Date	Attendance
1	2007	25-9-2007	76	25-9-2007	29	26-09-2007	25	27-09-2007	36
2	2008	22-9-2008	87	23-09-2008	40	23-09-2008	33	24-09-2008	43
3	2009	8-10-2009	73	14-10-2009	26	14-10-2009	35	19-10-2008	52

Electronic

The community formed 5 radio listening clubs that were given radio cassette players and dry cell batteries for listening and recording of programmes. The radio listening club formation based on village size ended up with one for Nkabika and two for Malomo and Bulimo each. Nkabika village was smallest with a population of 74 (32 men and 42 women) while Malomo and Bulimo followed with 262 (121 men and 141 women) and 350 (171 men and 179 women) respectively. The radio listening clubs were also meant to increase farmers' interaction on climatic information by making meeting points easily accessible.

There were 33 participatory vernacular radio programmes targeted at the Mujika community during the project period. The programme timings of 2000 hours every Thursdays during the growing season were known to club members. All stakeholders participated in providing information leading to programme becoming farmer's favorite. Programmes were recorded for

replay at club meetings on Mondays. Farmers interpreted the broadcast information to their fellow farmers leading to understanding for improved decision making. This allowed for easy and increased access to information. This encouraged and motivated fellow farmers to the clubs participation.

The radio programme of 30 minutes was broken down into two segments of 15 minutes each. The first 15 minutes discussed the programme topic while the second presented the same message in drama form using a local professional drama group. Presenting the same message twice using two different approaches aimed at attracting an increased audience and satisfying them with information. The radio drama featured two characters Kanchele the enlightened one and Nkwaambila Bbwe completely oppose of the other. Kanchele easily understood instructions and was usually successful while Nkwaambila Bbwe rejected and turned a failure. *"My family can not go to bed until they have listened to the programme. They like Nkwaambila Bbwe mostly"*, said Rona Hatwiinda of Nkabika village. This only shows how much the community liked the radio programme.

Print media

This media was used for disseminating SCFs and cartoons. English and Tonga (local language) SCF leaflets were printed out and distributed every year during the forecast dissemination meetings held in Mujika after its release. They were first read, discussed and interpreted to reach a consensus in a participatory manner before distribution. The participatory reading, discussion and interpretation increased farmer understanding of the SCF for improved decision making. The interaction took more time (35 minutes) in the initial year before reaching a consensus while only 20 minutes was spent on the process in the following years. The continued participatory interactions on the SCF could have contributed to this with farmers having had gained experience in interpreting SCF. Continued interaction on SCF is therefore necessary for farmers' increased understanding of it. Community's preference however was more for Tonga leaflets than English ones. This preference did not only reveal the community's literacy level but also the language in which information could be printed in and easily accessed by them.

Cartoons were distributed at public meetings after a discussion and an understanding of their meaning. Figure 1, Kanchele's family planted crops with the commencement of the first planting rains while Nkwaambila Bbwe called it rains for the drought stricken animals. Nkwaambila Bbwe's family

then planted their maize crops very late at mid midseason causing crops not to reach maturity by season end. Figure 2, Nkwaambila Bbwe interrupts the meteorologist disseminating climatic informing saying, "they are liars because they are not gods". Kanchele appreciates his good maize while Nkwaambila Bbwe drowns in floods and calls for help.

Farmers' participation in discussing cartoons was more interactive than during the SCF. There were more hands in the air wishing to share their view point than during the SCF discussions. Community members who could not read or write found the media and atmosphere conducive for participation. This form of presenting information hence proved effective especially amongst those who could not read and write. Printed literatures were also for reference materials.

Figure 1: Kanchele and Nkwambila Bbwe responding to early planting rains

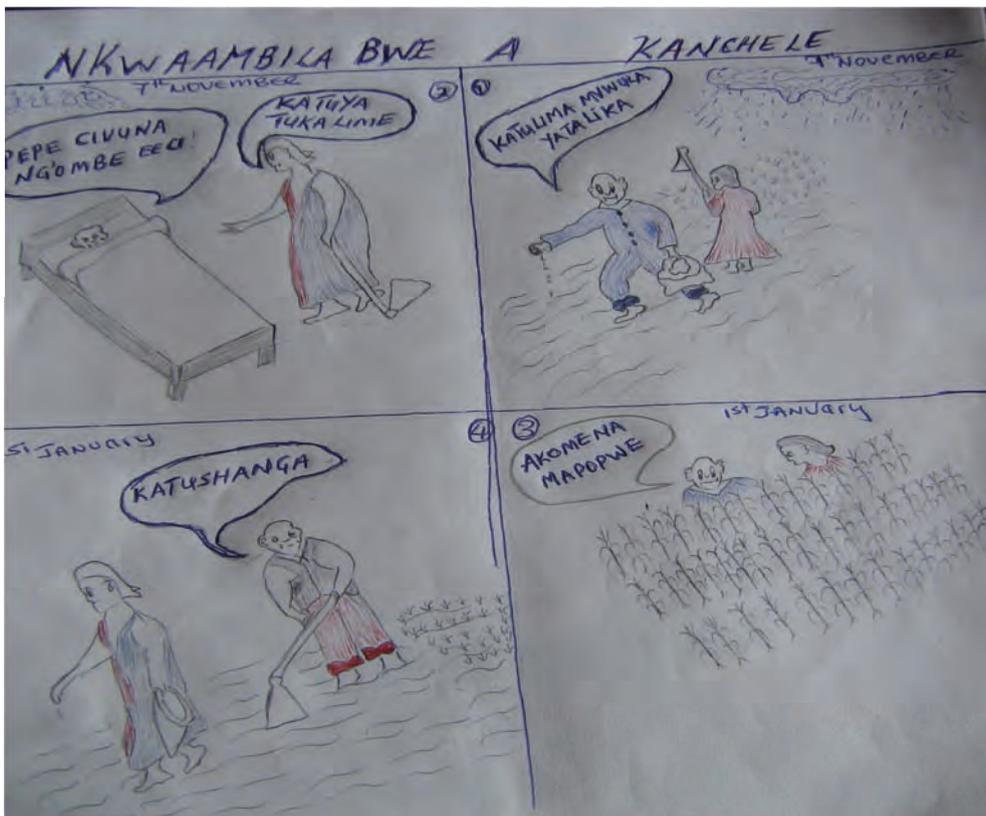
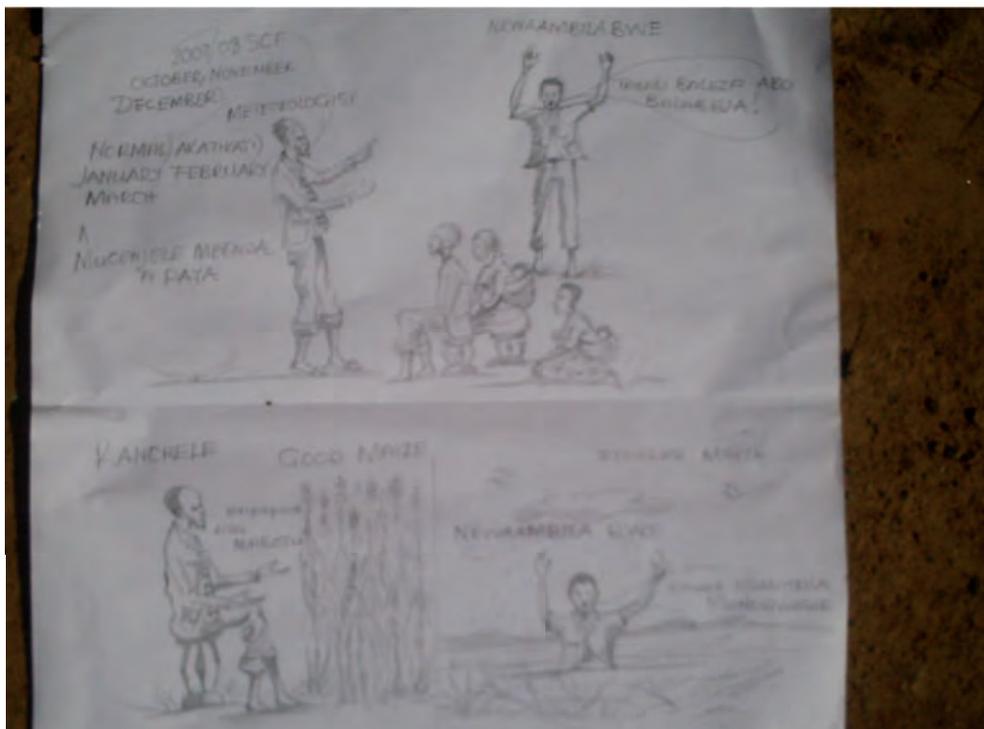


Figure 2: Kanchele and Nkwambila Bbwe responding to SCF dissemination

Personal contacts

On this media the participatory agrometeorological extension services considered home and field visitations. The chance and household interviews were the other approaches where ownership of livestock, agricultural implements and other productive assets were covered in addition to finding out the utilization of climatic information. Knowing community perception of SCF and explaining it was the major objective in the 2007/08 season. *"I made a mistake this season (2007/08) by disobeying your advice. I only planted a small portion of the local maize variety with the first planting rains because my peers discouraged me. We thought the rains had not established themselves but they continued and my small portion is the best around. I hope to follow your advice and plant with the first rains next year"*, said Chileya Moonga a farmer from Malomo village.

In 2007 Mosley Hamabuyu a farmer from Malomo village said, *"If you had not come I would have made a mistake of waiting to plant. I have planted MRI 709 a late maturing maize variety I would have never planted had you*

not come and disseminated the SCF. I am as a result food secure". Numerous comments such as those for Chileya and Mosley were considered and reacted to. Personal contacts allowed for extended interactions on climatic information. This proves that personal contacts contributed to making better decisions. Most realized that a normal to above normal season was better for planting late maturing maize varieties and applied his decision. Chileya learnt planting with the first planting rains was profitable.

In the second year, interactions were mainly on SCF, farmers' observations, reflections and reactions to seasonal climate forecasts while on third year in the 2009/10 season, efforts were on farmers' identified and developed coping strategies to impacts of climate change. During the visitations farmers provided personal observations of the project and adopted strategies (Smit et al., 2001).

The field days provided feedback opportunities for farmers. Hariet Mawala of Malomo village said *"I have learnt that each forecast season required appropriate seed varieties and field selection for an improved productivity"*. *"SCFs help farmers to select appropriate tillage practices to avoid unnecessary crop losses (Sivakumar, 2006a)"*, said Emelda Valanda a farmer from Nkabika village.

Albin Mwiinga of Bulimo village said, *"Use of radio and radio listening clubs was an effective mode for disseminating climatic information. I urge others to develop a listening habit to meteorological programmes"*. James Hanseluka a CFU representative revealed, with many others had considered the project and its information not workable and unnecessary for the community *"We boycotted follow up meetings but I ended up losing all my planted 7 x 10 KG bags of seed maize through floods when I disregarded the SCF warnings given in 2007/08. I repented, the following season (2008/09), I attended all meetings and eventually had an increased crop yield. Under the 2009/10 season where I planted 6 x 10 KG of seed maize I expect a very good yield. With the information I am able to make better decisions"*, said James.

The initial image of the participatory project was not good but continued interaction even through personal contacts enhanced farmers' decision making and had improved yield consequently. It requires patience and consistency. Not all farmers will respond in the same way to the communicated information during the person to person interaction. Others will adopt it almost immediately while others may still require time to consider the issues.

Farmer to farmer

Farmers in a community interact daily on a number of aspects including likelihood of the season when the agriculture growing season draws near. They discuss and influence each other on indigenous or SCF matters. *"Mrs Gertrude Mizinga recruited me to SCF meetings saying they discussed climatic information able to help one in the agriculture development"*, said Edson Mweemba farmer from Bulimo village when asked how he started attending the meetings.

During the building capacity project, it was evident that not all smallholder farmers had participated to SCF small group meetings but yet a larger number knew of the SCF and even considered it in their agriculture practices. This happened through the farmer to farmer interactions. This was done at their own place, time and in most appropriate manner. The farmer to farmer dissemination of climatic information was done through organized and indiscriminate approaches.

Indiscriminate

This form of climate information dissemination was not organized at all. It took place when and where ever there was an opportunity. It was one of the most widely used and far reaching form. It even took place beyond the knowledge of climatic information initiators.

The 2007/08 SCF dissemination meeting was attended by more women than men. The women through the farmer to farmer indiscriminate approach passed on the information to their male counterparts. *"Most of us lost our crops due to flooding which we were warned of but ignored because it was coming form the women"*, said Clement Mwiinga a Malomo village farmer. An increase in the number of men participants to SCF meetings in the following years occurred as supported by the statistical report on participation. This approach has a lot of advantages and disadvantages.

Advantages:

- Can pass climatic information quickly to nearly every body in the community in a very short time depending on the type of information and time of release.
- It is the least expensive to the initiator of information when employed properly.

- Information can easily be accepted by the other farmer because it is being disseminated by a credible fellow smallholder farmer.
- Provokes serious minded farmers to seek credible information if they doubted.

Disadvantages

- Accuracy of climatic information keeps changing quickly as it is disseminated.
- It has a high possibility of percentage error when disseminating information. The SCF review exercises at the dissemination meetings in 2008 revealed a lot more other forecasts than one given at the beginning of the season.

Organized

Farmers organized themselves and formed a forum for sharing climatic information between them. A date, time and program are set for the exercise. Mujika community had a notable example. Beatrice Chiluli, Rebecca Mizinga and Agness Mweemba had gone to Bbwantu 35 Kilometres from Mujika for a funeral on 9th February, 2008. They shared the success story of the participatory agrometeorological extension services in agriculture productivity through improved decision making when mourners complained of serious crop losses due to flooding. They reported food security for those who considered SCF in their agriculture practices even under the flooding situation in the country. Discussion which started with youths reached elders of the community. A conclusion was made; the women were to return to Bbwantu before the start of the season, to teach the community on their claims. It started with the indiscriminate farmer to farmer approach but ended up to be an organized one.

A meeting of ten gender sensitive volunteers as presenters was held to design the programme and share topics to presentation before departing for Bbwantu. On 3rd September, 2008 the project facilitated the travel logistics to Bbwantu. The training workshop attended by 64 farmers started at 0900 hours. It discussed the following topics:

1. Seasonal climate forecasts and its interpretation
2. Recommended tillage practices by forecast season.

3. Making planting basins
4. The ripper plough and its purpose
5. Selection of seed varieties by forecast season
6. Making composite manure
7. Planting opportunities
8. Use of Sun Hemp for improving soil fertility
9. Lessons learnt from the 2007/08 rainfall season
10. Factors for consideration when preparing for an agriculture growing season

The desire for continued interaction reduced lunch break to 40 minutes only after which discussions continued up to 1730 hours when the meeting closed.

Aloise Chizambe immediately said, *"I am going to make my composite of Sun Hemp residues tomorrow"*. Benson Mwiinga who was by his side promised to do the same. The two had been at the funeral house on 9th February, 2009 but made no decisions till additional and verifiable information had been provided. This form of interaction discussed information based on on-farm applied SCF experiments. It allows others to ask questions or make contributions. Overall it proved farmer to farmer interaction on SCF enhanced decision making.

Field experiments

Field experiments were undertaken yearly based on the SCF using the mother/baby field trials. When the forecast was Normal for October-November-December (OND) in 2007 and Normal to Above Normal for January- February-March (JFM) for 2008, farmers opted for medium and late maturing maize varieties planted at different times in the planting window separated by a period of ten days. Farmers wanted to test the crop performances when planted at different times. At the field day on 27th February, 2008 farmers agreed planting late maturing varieties early at the start of the season was better than delayed.

In 2008/09 and 2009/10 seasons when forecast was Normal for both OND and JFM, and Normal (OND) and Normal to above normal (JFM) respectively farmers opted for medium maize MM 604 and MM603 varieties on two level tillage of ripping and conventional; and four fertility levels of i) Zero, ii) 100 kg.ha⁻¹, iii) 200 kg.ha⁻¹ and iv) Manure at 3.8 t.ha⁻¹ experimental treatments. The 200 kg ha⁻¹ treatment gave the highest yields 3(mother) and 3.4 t ha⁻¹ (baby) while the Zero fertilizer level gave the lowest yields of c.a. 1 (mother) and 1.6 t ha⁻¹ (baby).

“God bless you my son. People used to rebuke me for working and following your advice saying, you are Satanist. They have lost out due to floods and I am food secure” said Violet Ngwenya a farmer Malomo village. This only shows how incredible the department was amongst the farmers. *“Most farmers in future will follow your advice because of the lessons they have learnt under the 2007/08 season”* said Mosley Hamabuyu of Malomo village. During the 2008/09 and 2009/10 seasons farmers considered the SCF and there were no reports of crop losses due to floods despite the heavy rainfalls received. Increased interaction on SCF was considered reason for non loss of crops through improved decision making.

The field days for 2008, 2009 and 2010 attracted 298, 457 and 118 participants respectively. There was a major increase in farmer participation though the rains disturbed the 2010 occasion. Equally the number reporting use of climatic information increased. The number of farmers reporting SCF use in 2008, 2009 and 2010 was 12, 275 and 75 respectively which was an increase. This was due to the influence of the PAES through improved decision making.

CONCLUSION

Project findings show, previous SCF dissemination efforts through radio in Monze district did not involve stakeholders, and hence its influence on community was insignificant. Example, only 24 out of the 76 smallholder farmers attending the meeting knew of the existence of the meteorological department.

Participatory agrometeorological extension services enhanced sustainable agriculture productivity by facilitating the identification of actual community problem and solutions for addressing them. Project hence received farmer support because it addressing their needs.

A participatory agrometeorological extension services that considered stakeholders capacity building, full stakeholders participation especially farmers at all levels of the process and use of multi climatic information dissemination approaches enhanced agricultural productivity through improved decision making. Farmers made choices based on informed decisions at all levels such as deciding to attend SCF meeting, getting involved in the various activities of the process and disseminating information to other users. It also influences the type (SCF, dry spells, start or end of season etc) of information and quality of service to be provided by climate information producers to smallholder farmers for improved decision making. Farmers through the complete interactions of the participatory agrometeorological extension services gain understanding of SCF whose utilization results in reduced losses due to weather through improved decision making.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors sincerely thank the International Development Research Centre (IDRC) for sponsoring the Building adaptive capacity to cope with increasing vulnerability due to climatic change project to which this work is part. Special thanks go to the project team members for the support given during the project management and the Mujika community for their cooperation.

REFERENCES

- Conway, G.R. and Barbier, E. B., 1990. After the green revolution: Sustainable agriculture for development. Earthscan Publisher Ltd, London, UK
- Day, D., Dosa, M., and Jorgensen, C. 1994 The transfer of research information within and by multicultural teams. School of Information Studies, Syracuse University, Syracuse, NY 13244-4100, U.S.A. Information Processing & Management, Vol. 31, No. 1, pp. 89-100, 1995
- FAO, 2007. Participatory farm management methods for analysis, decision making and communication [Dorward, P., Shepherd, S. and Galpin, M.] School of Agriculture, Policy and Development, University of Reading, Reading RG6 6AT
- UK www.fao.org/ag/ags/subjects/en/farmMgmt/farm/participatory FM.
- Mubaya, C. P., Mutswangwa, E and Jemaimah, 2008. Building Adaptive Capacity to Cope with Increasing Vulnerability Due to Climate Change: Results of a baseline survey.
- Usman, M.T. and Reason, C.J.C. (2004). Dry spell frequencies and their variability over southern Africa. *Climate Res.*, **26**, 199-211.
- Stern, N., 2007. The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge University Press, Cambridge, 692 pp.
- Sivakumar, M.V.K. 2006^a. Climate prediction and agriculture: current status and future challenges. *Climate Research* 33: 3-7
- Smit, B., Pilifosova, O., Burton, I., Challenger, B., Huq, S., Klein, R.J.T. and Yohe, G., 2001. Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of the Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, J.J. McCarthy, O.Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken and K.S. White, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, 877-912.

Indicateurs de changements climatiques et stratégies d'adaptation des populations pastorales du Sénégal

A.T. Diop¹ et I.D. Gaye²,
N. Socé², G. Diouf²

RÉSUMÉ

Selon les indications des populations pastorales du Sénégal, le phénomène des changements climatiques est perçu à travers une perturbation de la pluviométrie dans le temps et dans l'espace, une augmentation de la fréquence et de l'intensité des vents chargés de poussière une diminution de la rosée et une augmentation des températures.

L'accroissement de la superficie des sols nus accompagné d'une baisse de leur humidité, le tarissement précoce et la disparition des eaux de surface, l'augmentation de la profondeur des nappes souterraines, sont aussi notés. Aussi, la disparition de certaines espèces herbacées et ligneuses est signalée, diminuant ainsi les plantes fourragères. Le cheptel en subit les conséquences avec une baisse notoire de sa productivité, malgré une disparition remarquable des fauves, qui permet de faire paître dans des zones autrefois dangereuses.

Pour faire face à ces changements, les pasteurs ont adopté des stratégies de survie. La mobilité a été accentuée et accompagnée d'un développement de l'élevage des petits ruminants. Sur le plan des activités économiques, on remarque l'essor de la pratique du commerce. Les produits importés dominent dans la consommation alimentaire, tandis que la pharmacopée est moins utilisée pour gérer la pathologie.

¹ ISRA/PPZS (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles/Pole Pastorale Zones Sèches).

² Ecole Nationale d'Economie Appliquée (ENEA), Dakar, Sénégal, BP 5084

L'habitat change avec l'adoption des constructions en dur et des tentes démontables. Les ressources en eau sont généralement fournies par des forages, tandis que la remontée du front agricole vers le nord est constatée.

INTRODUCTION

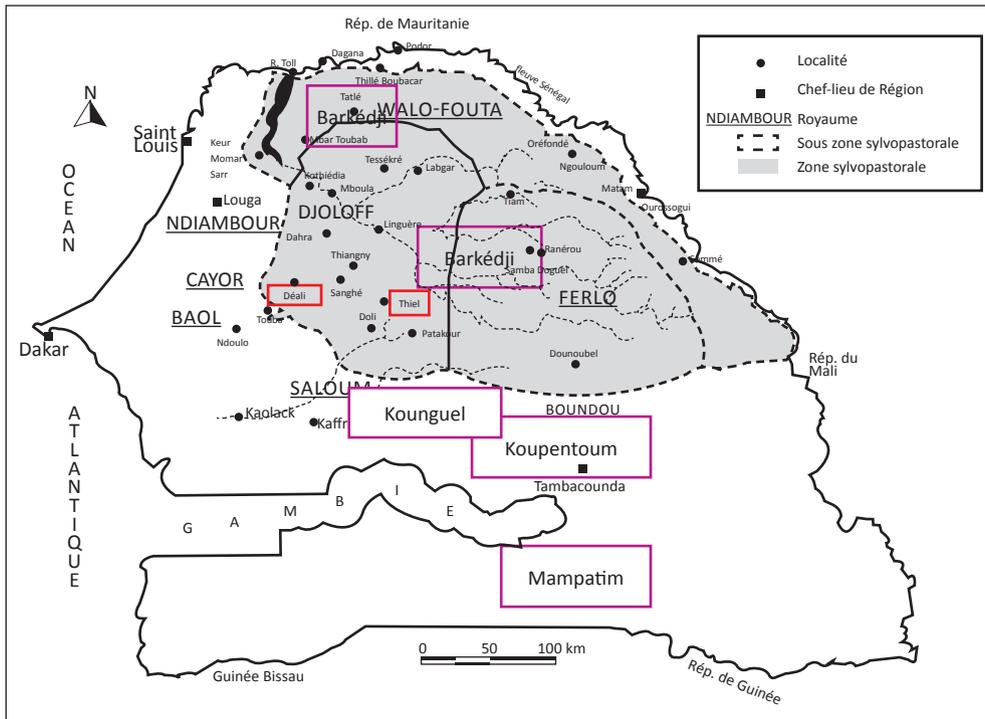
Depuis plusieurs années, la région sahélienne d'Afrique est en proie à des perturbations climatiques (sécheresse, inondations, etc.). Les populations adoptent différentes stratégies pour réduire les effets de ces perturbations. Mais l'occurrence de ces phénomènes naturels s'est accrue avec des manifestations de plus en plus néfastes et persistantes (Diop, 2009). C'est ainsi que dans un intervalle de six années (2002-2007), il a été noté au Sénégal, trois phénomènes climatiques exceptionnels qui ont marqué la mémoire des populations pastorales: des pluies hors saison, une invasion de criquets pèlerins et un démarrage très tardif des pluies. La vulnérabilité des pasteurs, au même titre que les autres acteurs du monde rural, s'est trouvée renforcée.

La présente communication fait état de la perception que ces pasteurs ont de ces variations climatiques. L'évolution des principaux facteurs climatiques (pluies, température, vent et rosée) en zone sahélienne et celle des ressources naturelles (eaux, végétations, faune et bétail) ont été étudiées. Elles ont été suivies de l'analyse des stratégies adoptées pour faire face à ces variations climatiques.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Un guide d'entretien a été élaboré lors d'un atelier (septembre 2007) auquel ont participé des chercheurs de différentes disciplines (foresterie, zootechnie, biologie végétale, géographie, socio économie) et les agents des localités chargés de mener les enquêtes (figure 1). Sept localités ont été choisies suivant un transect nord – sud. Elles ont été regroupées comme suit : Zone sylvo-pastorale (ZSP) [Déali, Barkédji, Thiel, Tatkil], le Centre [Kounguel, Koumpentoum] et le Sud [Mampatim]. Les personnes enquêtées sont au nombre de 235 réparties comme suit : 115 au niveau de la ZSP, 60 au niveau du Centre et au niveau du Sud.

Figure 1 : Localisation des sites d'enquêtes



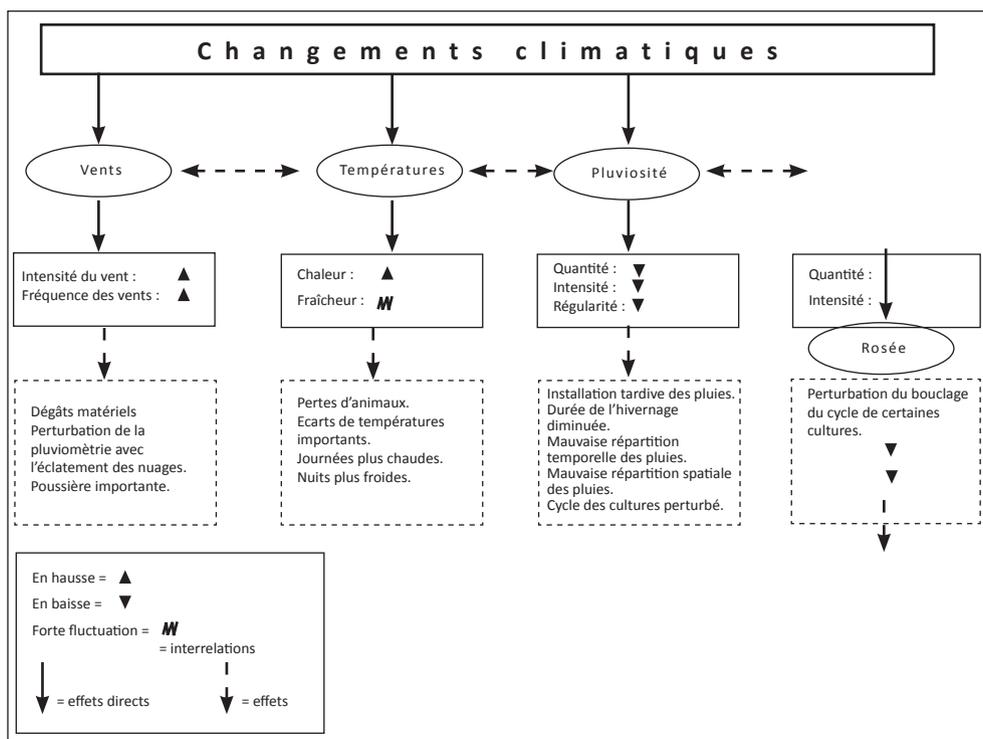
La détermination des cibles à enquêter s'est faite avec la méthode d'échantillonnage stratifié proportionnel, avec comme critère principal l'ethnie. Un questionnaire a été retenu pour collecter les données de l'étude. Les éléments d'enquêtes ont porté sur : les indicateurs de changements relatifs aux éléments climatiques (pluie, vents, saisons, rosée, température); les ressources (eau, sols, ressources végétales, ressources animalières); et les stratégies de populations pastorales (complémentation, construction des habitats, activités socio-économiques, etc.).

RÉSULTATS/DISCUSSION

Les différentes manifestations des perturbations climatiques

En se référant aux nombres de réponses, on peut dire que les éleveurs s'appuient sur les observations ayant trait à la pluviométrie (48 %) et aux vents (25 %) ; puis viennent la rosée (14 %) et la température (13 %). Selon les zones, les réponses relatives au vent sont plus importantes en ZSP ; celles relatives à la rosée sont plus nombreuses au Centre et au Sud et la température est plus citée au Centre et en ZSP. La figure 2 donne les manifestations des changements climatiques à travers le vent, la température de l'air, la pluviosité et la rosée.

Figure 2 : Manifestations de changements climatiques à travers les différents facteurs climatiques.



Fortes variations des pluies avec un démarrage tardif

Une variation des dates de démarrage des pluies a été perçue par les éleveurs surtout de la ZSP et du Centre. L'hivernage débutait habituellement au cinquième mois en ZSP, mais certains éleveurs affirment «que les pluies débutent très tardivement passant du cinquième au septième mois». Ce retard est parfois doublé d'un arrêt précoce qui réduit automatiquement la durée de l'hivernage à moins de 3 mois.

L'intensité a été jugée en baisse au niveau du Nord et du Centre. Mais certains éleveurs du Centre considèrent qu'elle est devenue plus forte comme ceux du Sud. Une diminution significative de la quantité a été indiquée par l'ensemble des enquêtés de même qu'une mauvaise répartition dans le temps.

Les pauses entre précipitations (fréquence) ont été appréciées notamment en ZSP et au Centre. Selon les éleveurs, elles sont devenues plus longues. Les éleveurs de la ZSP par exemple estiment que contrairement aux saisons où l'on avait trois à quatre pluies dans le mois, elles ne dépassent

plus aujourd'hui deux dans le mois. L'installation tardive et la fin précoce des pluies entraînent ainsi une réduction de la durée de l'hivernage. Celles-ci combinées à la baisse de l'intensité des pluies entraînent la baisse de sa quantité.

Une mauvaise répartition dans l'espace est aussi notée. En ZSP au niveau de Déali, les éleveurs précisent qu'au niveau de localités distantes de quelques kilomètres, il peut pleuvoir dans l'une sans pleuvoir dans l'autre.

Les inondations en saison des pluies sont moins nombreuses qu'auparavant. Seuls certains éleveurs de la ZSP (Thiel) et du Centre (Kounguel) en ont fait cas. Elles sont aussi jugées utiles parce qu'elles favorisent le bon remplissage des points d'eau de surface. Les pluies hors saison ont été notées en 2002 (ZSP) et en 2004 (ZSP et Sud) mais elles sont rares selon les éleveurs

Démarrage tardif et baisse de la quantité de rosée

Les réponses concernant l'évolution de la rosée ont porté sur la quantité puis sur la période. La plupart des éleveurs considèrent qu'elle a fortement diminué ou est absente. Quelques éleveurs ont mentionné qu'elle était devenue plus abondante. Une variabilité interannuelle a été aussi signalée à Tatki (ZSP).

Pour ce qui est de la période, la rosée a lieu durant le *nduungu* (saison des pluies) mais elle est plus intense durant le *Kawle* (période de transition entre *nduungu* et saison sèche froide). En ZSP (Déali et Thiel), la date de manifestation la plus importante est le mois d'octobre. Des variations annuelles ont été signalées; elles sont à l'origine de perturbation du bouclage du cycle de certaines cultures comme le niébé (*Vigna unguensis*).

Des vents chargés de poussière et d'intensité de plus en plus forte

Les réponses relatives aux vents portent pour 45 % sur les changements liés à la présence de poussière, pour 27 % à l'intensité, 23 % à la fréquence et 6 % à la température. Elles varient de la ZSP (48 %) au Sud (21 %). Les vents sont plus intenses et occasionnent des chutes d'arbres et d'habitats. Cette forte intensité est due à l'absence d'obstacles notamment la végétation herbacée et ligneuse. Ce qui expliquerait leur chargement en particules de poussière comme cela est souligné au niveau de l'ensemble des sites. Leur fréquence a aussi augmenté.

Importante fluctuation de la température.

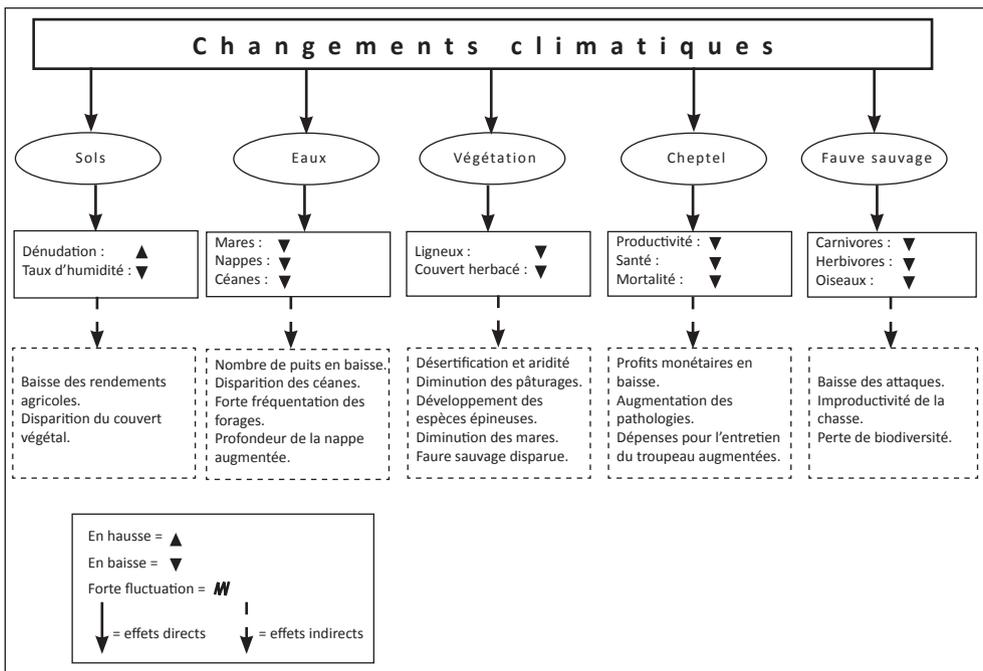
70 % considèrent que la température s'est accrue ces dernières années. Cet accroissement est limité pour certains (2 %) au *Ceeduu* (saison sèche chaude) ou pendant les journées (4 %) ; les nuits étant plus froides (2 %) de même que le *Dabuunde* (2 %). Ces écarts entre températures sont plus importants qu'auparavant selon les éleveurs enquêtés.

Toutefois à Thiel (ZSP), les avis sont assez variés car 6,7% remarquent une augmentation de la température, 26,7% une diminution, 6,7% autres une température sans changement notoire tandis que 59,3% des éleveurs ne se sont pas prononcés. Il apparaît donc difficile de caractériser l'évolution de la température de l'air au niveau de ce site notamment du fait de ce pourcentage non négligeable d'éleveurs ne s'étant pas prononcé.

Effets des perturbations climatiques sur les ressources

Dans les espaces pastoraux, les principales ressources sont : les sols, les ressources en eaux, les ressources végétales, le cheptel et la faune. La figure 3 indique les tendances générales de leur évolution selon la perception des populations locales.

Figure 3 : Impact des changements climatiques sur les principales ressources pastorales



Sols de plus en plus dénudés et desséchés

Les éleveurs sont unanimes à dire que les sols nus sont en progression. Pour ces derniers, cette augmentation est causée par la diminution du couvert végétal, l'érosion éolienne, l'abandon des terres de culture et le surpâturage. Ainsi, 73% des enquêtés ont constaté cette dégradation des sols dont plus de 80% dans la ZSP et le Sénégal Oriental. Cette réduction de couverture des sols est à l'origine de perturbations au niveau des disponibilités fourragères des zones pastorales et de baisse de la production agricole d'après 15,4% des pasteurs de Déali. Les enquêtés notent également la difficulté de creuser des canaux et des puits sur les sols nus.

Par ailleurs, une diminution du taux d'humidité des sols a été remarquée par 80% des éleveurs de Déali et 40% de ceux de Thiel qui ont établi une relation négative entre les sols nus et leur taux d'humidité. Plus les sols sont dénudés, plus ils présentent un degré d'assèchement avancé. La baisse de l'humidité des sols est causée d'après les éleveurs par la rareté des pluies selon 53,3% des éleveurs de Déali, la forte chaleur d'après 6,7% de ces derniers, par la longue période sèche et l'absence d'arbres selon 13,3% des éleveurs de Thiel. Les causes selon les éleveurs sont reliées entre elles.

Forte réduction des eaux de surface

Les 45 % des enquêtés dans les différentes zones ont fourni des réponses concernant les ressources en eau de surface. Les différents types de ressources signalés sont: les mares, les rivières et les fleuves, les vallées fossiles. Pour l'ensemble de ces ressources, les enquêtés ont constaté un tarissement précoce du fait d'un défaut de remplissage, une forte fréquentation par un cheptel de plus en plus important (de troupeaux d'éleveurs vivant à proximité ou en transhumance) et des pertes par évaporation du fait des chaleurs de plus en plus intenses.

Une diminution de la capacité de remplissage de ces points d'eau est aussi signalée. Elle serait due au phénomène d'ensablement du fait de la réduction du couvert végétal et des diminutions de fréquentation par le cheptel. A côté des habitations, certaines dépressions utilisées autrefois comme lieu d'abreuvement du cheptel en saison des pluies, servent aussi de lieu de dépôts d'ordures. Aussi de plus en plus, l'installation de parcelles de cultures autour des points d'eau de surface rend difficile leur accès pour les animaux.

Difficultés de plus en plus grande d'exploitation des eaux profondes

Une évolution de la nappe phréatique a été constatée par les éleveurs. Elle se matérialise par une plus grande difficulté à creuser les puits voire une impossibilité selon les éleveurs. En ZSP, les profondeurs actuelles des puits sont comprises entre 80 à 120 mètres ; les céanes nécessitent également des durées de creusement plus grandes (plus de quinze jours) pour qu'ils ne tarissent pas vite et leur profondeur est devenue plus importante (5 à 10 m). Ce qui se répercute sur le nombre de puits et de céanes.

Ces types de points qui prenaient le relais des points d'eau de surface après leur tarissement ne sont plus en eau pendant longtemps ou demandent beaucoup d'efforts pour l'abreuvement du cheptel. Il est donc nécessaire de conduire les animaux au forage très tôt durant la saison sèche.

Appauvrissement des pâturages

Les 90 % des enquêtés ont répondu aux questions relatives à l'évolution des ressources végétales ; seuls 3 % n'ont pas noté d'évolution. Selon les zones, l'apparition des espèces suivantes ont été notées : en ZSP : *le khoudo* ; - au Centre : *le cram cram (Cenchrus biflorus)* ; au sud: *le dadjjié*, *le gouroudal*, *le bouloudé* et *le tirdé*.

D'un autre côté, la raréfaction ou la disparition d'espèces ont été signalées : en ZSP : *Sclerocarya birrea*, *Zornia glochidiata (Déali)*, *Dalbergia melanoxydon*, *le niatniandé*, *le girlé* ; au Centre : *Andropogon gayanus*, *bagnifala*, *le pterocarpus erinaceus*, *le garabou laobé*, *le golbal*, *le Ziziphus mauritiana* ; au Sud : *le lewdiel*, *le niantango*, *le waba*, *le bayé bayé*, *le welo*, *le dadjjié*, etc.

Le développement de certaines espèces a été indiqué par des éleveurs du Centre. : *Combretum aculealum*, *C. micranthum*, *Sterculia setigera*, *Zornia glochidiata* ; cette dernière est aussi en développement à Thiel (ZSP).

La productivité des ressources végétales est en baisse selon certains enquêtés. Elle se manifeste certaines années par une moindre production de feuilles et de fruits au niveau des ligneux et une réduction de la biomasse herbacée.

La plupart des pasteurs affirment que les pâturages ont largement diminué (83% dans la ZSP, 72% au Centre et 61% au Sud), entraînant la disparition

de nombre de plantes fourragères, qui constituaient les espèces les plus appréciées. Ainsi, cette baisse notoire des pâturages a été unanimement reconnue par les éleveurs. Elle est associée à une baisse de la qualité des pâturages selon 60% des éleveurs.

La consommation d'espèces végétales jusqu'alors délaissées comme le *poftane* (*Calotropis procera*), le *ndiandame* (*Boscia senegalensis*), le *neem* (*Azadiracta indica*) et le *Cassia obtusifolia ex. tora* s'est accentuée. Les chaumes de cases et des cartons sont fréquemment utilisés. De plus en plus, des corps étrangers comme les sachets plastiques, les morceaux de bois, d'os et autres débris, sont aussi ingérés par les ruminants.

Le cheptel

A Thiel (ZSP), l'ensemble des éleveurs affirment que le cheptel est devenu plus agité et 13,3% d'entre eux ont également noté une augmentation du stress chez le cheptel. Ces éleveurs attribuent ces changements à la recherche permanente de bons pâturages par le cheptel. En effet, avec la baisse en quantité et en qualité des pâturages, les animaux sont enclins à fournir plus d'efforts afin de se nourrir en quantité et en qualité.

Par contre à Déali (ZSP), plusieurs comportements sont notés sur le cheptel par les éleveurs. En effet, 53,3% voient une plus grande docilité, 13,3% constatent de la placidité, 13,3% encore voient une diminution de la force des animaux et 46,7% remarquent une plus grande familiarité du cheptel face aux hommes. Toutefois, on remarque que tous ces comportements sont liés. En effet, ils témoignent du rapprochement plus fort entre animaux et hommes et également du manque d'autonomie qui existe chez le cheptel.

En outre, ces changements de comportement sont liés à plusieurs facteurs selon les éleveurs. Ainsi, la docilité et la placidité constatées chez le cheptel sont les conséquences du manque d'eau qui font que les animaux sont toujours conduits au forage par les hommes qui accroissent également leurs surveillances pour éviter les vols de bétail au niveau de ces points d'eau et les conflits. Pour ce qui est de la plus grande familiarité, elle est due selon les éleveurs à la multiplication des contacts avec les hommes, à la plus grande surveillance effectuée à l'égard du cheptel et aussi aux vaccinations répétitives qui se sont multipliées selon 13,3% des éleveurs de Déali.

Certaines affections sont de plus en plus répandues malgré une couverture vétérinaire de plus en plus importante. Il s'agit de pathologie oculaire, du

tractus digestif par suite d'ingestion de plantes météorigènes ou toxiques ou de substances non alimentaires, etc..

La faune sauvage s'amoindrit avec la disparition des grands fauves

Les lions et les hyènes ont disparu en ZSP et dans le Centre (tableau 1). D'autres ongulés comme les biches, (les gazelles, les cobes les antilopes) ont régressé ou disparu sur certains sites (au Nord dans le Ferlo, à l'Est dans le Sénégal Oriental); sinon on les trouve uniquement dans les parcs et les aires protégées (Niokolo Koba, Réserve Cynégétique du Ferlo etc.). Concernant le chacal, les réponses les plus nombreuses indiquent sa diminution ou disparition du nord au sud; son développement a été toutefois signalé au Sud.

Les pintades et les « ndobines » sont toujours présents et ont été signalés à Thiel -ZSP. Les pintades et les perdrix se sont développées au niveau de certains sites (au nord à Thiel et au Sud à Koukandé et Mampatim).

Tableau 1 : Tendance évolutives de la faune selon la perception des populations

Espèces	ZSP	Centre	Sud
Chacals	++	++ / -	++ / 0
Lions	00	00	00
Biches	+ / 0	- / 0	- / 0
Hyènes	0 / -	++ / - / 0	
Phacochères	0	++ / 0	+
Perdrix	++ / -	++	+
Singes		++ / -	++
Chauves souris		-	
Cobas	0	0	
Chats sauvages		-	
Autruche		0	
Pintades	++ / 0	++	+ / -
Vautours		0	
Corbeaux		-	
Serpents		+ / 0	
Elans de Derby			+
Ndobine	0		
Lapins	++	+	

+ : en développement ; - : en régression ; 0 : en disparition

Certains oiseaux migrateurs (perroquets, vautours) sont de plus en plus rares au niveau des zones Centre (Kouguel) et Sud. Les « *tokhs* » ont modifié leurs dates de migrations à travers des changements dans les dates de départ et d'arrivée. Ces modifications sont causées, selon les éleveurs, par l'installation tardive et l'arrêt précoce de l'hivernage qui est mis en relation avec la disparition des forêts du Sud et du Centre.

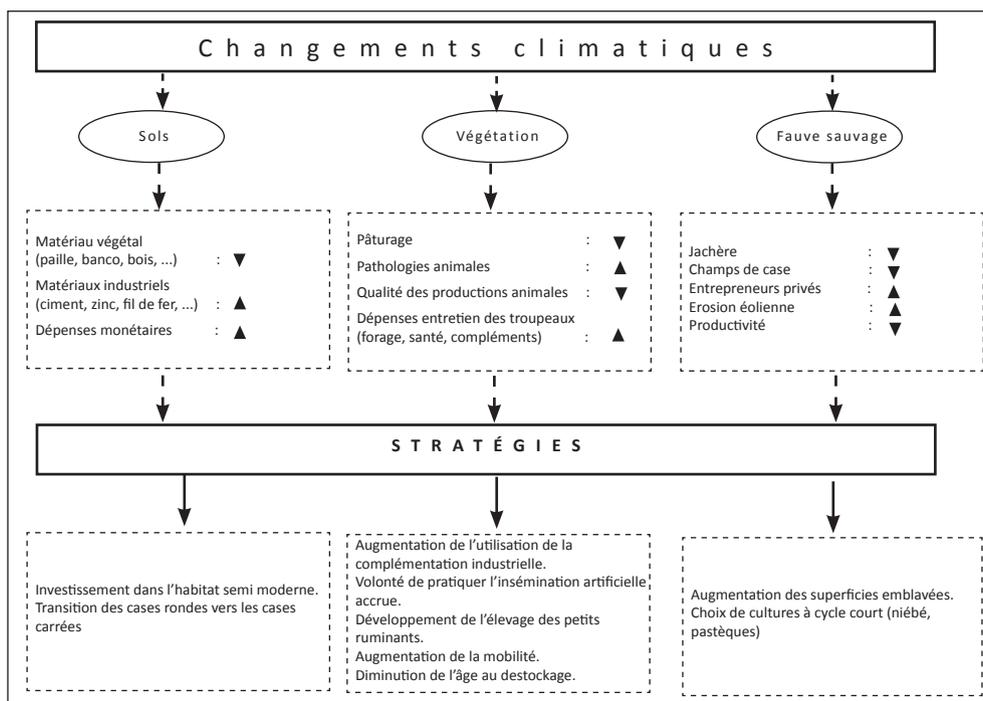
Les changements climatiques ont constitué une cause directe mais aussi indirecte des variations d'effectifs au niveau de la faune. Mais d'autres causes ont été citées : destruction de l'habitat, chasse abusive, développement des habitations humaines, diminution des points d'eau superficiels.

Parallèlement aux variations des effectifs des carnivores, une diminution voire une absence des attaques de cheptel par les fauves a été notée par 50 % des enquêtés notamment ceux du Sud avec 34 %, une diminution/raréfaction des attaques des ruminants par les chacals avec 25 % de réponses. Au Centre [3 %] et en ZSP [au niveau de Barkédji et de Déali] (19 %), une augmentation des attaques a été notée de même que celles des chiens dans le Centre (6 %).

Stratégies d'adaptation des pasteurs aux CC

Différentes stratégies ont été développées par les populations pour réduire les pertes de productions pastorales ou pour améliorer leur cadre de vie. La figure 4 en donne une synthèse.

Figure 4 : Les stratégies développées face aux changements climatiques



Les stratégies de complémentation du bétail

La complémentation se développe de plus en plus. La pratique semble plus courante en ZSP (68 % de réponses) qu'au Centre et au nord où elle est respectivement de 15 % et de 17 %. En ZSP, les graines de coton, les résidus de poisson, le tourteau d'arachide ont été les plus cités, suivi des pierres à lécher, du son de riz, du sel, des aliments à base de son de blé (provenant des industriels de la place), des tiges de mil. Ces aliments ont remplacé les feuilles et fruits de ligneux qui constituaient la base de la complémentation autrefois.

Les graines de coton constituent aussi l'aliment de complément le plus utilisé au Centre suivies de la paille de brousse, des tiges de céréales, du tourteau d'arachide et du son de blé. Quant au Sud, la paille de brousse est la plus citée suivie des graines de coton, des tiges de maïs et de mil, de la paille de riz, des fanes de niébé et du sel.

Forte variation des activités pastorales avec le développement de l'élevage des petits ruminants.

En ZSP, l'élevage des petits ruminants s'est beaucoup développé comme l'affirment, 86,7% des éleveurs de Déali et 93,3% de ceux de Thiel. Cela fait suite à l'arrivée massive des moutons dans le Djoloff (Sous unité de la ZSP) pendant les années 1973, lors de la grande sécheresse. Avec la raréfaction des ressources végétales et en eau, l'élevage des petits ruminants est opportun, car ils sont plus adaptés aux zones sèches comme l'affirment 33,3% des éleveurs.

Avec la baisse en quantité et en qualité des pâturages, les animaux fournissent plus d'efforts pour bien s'alimenter. Il s'en suit des modifications avec une augmentation de l'âge au premier vêlage (deux ans et demi autrefois, l'âge de la première mise bas est passé pour certaines vaches à 4 ans). Une augmentation des écarts entre vêlage a été aussi remarquée. Des modifications sont intervenues dans la production de lait (quantité et qualité). Des maladies préoccupantes sont aussi signalées (le botulisme indiqué par l'ensemble des éleveurs de la ZSP, le parasitisme, la pasteurellose, les pneumopathies, etc.).

Les activités socioéconomiques et l'habitat sont en mutation.

L'habitat a changé avec la rareté du matériel végétal. D'autres matériaux sont de plus en plus utilisés : la bâche, les tentes démontables, les fils de fer barbelé, les lits en fer pliant (tableau 2). Les toitures se font aussi en tôles ondulées (au Centre et au Sud). Les cases ont aussi changé de forme (en ZSP et au Centre); elles passent de ronde à carrée. De même, les matériaux comme le ciment (en ZSP et le Sud) et l'argile (au Centre) font de plus en plus leur apparition. Au-delà de la rareté du matériel végétal la plus grande facilité d'utilisation de ces matériaux est évoquée.

Tableau 2 : Réponses (%) sur les modifications de l'habitat

	ZSP	Centre	Sud	Total
Disponibilité des matériaux locaux de construction	0	1	0	1
Utilisation des lits en fer pliants	4	0	0	4
Toitures en tôle ondulées	1	1	1	3
Habitat en argile (semi dur)	0	1	3	4
Utilisation des fils barbelés	8	0	0	8
Utilisation des tentes démontables	11	0	0	11
Apparition de la bâche	13	0	0	13
Remplacement de la case ronde par la case carrée	7	0	7	14
Habitat en dur (ciment)	28	3	11	42
Total	72	6	22	100

La mobilité s'est aussi accrue avec des formes et des modalités différentes selon les localités et les propriétaires de troupeau (direction, distance, personnes impliquées, durée, etc.) ; d'abord en direction des grandes mares en fin de saison des pluies puis vers les champs à la fin des récoltes ; le Saloum étant une direction privilégiée pour les éleveurs du nord, vers la petite côte.

Dans la ZSP, l'espace est de plus en plus occupé par les cultivateurs du sud (front arachidier) dans le Kolda et le Sénégal Oriental il y'a création de nouvelles zones de culture et la diminution des champs de case, ainsi qu'une occupation des espaces agricoles par des acteurs avec des moyens plus importants (marabouts, entrepreneurs privés, etc.).

L'espace pastoral est devenu plus petit avec un cheptel de plus en plus important. Les conflits agriculteurs éleveurs se sont aggravés ; les jachères sont abandonnées dans certaines zones mais le parcage est devenu de plus en plus courant.

L'élevage des petits ruminants s'est développé partout. Les éleveurs se déplacent sur de longues distances pour exploiter les pâturages les plus favorables aux moutons. Le développement de maladies nutritionnelles implique un recours plus accru aux médicaments, du fait d'une part de la raréfaction de plusieurs espèces végétales et d'autre part d'une

meilleure disponibilité des produits vétérinaires (vente dans les marchés hebdomadaires, dispositif des services vétérinaires renforcé).

Certaines activités sont devenues plus intenses notamment l'abreuvement des animaux au niveau des points d'eau artificiels (forages), la recherche de pâturage (dans des zones de plus en plus éloignées)... Ces travaux nécessitent le recrutement d'une main d'œuvre supplémentaire (bergers). Le rythme de fréquentation des marchés a augmenté partout. La diminution de l'âge au déstockage a été signalée par certains éleveurs du nord. Cet accroissement de la vente d'animaux est dû à l'augmentation des besoins des familles des pasteurs. Elle fait suite aux déficits causés par les changements climatiques et la hausse des prix des denrées alimentaires souvent importées.

CONCLUSION

La présente étude a été faite sur la base d'un entretien mené avec un questionnaire semi ouvert. Les résultats obtenus à la suite de l'analyse des données sur les facteurs climatiques et les ressources, permettent d'identifier des tendances sur l'ensemble des zones. C'est d'ailleurs l'objectif que nous nous sommes fixés dans la réalisation de ce travail.

Des différences de réponses ont été notées entre sites de même zone et parfois entre pasteurs habitant des campements proches. Ceci est d'ailleurs normal, vu la diversité des expériences des pasteurs et les différences d'écologie entre sites d'une même zone (ZSP nord – Sud – Est et Ouest) que les appréciations puissent parfois diverger.

Des différences ont été aussi senties dans la conduite des entretiens. En effet, malgré l'organisation d'un atelier pour valider le questionnaire, certaines fiches ont été éliminées parce qu'elles étaient mal remplies. Les agents de développement, volontaires au début dans la réalisation des enquêtes, ont été par la suite retenus par d'autres activités. C'est d'ailleurs ce qui nous a amené à éliminer le deuxième site du Sud.

Des informations relatives intéressantes ont été obtenues en ce qui concerne les stratégies mises en œuvre pour réduire les effets des variabilités des ressources. Ceci permet de dire qu'il y a une réaction relativement favorable dans la prise en charge des phénomènes susceptibles de perturber la durabilité de leur environnement.

RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Diop A.T. (2009). La gestion des écosystèmes sahéliens et les stratégies d'adaptation des populations pastorales face au changement climatique. Communication, ISRA/PPZS, Dakar, 8 pages.

SESSION

5

**Savoirs endogènes
et gestion des catastrophes climatiques :
validité et stratégies de diffusion de l'information**

**Renforcement des capacités d'adaptation d'agriculteurs
du Burkina Faso aux changements climatiques
par l'expérimentation participative253**

*Joachim Bonkougou, Issa Larba Kobyagda,
Ali Daoudi, Loukmane Goumbane*

**Conscience sanitaire des populations urbaines défavorisées face
aux effets des changements climatiques à Abidjan en Côte d'Ivoire ...269**

Annette Ouattara, Alain Nicolas Betsi

**Farmers' Perceptions of Climate Change and Variability:
Implications for Adaptations in the Limpopo Basin South Africa285**

*Glwadys Aymone Gbetibouo, Rashid M. Hassan
and Claudia Ringler*

**Identification des déterminants de capacité adaptative
des fermes québécoises productrices de maïs-grain aux changements
climatiques : une approche locale et ascendante307**

Kénel Délusca et Christopher Bryant

Renforcement des capacités d'adaptation d'agriculteurs du Burkina Faso aux changements climatiques par l'expérimentation participative

Joachim Bonkougou¹, Issa Larba Kobyagda²,
Ali Daoudi³, Loukmane Goumbane⁴

RÉSUMÉ

Les productions agricoles, dans les pays sahéliens, sont fortement corrélées aux hauteurs annuelles des précipitations. Les producteurs agricoles burkinabé, depuis des temps reculés, font face aux variations et changements climatiques qui, selon eux, se traduisent par une diminution et une mauvaise répartition de la pluviométrie et une augmentation sensible des températures. Pour les scientifiques par contre, ces changements climatiques se manifestent plutôt par une plus grande fréquence des extrêmes climatiques, les pluies exceptionnelles, les poches de sécheresse et les vents violents. Pour renforcer davantage les capacités adaptatives des producteurs, l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) et ses partenaires, à travers le projet Adaptation aux Changements Climatiques, dans les villes et les campagnes du Burkina Faso, expérimentent une approche basée sur la recherche action participative en champs-écoles. A terme les agriculteurs impliqués dans ce processus pourront, par eux-mêmes, chercher et expérimenter des solutions endogènes et exogènes

¹ Institution de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Ouagadougou, Burkina Faso, joachbonk@yahoo.fr, 01 BP 476 Ouagadougou 01, Tél : (+226) 50319202/70290546.

² Institution de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Ouagadougou, Burkina Faso, kobiss13@yahoo.fr, 01 BP 476 Ouagadougou 01, Tél : (+226) 50319202/70726919.

³ Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Alger (ENSA), Alger, Algérie, daoudinf@yahoo.fr.

⁴ Institution de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Ouagadougou, Burkina Faso, goumbaneloukmane@yahoo.fr, 01 BP 476 Ouagadougou 01, Tél : (+226) 50319202/70996579.

d'adaptation aux changements climatiques. Il revient à chaque producteur d'en faire des choix conséquents, en fonction des moyens dont il dispose, pour une application effective dans sa propre exploitation.

L'expérimentation participative a concerné d'abord l'introduction de variétés améliorées, mises au point par les structures de recherche. Les variétés améliorées et locales ont été comparées et il ressort que les variétés exogènes sont parfois victimes de leurs propres performances. Ensuite, les thématiques sur les techniques de conservation des eaux et des sols, notamment le zaï et la fumure organique, ont été expérimentées pour lutter contre les poches sèches de faibles durées. Toutes ces expérimentations ont été menées selon les spécificités des trois zones climatiques du pays. Le principal défi auquel le projet a dû faire face dans l'approche des champs-écoles participatifs concerne l'attitude attentiste des agriculteurs. Comportement façonné par les méthodes antérieures d'intervention dans le domaine du développement. Au regard des résultats on peut affirmer que l'approche adoptée par le projet a permis aux producteurs de s'affirmer car ils ont maintenant confiance que leurs connaissances endogènes peuvent leur être d'un grand secours dans l'adaptation aux changements climatiques.

Mots clés : *changement climatique, agriculture, expérimentation participative, champs école, Burkina Faso*

ABSTRACT

Crop production in the Sahel countries is highly correlated with annual rainfall variations. In Burkina Faso, farmers, for long time are face to climate change which according to them are translated in decreasing and bad distribution of rainfall and an increasing of temperatures. For scientists, these climate changes are translated by a high frequency of climatic extremes, exceptional rainfall, drought spells and violent winds. In order to reinforce the adaptative capacity of farmers, INERA (Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles) and his partners through the project "*adaptation to climate changes in towns and villages of Burkina Faso*" are testing an approach based on participatory research action in farmers fields schools. At the end, farmers involved in the process will be able to try indigenous and exogenous options for adaption to climate change. Each farmer should be able to make

consequent choices of options, according to his socio-economic conditions, for an effective application in his farm. The participatory experiment has concerned the introduction of improved cultivars generated by the research. The improved and local varieties were compared and the results showed that improved varieties are victim of their own performance.

Also, thematic on soil and water conservation in particular the planting pits technique (zaï) and the organic manure were tested to fight short drought spells. All these experiments were carried out in the three agro ecological zones of Burkina Faso. The main challenge the project was face during the farmers field school approach was the attentist attitude of the farmers. The behavior of farmers is due to the intervention methods used in the past by projects and development agencies. Based on the results we can state that the approach adopted by the project allowed the farmers to affirm themselves because they are confident that their knowledge can help to adapt to climate change.

Key words: *climate changes, agriculture, participatory experimentation, farmers field school, Burkina Faso*

INTRODUCTION

Le Burkina Faso est l'un des pays sahéliens dont les populations sont affectées par les changements climatiques. Les populations dépendent, pour leurs conditions d'existence, d'une agriculture pluviale assez fragilisée par de multiples problèmes structurels, notamment la variabilité interannuelle des précipitations, l'érosion de la fertilité des sols et les difficultés d'accès aux intrants agricoles. Les cultures vivrières, piliers de la sécurité alimentaire des ménages, voient leur productivité baisser davantage sous l'effet de l'exacerbation de certains phénomènes climatiques extrêmes. C'est notamment le cas des poches sèches qui, devenues plus fréquentes et plus longues, réduisent considérablement les rendements.

Réduire la vulnérabilité des populations rurales aux changements climatiques, passe nécessairement par l'amélioration durable des systèmes de production agricole, notamment dans leur composante vivrière. Faciliter l'accès aux intrants agricoles modernes, diffuser de nouvelles techniques de production et de conservation des ressources naturelles, etc. sont autant de

mécanismes qui peuvent contribuer à atteindre cet objectif. Le projet ACCA-VICAB se propose d'explorer une approche nouvelle qui vise le renforcement des capacités des agriculteurs à rechercher ensemble des solutions à leurs contraintes. L'expérimentation participative, en champs-écoles villageois, de techniques et pratiques de production performantes, est l'approche testée par le projet en deux années.

Les premiers résultats de la mise en œuvre de cette approche sont très probants. En effet, des agriculteurs expérimentateurs analysent les limites des techniques actuelles, notamment face aux conséquences des changements climatiques, explorent des techniques alternatives, expérimentent celles qui leur semblent les plus pertinentes et tirent ensemble des leçons. Ce processus d'apprentissage participatif, facilité et appuyé par l'équipe du projet, a permis en un temps réduit, une amélioration appréciable des capacités techniques des agriculteurs. Dans cet article, seront présentées la démarche de mise en œuvre de cette expérience ainsi que la discussion des principaux résultats.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pays agricole, le Burkina Faso a environ 80% de sa population active occupés dans l'agriculture dont la contribution au Produit intérieur brut est de 40%. Ce pays a un climat de type tropical, qui est caractérisé par l'alternance d'une saison de pluies et d'une saison sèche. Le pays est subdivisé en trois (3) zones climatiques : zone sahélienne au nord de pluviométrie annuelle inférieure à 600 mm, zone soudano-sahélienne au centre de pluviométrie annuelle comprise entre 600 et 900 mm et zone soudanienne au sud dont la pluviométrie annuelle est supérieure à 900 mm.

Le rapport PANA Burkina (2003) a listé les poches de sécheresse, les inondations, les pics de chaleur et les vents violents comme les principaux aléas climatiques. L'augmentation de leur fréquence et amplitude constitue la principale manifestation des changements climatiques. En 2007, son rapport prévoyait que la pluviométrie connaîtra une diminution de 3,4% en 2025 et de 7,3% en 2050 tandis que les températures, elles, connaîtront une hausse de 0,8% à l'horizon 2025 et de 1,7% à l'horizon 2050. Les inondations du 1^{er} Septembre 2009 à Ouagadougou sont une illustration parfaite de ces changements climatiques. Elles démontrent bien qu'on ne peut pas aménager durablement un territoire sans intégrer les risques climatiques. En outre, la baisse de la pluviométrie et la hausse de la température ont

des répercussions négatives sur la production agricole et sur le couvert végétal, du fait de la diminution des ressources en eau. Cette diminution limitera la satisfaction des besoins en eau des populations, du bétail et des cultures. Ainsi, les changements climatiques font planer de lourdes menaces sur ces secteurs socioéconomiques et écologiques, principaux leviers du développement du pays.

Face aux contraintes imposées par les changements climatiques, les agriculteurs sont en adaptation permanente. Dans les limites de leurs savoirs et formes d'organisation, ils innovent et tentent de trouver des solutions pratiques et adaptées à leur contexte. C'est sur cette base qu'une équipe de chercheurs pluridisciplinaires de l'Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles (INERA) a lancé en 2008, dans le cadre du programme ACCA, le projet ACCA-VICAB. Un des objectifs de ce projet est de contribuer, à travers les expérimentations participatives en champs-écoles, au renforcement des capacités d'adaptation des agriculteurs aux changements climatiques. La méthode retenue par le projet repose sur la recherche action participative pour faire des agriculteurs des chercheurs de solutions aux contraintes causées par les changements climatiques. L'approche permettra aux agriculteurs d'être mieux outillés pour diagnostiquer les contraintes qu'imposent les changements climatiques aux systèmes de production, explorer les solutions susceptibles de les lever, tester ces solutions à une échelle réelle et en tirer des conclusions. L'apprentissage collectif, à travers l'expérimentation participative contrôlée par les agriculteurs eux-mêmes, est l'approche retenue par le projet.

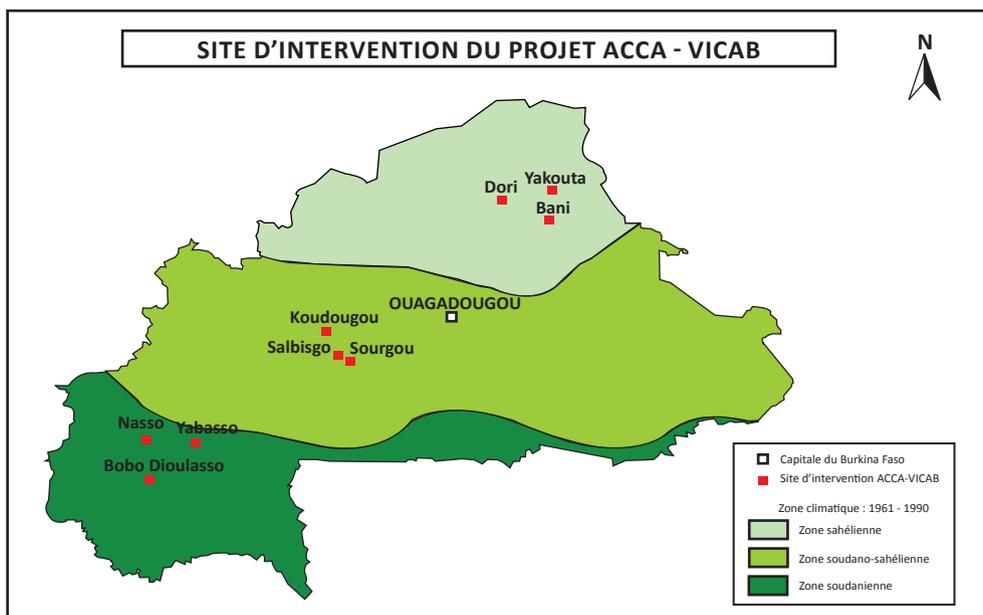
Présentation des sites d'expérimentation

Le projet ACCA-VICAB travaille dans six villages, soit deux par zone climatique du pays. Il s'agit de Yakouta et de Bani (Sahélien), Sourgou et de Salbisgo qui ont été retenus (Soudano-Sahélien) et Yabasso et Nasso (Soudanienne) (Figure 1).

Le Sahel est soumis à des pluviométries moyennes inférieures à 600 mm durant une saison pluvieuse de trois mois au plus. La variabilité spatiotemporelle des précipitations est élevée pouvant évoluer du simple au double. Le Sahel est par excellence le domaine de l'élevage où plus de 80% des terres lui sont affectées. L'élevage s'adapte à travers la transhumance, de plus en plus confrontée à d'énormes difficultés. On note de plus en plus une émergence d'une agriculture pluviale stricte pratiquée par des populations

sédentaires. Les systèmes de production font face à de fréquentes poches de sécheresse, à des vents violents et à quelques rares cas d'inondations (ACCA-VICAB_{a-b'}, 2008). Un fait important noté par les habitants est l'augmentation de la fréquence des invasions acridiennes attribuée à la dégradation climatique.

Figure n°1 : Carte climatique du Burkina Faso



Source : IG B. SANOU DC

Mai 2010

RABDO A./ACCA - VICAB

La variabilité climatique est moins marquée dans le climat soudano-sahélien où sont localisés les villages de Sourgou et de Salbisgo. Contrairement au Sahel à densité de population faible, la concentration humaine dans cette partie est forte de plus de 100 habitants au km² (INSD, 2007). Dans les systèmes de production, la jachère a fait place à une exploitation continue des terres. Les faibles amendements en engrais ont baissé la fertilité des sols. En plus, ces systèmes de production, dominés par le sorgho, font face aussi à des poches de sécheresses récurrentes, des inondations plus fréquentes et un raccourcissement de la saison culturale, matérialisé par une mauvaise installation et une fin brusque de la saison des pluies (ACCA-VICAB_{c-d'}, 2008).

Dans la zone soudanienne l'aléa climatique majeur cité est le raccourcissement de la saison pluvieuse. Les populations disent en plus qu'elles doivent gérer des poches de sécheresses, observées surtout lors de l'installation de la saison des pluies et des cas d'inondation. Les systèmes de

culture sont dominés par le coton à Yabasso, une culture de rente qui donne droit à des crédits, puis par le maïs mais aussi le sorgho, principalement utilisé pour la préparation de dolo, la bière locale (ACCA-VICAB_p, 2008). Le coton est peu cultivé à Nasso qui met l'accent sur la production de maïs et de sorgho pour leur propre consommation certes, mais aussi pour approvisionner la ville de Bobo-Dioulasso. Les activités de contre saison sont les cultures maraîchères, une forme d'adaptation aux changements climatiques, qui est aussi facilitée par la proximité de la ville (ACCA-VICAB_e, 2008). Cette activité est rendue possible par la présence d'un cours d'eau permanent, le Kou.

Les études diagnostics ont relevé l'existence d'un potentiel d'adaptation assez important dans les différentes zones climatiques. Les producteurs ont des connaissances et des pratiques qu'ils mettent en œuvre depuis des années pour dépasser leurs contraintes. Les principales limites de ce processus d'adaptation endogène sont liées au caractère isolé/individuel des efforts d'adaptation et à l'insuffisance de l'analyse des résultats des expériences personnelles. Ces limites rendent le processus d'adaptation plus long et réduisent son efficacité. Comment faire pour accélérer et améliorer ce processus ? Le projet ACCA-VICAB propose à cet effet d'instaurer un processus d'apprentissage collectif à travers lequel les agriculteurs analysent les contraintes de changements climatiques, identifient les pratiques et techniques potentielles d'adaptation, les expérimentent et évaluent leurs performances. La démarche méthodologique retenue pour instaurer ce processus est la recherche action participative.

La recherche action participative pour renforcer les capacités d'adaptation

L'objectif du projet ACCA-VICAB, qui ambitionne d'accompagner des agriculteurs dans la mise en place d'un processus collectif de renforcement de capacités d'adaptation aux changements climatiques et les impératifs du choix de la démarche recherche action participative, ont déterminé le choix, le contenu et la séquence des activités du projet. Par ailleurs, la démarche a beaucoup évolué au cours de sa mise en œuvre, sous l'effet combiné d'impératifs de terrain et de l'accumulation d'expériences empirique et méthodologique.

Le projet ACCA-VICAB a retenu de travailler dans les trois zones climatiques pour tenir compte de toutes les diversités écologiques et socioéconomiques. La méthodologie de recherche a été partagée et harmonisée lors d'un atelier

multi-institutionnel auquel ont pris part plusieurs institutions travaillant sur des questions de gestion de l'eau et de changements climatiques. Le choix des villages s'est fait dans des ateliers régionaux qui ont réuni des partenaires techniques déconcentrés, des ONG, des projets et des programmes de développement. La coordination du projet a rencontré les responsables coutumiers et les comités villageois de développement pour les informer du choix de leur village et prendre un autre rendez-vous d'échange avec toute la population. La mobilisation de la population cible s'est faite dans lesdits villages où tous les habitants ont été conviés à des rencontres pour nouer un partenariat. Avec l'appui des centres régionaux de recherches, la rencontre a pu collecter les principales informations, les objectifs, et partager la méthodologie de travail. Il a été d'emblée explicitement dit qu'il s'agit d'un projet de recherche et que par conséquent, ce projet n'a ni la mission ni les moyens de financer des actions de développement. Il reste entendu que ce dernier peut financer des actions relatives à l'expérimentation participative. Tous les villages retenus ont accueilli favorablement l'idée du projet et ont montré leur disponibilité à coopérer avec l'équipe. Les bases du partenariat ont été ainsi implicitement définies.

Le choix de villages situés dans des régions climatiques différentes est sous-entendu par une hypothèse selon laquelle les risques liés aux changements climatiques se manifestent différemment d'une zone à une autre. A des risques différents correspondent des problèmes, des niveaux de vulnérabilité et des stratégies d'adaptations différents. L'équipe avait besoin de caractériser tous ces éléments pour mieux cibler son intervention dans chacun des sites. Ainsi, chaque village a fait l'objet d'une étude diagnostique rapide conduite par une équipe pluridisciplinaire. Les principaux axes d'investigations ciblés par ces études sont : les manifestations des changements climatiques, leurs conséquences sur les systèmes de production et les conditions d'existence des agriculteurs ainsi que les stratégies d'adaptations développées par ces derniers pour y faire face. Ces études se sont appuyées principalement sur des outils participatifs de collecte de l'information tels que l'arbre à problèmes pour déterminer les contraintes principales de changements climatiques vécues par les populations locales et le profil historique pour retracer les traits de l'évolution climatique de la localité. Pendant le déroulement de l'étude contexte, l'équipe du projet a pris la précaution de faire des rencontres de groupes, une occasion pour avoir avec les populations, une compréhension commune des changements climatiques et les contraintes zonales qu'ils engendrent et explorer les moyens locaux et exogènes d'adaptation. Le

constat est clair. Face aux aléas climatiques majeurs les populations restent le plus souvent désarmées. C'est ce qu'on observe lorsqu'interviennent de grosses pluies suivies d'inondation. Dans la majeure partie des cas, elles s'en remettent à Dieu et croient à une punition qu'il faut subir et ne pas chercher à s'adapter. Il en est de même de l'invasion des criquets qui survient surtout dans la partie septentrionale du pays. Cependant, ces populations cherchent des solutions aux aléas climatiques mineurs. Il s'agit principalement des poches de sécheresse d'amplitudes modérées qui se produisent pendant la pleine saison des pluies, des vents violents, de la forte chaleur pendant la période froide de l'année, de la mauvaise installation de la saison des pluies, de sa fin brusque et de son rétrécissement en termes de durées.

Les causes des changements climatiques ne relevant pas des actions locales, les débats ont davantage été tournés vers les questions d'adaptation. Un processus de concertation avec les populations a été mené pour hiérarchiser les contraintes et choisir les solutions à expérimenter prioritairement. Les agriculteurs des différentes zones ont opté pour une expérimentation sur les nouvelles variétés à cycles courts, mises au point par les structures de recherche, censées être plus adaptées aux conditions climatiques actuelles. Certains producteurs avaient fait l'expérience individuellement et tiré des conclusions encourageantes et d'autres avaient seulement entendu parler des avantages que ces variétés améliorées procurent. Les populations locales, avec ce choix, voudraient s'attaquer à la mauvaise installation de la saison des pluies, à sa fin brusque et à la réduction de la durée de la saison culturale. Ces nouvelles variétés vont être expérimentées dans des parcelles choisies par les villages pour devenir des champs-écoles. L'idée a été acceptée de tous les participants qui ont discuté de façon pratique de sa mise en œuvre.

La première année, la planification a été tardive. L'équipe de projet a proposé que les centres régionaux de recherche puissent proposer des expérimentations basées sur les résultats de recherche et qui permettent de lever les contraintes de changements climatiques auxquelles les populations sont confrontées. Ainsi, dans la zone sahélienne, pour pallier à la mauvaise installation de la saison des pluies, l'équipe de recherche a proposé deux solutions, le travail du sol et les semences améliorées. Le travail du sol a consisté à un labour profond au tracteur et les variétés proposées sont le Gorom-Gorom local amélioré de niébé et le millet. Les deux villages ont choisi d'avoir deux champs-écoles chacun dont un pour les femmes. Dans la zone soudano-sahélienne, les variétés améliorées (maïs, niébé et sorgho)

ont également été proposées en fonction des besoins exprimés. Là par contre, il revenait aux populations des villages impliqués de procéder aux travaux de préparation des champs. Les labours aux bœufs ont été assurés par les participants. La zone soudanienne plus arrosée devrait également faire face à un problème récurrent de prolifération de mauvaises herbes. L'expérimentation a porté sur les variétés améliorées de maïs, de sorgho et de niébé, mais également sur le mucuna, une légumineuse qui a plusieurs avantages : lutte contre les mauvaises herbes, fourrage pour les animaux et fertilisation des champs. Des techniques de fertilisation par micro-dose d'engrais ont été également testées avec les populations.

L'emplacement des champs-écoles a été décidé par les populations qui assurent, en fonction d'un calendrier défini par elles-mêmes, les travaux nécessaires, depuis les semis jusqu'à la récolte. La production, comme stipulé, leur revient de plein droit et elles décident de sa gestion. Les participants de la région soudano-sahélienne par exemple ont utilisé les productions obtenues pour préparer les repas lors des rencontres dans les champs-écoles. Les techniciens du projet, aidés par les agents des centres de recherches et des directions de l'agriculture et de l'élevage, assurent la facilitation dans ces champs-écoles. La présence des techniciens a été un atout important pour la gestion de la mise en œuvre des actions programmées. Leur présence permet de mieux orienter les discussions et de pouvoir, en temps réels, apporter des corrections lorsque cela est indispensable. C'est ainsi qu'avec les populations, en cas de mauvaise levée, elles ont procédé à de nouveaux semis et à des traitements spécifiques. L'importance du rôle joué par les techniciens dans la gestion de la mise en œuvre du plan d'action et la facilitation du processus d'apprentissage collectif dans les champs-écoles, confortent le choix de l'équipe de doter chaque site d'un facilitateur permanent. Il faut aussi signaler que les populations ont l'habitude d'être assistées et ont tendance plutôt à écouter les méthodes qu'à proposer. Lors des opérations culturales, les techniciens suscitaient les échanges entre les participants autour de thèmes liés à l'expérimentation. Les populations locales ont pu noter que les variétés améliorées avaient un meilleur comportement lors de l'installation de la saison des pluies où de fréquentes poches de sécheresse provoquent la mort prématurée des jeunes plants. Ce sont des variétés sélectionnées pour résister à des sécheresses de faible amplitude.

RÉSULTATS / DISCUSSION

L'installation des champs-écoles ayant été faite dans des délais très courts, l'équipe du projet n'a pas eu le temps d'engager des rencontres spécifiques pour le montage d'un dispositif de suivi-évaluation participatif pour chaque village. Le suivi et l'évaluation ont toutefois été faits mais dans l'objectif qu'ils soient explicitement planifiés.

Dans la zone soudano-sahélienne, les populations locales croyaient qu'il était quasiment impossible, dans les nouvelles conditions climatiques, de produire du maïs, surtout sur un sol de faible réserve hydrique de haut glacis. L'évaluation des rendements agricoles a été faite par les centres régionaux de recherche avec les participants. Une visite commentée a d'ailleurs été faite dans le champ de Nasso, situé dans l'enceinte de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (Photo n°1). Une occasion pour eux d'évoquer une fois de plus la confiscation de leurs terres par les structures étatiques qui s'y sont implantées et qui ne collaborent pas à la recherche de solutions à leurs nombreuses contraintes. Les rendements ont été satisfaisants et les participants en zone soudanienne ont pu constater l'effet du mucuna, une plante fourragère, sur la lutte contre les mauvaises herbes et la fertilité de leurs sols. Dans la zone soudano-sahélienne par contre, des variétés de sorgho à cycle bien long ont été utilisées malgré que la campagne fût bien avancée. Cela a donné plutôt des leçons sur l'adaptation des cycles de cultures. En effet, avec un cycle de culture plus long que la saison des pluies, le producteur est certain de ne pas récolter. Les rendements sont faibles voire nuls dans ce cas. Dans la zone sahélienne par contre, le labour au tracteur a plutôt attiré l'attention, notamment des plus nantis. Il faut noter que l'agriculture, dans cette partie du Burkina Faso, reste encore une activité secondaire. La recherche de fourrage pour les animaux demeure le principal objectif des éleveurs-producteurs.

Les résultats satisfaisants de l'expérimentation participative dans la première génération de champs-écoles, sauf dans les sites de la partie Nord, ont incité les populations à acquérir ces variétés améliorées. Le projet peut servir d'intermédiaire dans la recherche de ces variétés mais il reste entendu que l'objectif est que les paysans s'organisent afin d'aller chercher l'information et le service dont ils ont besoin. Les techniciens canalisent alors les besoins vers les centres régionaux de recherche pour l'achat des semences améliorées de la campagne agricole suivante.

Photo n° 1 : Visite commentée à Nasso – Bobo Dioulasso Burkina Faso (2008)

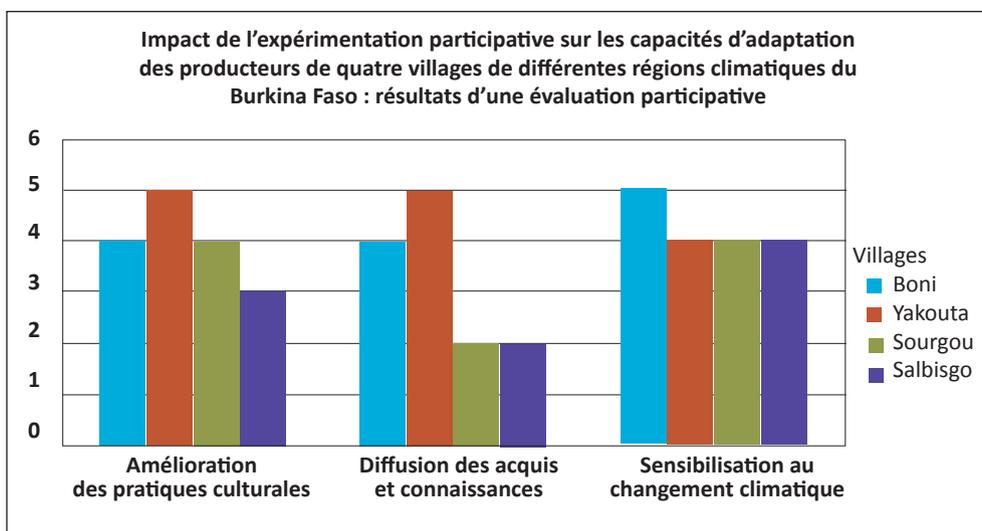
La seconde expérimentation a permis de confirmer les résultats probants de la première période. Ainsi, après l'évaluation de la saison humide, plusieurs actions ont été entreprises soit pour conforter ce qui avait été initié la saison dernière, soit pour répondre à une contrainte majeure qui n'avait pas été expérimentée la saison passée. Le comité de suivi-évaluation (CSE) dans certaines localités a été restructuré pour incorporer des membres leaders d'opinion et exclure ceux qui sont les moins représentatifs. Cette modification de la composition des membres du CSE l'a été sur la seule volonté des populations. Un autre aspect majeur était la faible valorisation du savoir local lors des expérimentations dans tous les sites. Ainsi, la nouvelle planification a conduit aux propositions d'expérimentation suivantes. Le CSE de la zone soudano-sahélienne a orienté ses expérimentations sur une méthode de conservation des eaux et des sols, le *zaï* qu'il voudrait combiner avec des variétés améliorées, l'expérience passée n'ayant pas été concluante. Dans la zone soudanienne, précisément dans le village de Yabasso, l'option était plutôt de comparer les variétés locales aux variétés améliorées produites sous les mêmes conditions climatiques. Les options techniques testées dans la zone sahélienne sont restées pratiquement les mêmes.

Dans la mise en œuvre des activités de la saison humide de l'année 2 du projet, les semis et les intrants agricoles indispensables ont été encore

assurés par le projet. Les membres des CSE ont collecté, pour le cas des villages du domaine soudano-sahélien, des déchets décomposés qu'ils ont appliqués comme fumure organique. Tous les travaux inhérents à l'installation et à l'entretien des cultures dans les champs-écoles sont assurés par les membres des CSE. Il faut noter que les membres qui doivent s'absenter se font systématiquement remplacer par un membre de leur famille. Une stratégie adoptée afin de ne pas perdre les informations et surtout pour que l'exploitant gagne en renforcement de ses capacités. L'apprentissage profite de prime abord à l'exploitant avant d'atteindre le reste du village et les villages environnants.

Les participants des villages de Salbisgo et de Sourgou ont pu noter les bienfaits du zaï. Les plants souffrent moins des poches de sécheresse et ont donné de bien meilleurs rendements. Ces gains substantiels sont confirmés par les études menées par BARRO et al. (2005) dans la même zone climatique, dans la province du Zondoma, dont la pluviométrie est inférieure à 700 mm d'eau par an. Dans la zone soudanienne, le suivi évaluation a mis en exergue un bon comportement des variétés locales qui ont pu résister à une poche de sécheresse pendant que les variétés améliorées plus précoces ont donné des rendements agricoles deux fois moins importants. Selon les producteurs, la variété améliorée a été victime de sa précocité. La poche de sécheresse est intervenue pendant la phase de formation des grains de cette variété et a par conséquent compromis ses rendements agricoles (SOME, 1989 ; BONKOUNGOU, 1992). A Dori, les populations ont fait un constat majeur que les champs labourés au tracteur ont un fort taux de rétention des eaux de pluie ce qui permet une conservation de l'humidité pendant une longue durée. Les semences améliorées résistent mieux au raccourcissement de la saison humide et à la faible pluviométrie enregistrée. Les calculs des rendements dans les différents champs ont été effectués en vue de confirmer cette hypothèse .

L'évaluation a montré que les membres des CSE ont renforcé leurs capacités d'adaptation aux changements climatiques (amélioration des pratiques culturales et sensibilisation sur les changements climatiques), ce qui suscite un intérêt croissant pour la structure. Cependant, des efforts sont à déployer pour une meilleure diffusion des acquis du projet .



CONCLUSION

Dans les pays semi-arides d'Afrique, les changements climatiques vont rendre précaires les efforts de développement consentis en matière de sécurisation alimentaire. Des stratégies, allant du savoir traditionnel à celui du monde moderne, sont mises en application. Au Burkina Faso, le projet Adaptation aux Changements Climatiques en Afrique –Villes et Campagnes du Burkina (ACCA-VICAB) a permis, par l'expérimentation participative en champ école, le renforcement des capacités des agriculteurs pour faire face aux effets des changements climatiques. La méthode RAP utilisée a favorisé la création d'un processus d'autonomisation et systématiquement les acteurs de base (CSE) formés posent des diagnostics et recherchent ensemble des solutions durables aux contraintes qu'imposent les changements climatiques à leurs systèmes de production. L'amélioration des rendements agricoles et la reproduction des pratiques endogènes et exogènes expérimentées sont la preuve qu'ils s'inscrivent dans la durée. En outre, l'apprentissage collectif, outil de facilitation du projet, qui est la capacité à s'approprier et à modifier, en permanence, son organisation et son fonctionnement vient renforcer substantiellement les compétences des différents acteurs impliqués.

Le rôle du projet a donc été de les accompagner, d'une part à prendre conscience des difficultés qu'imposent les changements climatiques et d'autre part, à renforcer les capacités des agriculteurs en s'appuyant sur leurs connaissances endogènes et celles de la recherche par l'expérimentation

participative. Ainsi pour que l'organisation soit alors vraiment apprenante, il sera nécessaire qu'elle repose à la fois sur une diffusion fluide de la visibilité stratégique et aussi sur des initiatives opérationnelles immédiatement applicables et identifiables.

RÉFÉRENCES

BARRO A., ZOUGMORE R., MARAUX F., DUGUE P., 2005 : Etude de cas sur la récupération des sols dégradés dans le plateau central du Burkina Faso : un chemin vers une agriculture durable. *Articles 2005*, 6P.

BONKOUNGOU J., 1992 : Contribution à l'étude de l'influence des facteurs climatiques sur la production céréalière (sorgho, mil, maïs) au Burkina Faso : cas de 1990. Mémoire de maîtrise, département de Géographie, Université de Ouagadougou, 101p. + Annexes.

SOME L., 1989 : Diagnostique agropédoclimatique du risque de sécheresse au Burkina Faso : Etude de quelques techniques agronomiques améliorant la résistance pour la culture du sorgho, de mil et de maïs. Thèse doctorat, Université de Montpellier (Montpellier II).

Rapport du projet ACCA-VICAB, 2009 : Evaluation des activités dans les différentes zones climatiques du Burkina Faso.

Rapport du PANA Burkina, 2003 et 2007.

Conscience sanitaire des populations urbaines défavorisées face aux effets des changements climatiques à Abidjan en Côte d'Ivoire

Annette Ouattara^{1,2}, Alain Nicolas Betsi¹

RÉSUMÉ

Les spécialistes de la santé s'accordent à reconnaître que tout changement environnemental dans sa configuration entraîne des répercussions socioéconomiques et sanitaires. En Afrique, les manifestations du climat sont ressenties différemment par les communautés surtout au niveau socioculturel et géographique. Dans les milieux défavorisés de la ville d'Abidjan en Côte d'Ivoire, la précarité des conditions de vie semble être aggravée par les effets des changements climatiques. Par ailleurs, la conscience sanitaire liée au changement climatique des populations vivant dans ces zones semblent être déficitaire. A travers une analyse du niveau de connaissance et une synthèse de solutions endogènes et scientifiques, cette étude se propose de contribuer au renforcement des capacités des populations urbaines défavorisées aux mécanismes d'adaptation aux changements climatiques dans deux quartiers précaires de la commune de Yopougon, ville d'Abidjan. La méthode principale utilisée est l'approche participative Autodidactic Learning for Sustainability (ALS). Elle consiste à renforcer les compétences des populations pour une meilleure adaptation des communautés aux effets des changements climatiques sur la santé. Dans son application, elle a consisté en l'organisation d'un atelier participatif

¹ Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire, 01 BP 1303 Abidjan 01, Tel : (+225) 03 63 51 99, Fax : (+225) 23 45 12 11. annetteouattara@yahoo.fr (Annette OUATTARA) ; alain.betsi@csrs.ci (Nicolas BETSI).

² UFR des Sciences de l'Homme et de la Société, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire - Adresse de correspondance : Annette OUATTARA : annetteouattara@yahoo.fr

dans chaque quartier. Chaque atelier comprenait vingt participants issus de la communauté cible, quatre observateurs et cinq membres pour l'équipe ressource. Des enquêtes qualitatives ont été dirigées dans ces zones à travers des focus group et des entretiens semi-structurés. Une enquête transversale a été aussi menée auprès de 260 personnes pour mesurer certaines données qualitatives. Il ressort du discours des populations cibles qu'elles ne font pas de rapprochement entre l'aggravation des maladies et les modifications au niveau du climat. Bien au contraire, cela relève pour elles d'un certain déterminisme religieux en général. Pour de nombreux informateurs, l'augmentation des phénomènes extrêmes est interprétée sous le prisme des saintes écritures et notamment l'Apocalypse de la Bible qui prédit la fin du Monde. Egalement, le rapprochement avec la crise armée prévalant dans le pays est établi. Ce fait pour les populations, le désordre, la discorde, le conflit sont à l'origine de la colère des ancêtres, ce qui cause la prolifération des maladies et des pluies qui s'abattent sur elles. En plus, des actions mystiques posées comme la sorcellerie par les populations expliquent la recrudescence des maladies et des facteurs climatiques. La confrontation de ces réflexions avec le savoir scientifique fait ressortir un déficit à combler. Par le biais de la méthodologie ALS, les populations ont pu faire des propositions de stratégies d'adaptation pour réduire les risques sanitaires.

Mots clés : *Changements climatiques, conscience sanitaire, populations urbaines défavorisées, méthodologie ALS, Côte d'Ivoire.*

Health awareness of poor urban populations face to impacts of climate change in Abidjan, Cote d'Ivoire

ABSTRACT

Health experts agree that any environmental change in configuration has socioeconomic and health implications. In Africa, climate events are perceived differently by different communities, especially at socio-cultural and geographical levels. In poor areas of the city of Abidjan in Côte d'Ivoire, precarious living conditions seem to be exacerbated by the effects of climate change. Moreover, health awareness related to climate change of populations living in these areas seems to be in deficit. Through an analysis of the level of knowledge and a synthesis of endogenous and scientific solutions, this study

aims to contribute to capacity building for urban poor coping mechanisms to climate change in two slums of Yopougon, Abidjan. The main method used is the participatory approach called Autodidactic Learning for Sustainability (ALS). This involves strengthening skills of people for a better adaptation of communities to the effects of climate change on health. In its application, it has involved the organization of a participatory workshop in each selected area. Each workshop included twenty participants from the targeted community, four observers and five members for the resource team. Qualitative surveys were conducted in these areas through focus groups discussions and semi-structured interviews. A cross sectional survey was also conducted among 260 people to measure some qualitative data. It appears from discourses of target populations that they do not correlate worsening of disease with changes in climate. Contrariwise, it is due for them to a certain religious determinism in general. For many informants, the increase of extreme events is interpreted through the lens of Holy Books as Apocalypse of the Bible that predicts the end of the world. Also, the link with the military crisis prevailing in the country is established. For those people, disorder, discord, and conflict are sources of the anger of ancestors, causing the proliferation of diseases and rain falling on them. In addition, mystical actions such as witchcraft also explain the resurgence of diseases and climatic factors. The confrontation of these ideas with the scientific knowledge shows a deficit to overcome. Through the ALS methodology, populations have been making proposals for adaptation strategies to reduce health risks.

Keywords: *Climate change, health awareness, urban poor, ALS methodology, Côte d'Ivoire.*

INTRODUCTION

Le changement climatique est l'un des nombreux changements environnementaux concomitants qui se produisent dans le monde et qui affectent la santé. De nombreuses conséquences sanitaires des variations du climat ont été relevées ces dernières années. Une simple illustration est la crise alimentaire qui frappe le monde depuis peu de temps et dont le résultat est la malnutrition qui affecte l'état de santé des enfants. Par ailleurs, les épisodes de sécheresse, d'inondation et de tempêtes de plus en plus violentes sèment la mort et rendent les populations plus vulnérables. L'OMS (2002) estimait qu'en 2000, les changements climatiques étaient

déjà responsables de 2,4% environ de cas de diarrhée dans le monde et de 6% des cas de paludisme dans certains pays intermédiaires. Même si les contours du lien entre changement climatique et santé restent encore à éclaircir, les maladies étant d'abord influencées par l'état environnemental, il est de plus en plus reconnu que le climat a toujours eu un impact sur le bien-être des humains (OMS, 2004). Pour les pays en voie de développement, il est clair qu'ils ont une très faible capacité à détecter les changements qui affectent la transmission des maladies puis à les attribuer aux changements climatiques en raison d'une multitude d'autres facteurs, tels que la résistance aux médicaments, les mouvements de populations et les modifications des mesures de contrôle, qui influent sur la transmission des maladies. (Kovats, 2009). Mais, il est reconnu que le changement climatique pourrait modifier la répartition géographique des vecteurs de maladies, amplifiant la propagation des maladies telles que le paludisme (Chan, 2009). Au cours de la 61^e assemblée générale sur la santé, il a été reconnu que le changement climatique pourrait compromettre la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le développement, y compris les objectifs liés à la santé, et saper les efforts déployés pour améliorer la santé publique et réduire les inégalités de santé dans le monde (WHO, 2008). Au cours de la récente conférence mondiale de Copenhague sur le climat, trois messages clairs ont été adressés par la communauté des experts de santé : tout d'abord, le changement climatique est une menace fondamentale pour la santé. Puis, le renforcement du contrôle des maladies de la pauvreté est essentiel pour la protection des populations les plus vulnérables. Enfin, la réduction des émissions de gaz à effet de serre représente une belle opportunité de réduire d'atténuer le changement climatique et de renforcer la santé publique (Chan, 2009).

L'Afrique connaît de nos jours de nombreuses transformations environnementales et climatiques qui affectent divers domaines de la société. Au plan sanitaire, les impacts potentiels des changements climatiques sont nombreux depuis l'augmentation de traumatismes dus aux événements climatiques extrêmes jusqu'à la multiplication des troubles mentaux en passant par les maladies infectieuses et allergiques (Jouan R. et al, 2007). Ce constat conduit donc à dire que le changement climatique met directement en péril la santé humaine. Et les plus exposés à la morbidité et à la mortalité prématurées liées au climat sont les pauvres, les personnes âgées, les femmes, et celles vulnérables du point de vue de leur position géographique (OMS, 2009). Les questions les plus brûlantes en ce moment concernent à court terme, les stratégies d'intervention de santé publique les moins coûteuses

pour lutter contre les maladies dues au climat, et à long terme, les actions qui permettraient de réduire la vulnérabilité au changement climatique (Chan, 2009).

En Côte d'Ivoire, l'inégale répartition spatiale et saisonnière des précipitations, les inondations, le prolongement de la saison sèche (Djé Kouakou, 2008), se conjuguent avec d'autres facteurs tels que la crise sociopolitique déclenchée depuis 2002 pour accroître la vulnérabilité des populations face aux effets des changements climatiques. Les effets sont nombreux et divers : érosion côtière manifeste, des inondations fréquentes, glissements de terrains, émergence de certaines maladies telles que la fièvre typhoïde, le paludisme, etc. (Anonyme, 2009). Certains groupes connaîtront une vulnérabilité plus grande du fait de certains facteurs comme la densité démographique, le niveau de développement économique, les ressources vivrières, le niveau des revenus, les conditions environnementales locales, l'état de santé, la présence de services de santé publique et leur qualité (OMS, 2004). Ces facteurs permettent de mesurer la conscience sanitaire des populations qui varie suivant les contextes et les cultures. C'est à cette tâche que s'attèle la présente étude qui, en s'appuyant sur deux sites en contexte urbain défavorisé, analyse les perceptions des populations sur le changement climatique, les attitudes et pratiques sanitaires, les déterminants de la vulnérabilité et la résilience des populations. L'objectif principal de cette étude est d'analyser les logiques qui sous-tendent le comportement sanitaire des populations en vue de renforcer leur capacité face aux effets des changements climatiques. Ce renforcement de capacité a pour enjeu de promouvoir la conscience sanitaire de ces populations pour une meilleure adaptation au changement climatique. Pour atteindre cet objectif, il convient d'une part d'analyser les perceptions autour du changement climatique, d'autre part d'étudier les impacts des changements climatiques sur la santé des populations et enfin de proposer quelques pistes de solutions pour une meilleure prise en charge des affections dues au changement climatique.

Méthodologie (zone d'étude et méthodes d'investigation)

Cette étude couvre un champ géographique comprenant deux quartiers défavorisés de la commune de Yopougon (Gesco Yoplait et Gesco Pays-Bas) dans la ville d'Abidjan. Ces deux quartiers ont une caractéristique commune : l'absence d'infrastructures d'assainissement et de système de drainage des eaux usées et pluviales. Cela favorise la stagnation des eaux et la création des "mares artificielles" notamment dans le quartier Gesco Yoplait. En plus de

l'installation des industries, ces mares favorisent les fréquentes inondations surtout en période de fortes pluies.

Concernant le profil socio-économique des populations enquêtées et leurs conditions de vie, il faut dire qu'à ce niveau, il existe des similitudes entre les populations des deux (2) quartiers. On y rencontre une grande diversité de populations ivoiriennes, avec la présence de nombreux Ghanéens, Burkinabés et Maliens. Notre population d'enquête était représentée à 31,2% par le groupe ethnique Akan, 28,5% pour les Krou, (23,8% pour les Mandé de sud, 10,8% pour les Mandé du nord, 4,6% pour les Gur et 1,2% pour les groupes étrangers. La majeure partie des enquêtés a un niveau d'instruction égal au cycle secondaire avec (38,1%), puis suit le cycle primaire avec (28,1%) et (16,9%) d'analphabètes.

Techniques de collecte des données : cette étude repose sur des données qualitatives et quantitatives. Tout d'abord, une enquête ménage a été réalisée dans les deux sites d'étude à l'aide d'un questionnaire standardisé. Ce questionnaire portait sur les connaissances des changements climatiques et les itinéraires thérapeutiques empruntés par les populations en cas de maladies identifiées. Il a été administré à 260 ménages où une personne âgée entre 15 et 60 ans a été identifiée. Tout au long de cette enquête qui s'est déroulée entre décembre 2008 et février 2009, le choix des ménages s'est fait de manière aléatoire. Le choix de cette méthode d'échantillonnage a été dicté par le style de distribution spatiale des populations dont l'installation n'obéit que rarement aux règles d'urbanisation.

Par ailleurs, des données qualitatives ont été collectées à l'aide de trois (3) techniques : entretiens semi-directifs sur la base d'un guide d'entretien, des focus group discussion (FGD) et l'application de la méthodologie ALS. Pour les interviews, une quarantaine de personnes ont été interrogées en raison de 20 individus par quartier. Les informateurs sélectionnés étaient représentatifs des différentes communautés ethniques présentes, dans le but de répertorier le savoir des groupes cibles sur les changements climatiques et leur vision de la santé afin d'analyser le niveau de leur conscience sanitaire. En plus trois (3) focus groups ont été organisés dans chaque quartier pour approfondir les informations collectées à travers les entretiens individuels.

L'application de la méthodologie Autodidactic Learning for Sustainability (ALS) a conduit à l'organisation de deux ateliers communautaires dans les deux quartiers. Pour ce faire, 20 personnes de différentes couches sociales

ont été sélectionnées. Ces ateliers ont permis de faire le point sur les connaissances des populations en matière de changements climatiques et des impacts sanitaires. Les débats se déroulaient en présence de quatre observateurs et des membres de l'équipe ressource qui jouaient uniquement le rôle de modérateur et non d'enseignant. Dans un processus participatif, cette technique a permis au sortir de chaque atelier, aux populations de faire la synthèse de la situation environnementale de leur quartier, de proposer des solutions pour améliorer leurs conditions de vie et de suggérer un plan d'action dont elles seront les principales actrices. Le but poursuivi est qu'après reconstitution de tout ce qui a été dit au cours de l'atelier, les populations en sortent avec une idée nouvelle sur le phénomène et de nouveaux comportements. Ils constituent un relais auprès des populations de leurs quartiers.

Gestion des données et analyse statistiques : Les données qualitatives ont été saisies sur une feuille Excel et traitées sur le logiciel SPSS version 11.0. Les différents entretiens ont été enregistrés et transcrits de manière manuscrite. Les données collectées ont été regroupées pour une analyse de contenu thématique.

RÉSULTATS/DISCUSSION

Perceptions des populations sur les changements climatiques

Réalité du changement climatique

Le changement climatique est un concept relativement nouveau pour les populations interrogées. L'enquête sur la perception des populations menée au sein de ces quartiers a révélé que 51,9% des interviewés ont déjà entendu parler du changement climatique contre 45% qui soutiennent le contraire. Ces résultats dénotent du problème d'accès à l'information sur le phénomène, la Côte d'Ivoire manquant cruellement de canaux pour l'éducation environnementale. Ces chiffres contrastent leurs connaissances sur le changement climatique. En fait 90,8% de la population a reconnu avoir constaté une modification au niveau du climat : persistance de la période chaude et des précipitations abondantes et violentes depuis quelques années. Tout le monde s'accorde à reconnaître que : « *Il fait vraiment très chaud. Il ne pleut plus comme avant. Mais quand les pluies parviennent à tomber, elles sont vraiment fortes ; ce qui provoque de véritables dégâts* ». L'intensité de la chaleur et des précipitations serait le principal indicateur du changement. Une étude menée par Djé Kouakou (2008) en Côte d'Ivoire corrobore ce

constat en soutenant que depuis les années 1970, la pluviométrie baisse sur toute l'étendue du territoire lorsque la température augmente. Autrement dit, les saisons des pluies sont réduites avec des débuts tardifs et des fins précoces.

Cependant, tout le monde ne mesure pas le changement climatique par l'intensité de la chaleur et des pluies. Pour cette catégorie de personnes, les perturbations enregistrées pendant les saisons ne justifient rien du tout. Pour eux, « *les changements climatiques sont considérés comme un fait à venir* ». Ce discours sur la perception du changement climatique rejoint le point de vue d'une troisième catégorie de personnes qui soutiennent que « *le changement climatique est un fait exclusivement réservé aux pays Européens à cause de la diversité de leurs saisons* ». Même si le prétexte de la diversité des saisons en Europe est discutable, ce point de vue montre implicitement que l'Afrique n'est nullement touchée par le phénomène des changements climatiques qui est une préoccupation du Nord ou de scientifiques (climatologues, météorologues...). Cette perception du changement climatique montre que ces populations ont une certaine connaissance du phénomène. Ces connaissances sont diverses et ne reposent pas sur une définition standard, mais davantage sur les expériences individuelles. Une revue des définitions du phénomène de changement climatique montre que (15,39%) des enquêtés font allusion à une augmentation du climat dans le temps à l'échelle mondiale, (23,84%) à l'augmentation de la chaleur, (15%) pour l'augmentation de la pluie, (22,70%) au passage de la saison sèche à la saison des pluies. Pour certains répondants, le changement climatique est tout simplement un phénomène normal dans l'évolution du système climatique (23,07%), Autrement dit, le changement climatique est un processus tout à fait normal dans l'évolution du monde.

Causes du changement climatique

En ce qui concerne les causes du changement climatique, la majorité des enquêtés l'attribuent aux raisons métaphysiques. Les informations possédées par ces dernières sont celles ayant trait soit à la culture, soit à la religion. Mais, le facteur dominant se trouve être la religion. Les discours produits par les enquêtés, font état de ce que les Saintes Ecritures, en l'occurrence la Bible (Mathieu 24) avaient déjà prédit ces événements qui se produisent. Comme ils ont tendance à le dire, c'est l'œuvre de Dieu. Pour ces populations, les changements climatiques sont des signes de la fin des temps. Cette conception des populations s'explique par le renouveau spirituel

qui imprègne la population ivoirienne suite à la crise socioéconomique des années 1990, spiritualité amplifiée avec la crise politique de 2002.

La crise politique elle-même est considérée par ces populations comme une cause des changements climatiques. Elle aurait contribué à attiser la colère de Dieu. Le dérèglement social qui fait suite à la crise politique favoriserait l'anomie déstructurant ainsi la relation avec le divin, régulateur du temps et des saisons. En effet, les populations d'Abidjan expliquent que le sang versé lors des attaques armées entre divers protagonistes sur les terres ancestrales aurait réveillé la colère divine. L'arrivée des grandes pluies sont perçues comme un acte expiatoire et purificateur des dieux qui lavent la terre de tout le mauvais sang versé. La pluie serait ainsi le moyen d'assainir et de purifier la terre et les cœurs des hommes qui y vivent.

Les changements n'ont pas qu'une vertu purificateur. La maîtrise des éléments de la nature comme la pluie sont aussi perçues comme des actions maléfiques des personnes aux pouvoirs mystiques pour punir ou pour priver d'autres individus ou communautés du bien-être ou des moyens d'existence. Il est reconnu que « *les fortes pluies émanent d'une action maléfique, de la sorcellerie entre village afin de détruire les récoltes* ». La jalousie est donc un fait qui pousse l'individu à stopper les pluies donc exercer une action sur le climat afin de nuire. Dans cette catégorie, les ancêtres tiennent une place à part. Les informateurs des sites d'étude reconnaissent que « *leur mécontentement devant certaines de nos activités soulève leur colère. Ils empêchent donc la pluie de tomber ce qui provoque de grande chaleur ainsi que la faim et la soif dans certaines régions* ». Même s'il apparaît que 42,3% des informateurs lient le changement climatique aux raisons métaphysiques et 24,2% aux causes anthropiques, il est frappant de constater la tendance à mettre l'homme au centre des causes du changement climatique.

Cela est perceptible dans certaines conceptions des populations qui reconnaissent que le facteur métaphysique n'explique plus tout. Le changement est consubstantiel à l'évolution du monde. Il se trouve être du ressort de l'évolution du monde et même du poids de l'activité humaine dans la société. Ainsi, les populations ont fait mention de certaines causes comme les effets de la pollution de l'air par les véhicules, le déboisement, la déforestation et l'émission par les industries des gaz à effet de serre (GES).

Dans les différents entretiens réalisés, le danger lié au changement climatique semble ne pas être au centre des préoccupations de la grande

majorité des interlocuteurs. Il apparaît selon les entretiens que la vision du danger est liée à la notion du bien et du mal. Autrement dit, les causes des changements climatiques sont la résultante des actions posées par les individus. Quelles soient bonnes ou mauvaises, elles sont à l'origine des diverses modifications du système environnemental. Cette perception du bien et du mal liée au changement climatique voit le danger mais en fait fi. Certains par contre ne voient pas en la perturbation du climat un état de mal être. A partir de cette vision on comprend que lutter contre les effets néfastes des changements climatiques chez certains est mal vu puisqu' allant contre la volonté de la nature, de Dieu. Il convient de dire que le changement climatique n'est pas seulement une réalité physique plus ou moins saisissable mais une représentation mentale et une construction sociale. Comme tout autre changement, il peut être perçu comme une chance ou comme une menace. La méconnaissance du phénomène induit de ce fait des conceptions et des comportements n'allant pas dans le sens d'une réduction des maladies dans ces quartiers qui sont déjà vulnérables.

Connaissance des risques sanitaires liés aux changements climatiques

Parmi les effets des changements climatiques sur les populations, se trouvent les impacts sanitaires qui risquent de favoriser la propagation des maladies d'origine hydrique, à transmission vectorielle et cardiorespiratoire (Enright, 2001 ; OMS, 2002 ; GIEC, 2005). L'étude a permis d'identifier certaines pathologies fréquentes dans ces zones et qui sont également aggravées par les changements climatiques. Il y a entre autres « le paludisme, la fièvre typhoïde, la fièvre jaune, la dysenterie, les crises d'asthme qui comme le stipulent les experts en santé de l'OMS connaîtront une aggravation du fait des changements climatiques (OMS, 2004 ; OMS, 2008). Le discours des scientifiques et des populations dans ce domaine se trouve être identique en divers points. Les maladies ci-dessus mentionnées ont des causes différentes pour les populations interrogées. Les causes de ces maladies sont déterminées à partir du savoir local qui leur confère une certaine vision et un certain itinéraire thérapeutique, soulevant ici la question de l'impact des différentes sensibilisations sur ces populations. Dans le cas du paludisme, ces populations défavorisées expliquent ses causes de plusieurs manières. Elles le lient non pas à un vecteur, mais à la fatigue et au travail difficile. Comme reconnaît cet informateur, « *Je travaille beaucoup et quand je ne me repose pas, j'attrape le paludisme. Et ça, c'est depuis nos parents. Ils nous ont toujours dit que la fatigue donne le palu. Mais comme on est obligé de*

chercher l'argent on travaille beaucoup car nous sommes pauvres ». Cette vision des maladies aggravées par les changements climatiques liées à la pauvreté ressort également dans les travaux de Reid (2009), qui conclut que la vulnérabilité est aggravée par l'ampleur de la pauvreté tout en faisant un éventail des impacts des changements climatiques sur la santé. Ces discours ne sont pas exclusifs à cette population interviewée. D'autres études comme celles de Granado et al (2006) sur la vulnérabilité des citoyens à Abidjan en relation avec le palu abondent dans le même sens.

D'autres par contre expliquent cela comme suit : « *Nos parents nous ont toujours dit que lorsque l'on marche beaucoup sous le soleil on contracte le paludisme. A chaque fois qu'il fait chaud, mes enfants et moi faisons toujours la maladie. Surtout que maintenant que le soleil brille très fort.* » A l'analyse de ces propos, il ressort que le modèle explicatif de ces maladies n'est nullement rattaché aux modifications du climat qui ont été également remarquées en Côte d'Ivoire. L'accentuation de ces maladies découle d'un mode de pensée détenu de l'héritage culturel qui, transmis par génération, détermine ainsi les pratiques des populations. Comme ailleurs, les représentations de la maladie chez ces populations sont variées et différentes des définitions biomédicales (Mwenesi, 2005). Ce genre de conception ne se limite pas seulement aux maladies comme le paludisme. Elle s'étend à des maladies comme le choléra qui est une maladie d'origine hydrique et qui connaît elle aussi une aggravation du fait des changements climatiques. A ce propos, la persistance de cette maladie chez un individu est considérée par la communauté comme un « sort » (sortilège) et même souvent assimilée au SIDA, du moment où le choléra présente les mêmes symptômes que cette maladie. Cette considération n'est pas essentiellement liée aux maladies d'origine hydrique mais également à toutes celles connaissant une durée dans le temps sans qu'il n'y ait d'amélioration de l'état de santé. Les individus qui font un rapprochement avec le climat et les insectes sont une minorité avec (15%). Ainsi, pour ces populations, la maladie est, en plus des facteurs extérieurs comme l'insalubrité, l'exposition aux dangers tels que les piqûres des anophèles, aussi liée au facteur humain, c'est-à-dire aux actions de l'homme sur son prochain. L'homme ici est à la base de ce qui arrive à son semblable. Les interactions entre les hommes favorisent des comportements susceptibles de nuire à l'autre car conscient de l'impact de son action sur le bien être et le devenir de l'individu. Dans le cas des maladies associées aux changements climatiques, il a été prouvé que ces maladies connaîtront une certaine aggravation dans les Pays en Voie de Développement (OMS,

2009) et une récurrence si des stratégies efficaces ne sont pas mises en place (MINSSS, 2009).

En tant que zones précaires, ces quartiers ont des prédispositions à l'émergence des maladies et événements liés aux changements climatiques comme les inondations dont ces populations sont toujours victimes, surtout en période de fortes pluies où les précipitations ne sont pas maîtrisées. Il ressort à l'observation au sein de ces quartiers que les changements climatiques ont un impact sur l'environnement de ces milieux. Les fortes pluies qu'ils occasionnent favorisent des inondations donc présence de flaques d'eau par manque de réseaux de drainage. L'absence de réseaux de drainage et insalubrité favorise à leur tour l'émergence de plusieurs maladies dont celles citées ci-dessus. Dans ce contexte de changement climatique, la prévalence de ces maladies risque de doubler.

Les données obtenues après enquêtes ont fait ressortir un faible niveau de la conscience sanitaire au niveau des populations. En effet, les différentes représentations des populations faites autour de ce phénomène et ses conséquences sur la santé dénotent du manque d'informations exactes concernant le sujet mettant ainsi en danger leur état de santé. Cette donnée a occasionné un déficit favorisant des comportements à risque allant dans le sens de la pratique et du rejet de certaines mesures sanitaires et/ou hygiéniques prescrites par les services d'hygiène et de santé publique. Cela s'explique par leur manière de gérer leur environnement, et leur cadre de vie.

La connaissance étant à la base de toute attitude et comportement, il convient d'en faire une priorité afin d'emmener les populations surtout les plus défavorisées à prendre conscience des conséquences néfastes du changement climatique surtout en matière de santé.

Solutions endogènes pour amélioration de la santé

La tenue des différents ateliers a permis aux populations cibles, de faire un bilan de leur situation environnementale et sanitaire. Les facteurs de risques sanitaires étant liés au défaut d'assainissement, de système de drainage des eaux usées et de présence d'infrastructures sanitaires, les populations ont proposé une série d'activités à mener afin d'assurer le bien être de la communauté. Il en est ressorti que la formation d'un groupe inter sectoriel dans le cadre de la gestion et du suivi environnemental est nécessaire. En

d'autres termes, il s'agirait de la création d'un comité de gestion des activités à mener après la tenue des ateliers. Ce comité est composé des participants des ateliers. Ce Comité a pour rôle d'assurer le relais auprès des membres de leur communauté afin de diffuser le message reçu lors de l'atelier. Ce comité devrait prendre attache avec les structures identifiées par les populations lors de l'atelier pour leur apporter le soutien et l'aide nécessaire dans le cadre de la réalisation de leur objectif.

Ce comité s'est fixé pour objectif de :

- Identifier les priorités en matière d'assainissement.
- Contacter les structures spécialisées afin d'initier une série de campagnes de sensibilisation et d'informations sur l'existence des changements climatiques, ses causes et conséquences sur les différentes couches sociales. Campagnes qui doivent impliquer les différents secteurs intervenant dans le domaine des changements climatiques et de la santé. Ces campagnes doivent également promouvoir la bonne gestion de l'espace public ; promotion qui passe par une bonne gestion environnementale des citoyens sans attendre l'action des autorités de la commune. La santé publique est aussi et surtout un des volets à considérer durant ces campagnes avec l'organisation de campagne de vaccination avec l'appui des organismes et Organisations Non Gouvernementales.
- Elaborer un chronogramme d'activités pour procéder à l'assainissement des quartiers concernés. Les coordonnateurs de ces activités sont donc les différents participants aux ateliers.
- Collecter des outils et matériels adéquats qui aideront à la bonne gestion de leur environnement.

Ils ont proposé également une implication des médias dans la diffusion de l'information sur les changements climatiques ce qui pourrait être d'un impact considérable.

CONCLUSION

La présente étude sur les mécanismes qui sous-tendent le comportement des populations urbaines défavorisées en matière de santé face aux changements climatiques a fait ressortir plusieurs résultats. D'une part, la méconnaissance du phénomène du changement climatique et de ses conséquences. D'autre part, la vision qu'elles ont de la gestion environnementale contribue à favoriser la persistance de certaines maladies qui sont aussi aggravées par les changements climatiques. Même si les impacts des changements climatiques sur la santé ne sont pas clairs pour tout le monde, il convient de dire en fonction des études antérieures que plusieurs maladies notamment celles à transmission vectorielle et hydrique sont aggravées par le phénomène ainsi que les affections cardio-respiratoires.

De l'analyse et de l'interprétation des données, il ressort que le faible niveau de conscience sanitaire soit à la base des comportements des populations. Ce déficit les maintient donc dans un état d'ignorance, favorisant ainsi leur persistance devant certaines pratiques susceptibles de nuire à leur santé, surtout dans ce contexte de changement climatique où l'impact sur la santé humaine est clairement reconnu. Les problèmes de santé rencontrés par ces populations émanent du fait de leur manque d'information sur le changement climatique et des comportements à adopter.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un projet intitulé « Renforcement des capacités pour l'adaptation aux effets des changements climatiques sur la santé des populations en milieu urbain et périurbain défavorisé en Côte d'Ivoire » financé par le Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique (PASRES). Ce projet était hébergé par le Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS). Nos remerciements sont adressés au Prof DEDY Séri, enseignant chercheur à l'Université de Cocody pour avoir supervisé ce travail de recherche, au Prof BONFOH Bassirou, Directeur du Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, au Dr Gilbert FOKOU, chercheur au CSRS pour sa contribution lors de l'élaboration de cet article ainsi qu'à M. DIOMANDE Métangbo. Chercheur au Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire Nos sincères remerciements à toutes les populations de ces quartiers pour leur disponibilité et leur participation active lors de la réalisation de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme. 2009. Plateforme pour la réduction des risques de catastrophes, Genève (Suisse)
- Chan M. 2009. Cutting carbon, improving health. Published Online November 25, 2009 DOI:10.1016/S0140-6736(09)61993-0
- Djé Kouakou B. 2008. *Les impacts des changements climatiques sur le climat ivoirien*, Rapport mondial sur le développement humain, Abidjan (Côte d'Ivoire)
- Enright W. 2001. *Changements d'habitudes, changements climatiques. Analyse de base*. Ottawa (Canada), Institut Canadien de la santé infantile.
- Granado, S. et al, 2006. *La vulnérabilité des citoyens à Abidjan en relation avec le palu : les risques environnementaux et la monnayabilité agissant à travers le palu sur la vulnérabilité urbaine*, VertigO, Hors série 3, chapitre 2.
- Jouan R., Magaud M. 2007. *Changements climatiques et santé aux Etats Unis : Impacts, adaptation et recherche*.
- Kovats, S. 2009. Changements climatiques et santé. *Tiempo Afrique 3* : 3-7.
- MINSSS [Ministère de la Santé et des Services Sociaux]. 2009. *Changements climatiques, santé environnementale*, Ottawa (Canada)
- Mwenesi H.A. 2005. Social science research in malaria prevention, management and control in the last two decades: an overview. *Acta Tropica 95* : 292-297.
- Reid. H. 2009, Les impacts du climat sur la santé. *Tiempo Afrique 3* : 8-12.
- OMS. 2002. Rapport sur la santé dans le monde. Genève (Suisse).
- OMS. 2004. *Changements climatiques et santé humaine-risques et mesures à prendre*. Genève (Suisse)
- OMS. 2008. *Changement climatique et sécurité sanitaire* : Discussion Technique. Cinquante-cinquième session du Comité régional de la Méditerranée orientale.

OMS. 2009. Changements climatiques et santé. Genève (Suisse).

WHO. 2008. Climate change and health: resolution of the 61st World Health Assembly. May 24, 2008. http://www.who.int/gb/ebwha/pdf_files/A61/A61_R19-en.pdf(consulté le 17.06.10)

Farmers' Perceptions of Climate Change and Variability: Implications for Adaptations in the Limpopo Basin South Africa

Glwadys Aymone Gbetibouo^{1,*},
Rashid M. Hassan¹ and Claudia Ringler²

ABSTRACT

Rural farmers are likely to bear the brunt of the adverse impacts of climate change. The extent of these impacts depends on their adaptation responses. This study examines farmers' perceptions of climate change, how these correspond with climate data, and how farmers are adapting. This analysis was based on data collected from 794 farm households in the Limpopo River Basin during the farming season 2004–2005. The statistical analysis of the climate data shows that temperature has increased over the years. Rainfall is characterized by large interannual variability, with the previous three years being very dry. Overall, farmers' perceptions that the climate is changing correspond with the climate data records. Further, a seemingly unrelated biprobit model applied reveals that a number of factors influence the likelihood that farmers will perceive climate change. Having fertile soil and access to water for irrigation decreases the likelihood that farmers will perceive climate changes, whereas education, experience, and access to extension services increase the likelihood that farmers will perceive climate changes. This suggests that perceptions are not based entirely on actual climate conditions and changes but are also influenced by other factors. Even though a large number of farmers interviewed noticed changes in

^{1,*} Centre for Environmental Economics and Policy in Africa, Department of Agricultural Economics & Rural Development, University of Pretoria, Agricultural Annex Room 2-6, Pretoria 0002, South Africa, E-mail: gbetibouo@yahoo.fr or gladys.gbetibouo@up.ac.za

² Environment and Production Technology Division, International Food Policy Research Institute, 2033 K Street, NW, Washington, DC 20006-1002, USA

climate, only 30 percent of farmers have adjusted their farming practices to account for the impacts of climate change. A Heckman probit model identified several factors that enhance farmers' adaptive capacity: farming experience; wealth; access to credit; access to water; tenure rights; access to extension, and perceptions of soil fertility. Farmers cited a lack of access to credit as the main factor inhibiting adaptation. The government should therefore create policies in response to these findings to promote an efficient cost autonomous adaption among farmers.

Keywords: *climate change and variability, perception, adaptation, agriculture*

INTRODUCTION

In the last decade it has become increasingly apparent that climate change is already happening, and will continue to happen, bringing with it local impacts on people's livelihoods (IPCC, 2007). Many countries in tropical and subtropical regions are expected to be more vulnerable to warming because additional warming will affect, among other things, their dwindling water balance and harm their agricultural sectors. The problem is expected to be most harsh in Africa where current climate is already severe, current information is the poorest, technological change has been the slowest and the domestic economies depend most heavily on agriculture (Dinar *et al.*, 2008). Therefore for African countries, adaptation or coping with the expected impacts of climate change should be the biggest priority. Adaptation can greatly reduce vulnerability to climate change by making rural communities better able to adjust to climate change and variability, moderating potential damages, and helping them cope with adverse consequences (IPCC, 2001).

Adaptation can be either planned or autonomous. There is considerable debate about the likelihood of farmers autonomously employing adaptations to climate change, about how such a process would occur, and about what the costs and benefits might be of relying on autonomous adaptations (Dolan *et al.*, 2001). Adaptation process can be divided in two distinct steps: (1) the signal detection phase and (2) the response phase. According to Risbey *et al.* (1999), for any decision-maker, the manner and form of adaptation will depend on how the signal is defined. That is, what is adapted to (signal). Decision-makers with an operational focus on different temporal and spatial scales will tend to define signal in terms of processes they can observe at

their characteristic scales of attention. Adaptation is conditional on detecting a recognizable signal: no detected signal, no response. Farmers' perception of climate change risks is a necessary condition for them to undertake autonomous adaptation.

However, farmers tend to respond to changes which affect their income and these result from the joint consequences of climate and market conditions and public programs (Mertz *et al.*, 2009). Changes in prices and costs, trade, subsidies and other government support programs may mask climate change effects, and thus dampen climate adaptation (Smit, 1994; Brklacich *et al.*, 2000; Bradshaw *et al.*, 2001). Therefore it appears necessary to access local perceptions of climate change because perceptions influence people's decisions both in deciding whether to act or not. Perception refers to a range of judgments, beliefs and attitudes (Taylor *et al.*, 1988), from which it can be inferred that perception is neither universal nor static, but rather a value laden, dynamic concept. Social, economic, political and cultural settings influence the way people perceive their environment and the way they react to it (Danielsen *et al.*, 2005).

Another important issue related to adaptation in agriculture pointed out by Bryant *et al.* (2000) is how perceptions of climate change are translated into agricultural decisions. If farmers learn gradually about the change in climate, Maddison (2006) argues that they will also learn gradually about the best techniques and adaptation options available. According to him, farmers learn about the best adaptation options through three ways: (1) learning by doing, (2) learning by copying, and (3) learning from instruction. There is recognition that farmers' responses vary when faced with the same stimuli. Such varied responses, even within the same geographic area, are partly related to the variety of agricultural systems involved and the different market systems in which farmers operate (Bryant *et al.*, 2000). A more important factor of varied farmers' responses is the differences between farmers in terms of personal managerial and entrepreneurial capacities and family circumstances. Also, farmers can be influenced by their peers' perceptions and by values present in their communities as well as their professional associations. A review of literature on adoption of new technologies identified farm size, tenure status, education, access to extension services, market access and credit availability, agroclimatic conditions, topographical features, and the availability of water as the major determinants of the speed of adoption (Maddison, 2006). Choices are made

within the framework of perceived alternatives and available information. Alternatives and information are profoundly affected by people's attitudes and values and the roles they play in relation to the decision to be made.

Thus, the autonomous adaptation process in the agricultural sector is a complex process and not a simple linear relationship between a farmer's decision-making environment and farm level change. Therefore a better understanding of how farmers' perceive climate change, ongoing adaptation measures, and the factors influencing the decision to adapt farming practices will provide the basis for developing an adaptation policy and programs aimed at promoting successful adaptation of the agricultural sector. Case study evidence is therefore critical in helping to illustrate local dynamics and underlying vulnerabilities that need to be acknowledged before pursuing adaptation support (Ziergovel *et al.*, 2006).

Based on the case study of farmers in the Limpopo River Basin in South Africa, this paper intends to capture the extent of farmers' awareness and perceptions of climate variability and change and the types of adjustments they have made in their farming practices in response to these changes. The primary hypothesis is that farmers adapt to perceived climate change and variability. The analysis is conducted in two stages. First, it is determined whether the climate has changed, whether the farmers perceive climate change and variability, and what characteristics differentiate farmers who perceived changes from those who did not. Second, the determinants of adaptation are examined. It is assumed that not all of the farmers who perceived climate change will respond by taking adaptation measures. Here it is argued that farmers who perceived climate changes and responded share some common characteristics. Therefore, there is a need to understand the reasons underlying their response (or failure to respond for those who did not adapt).

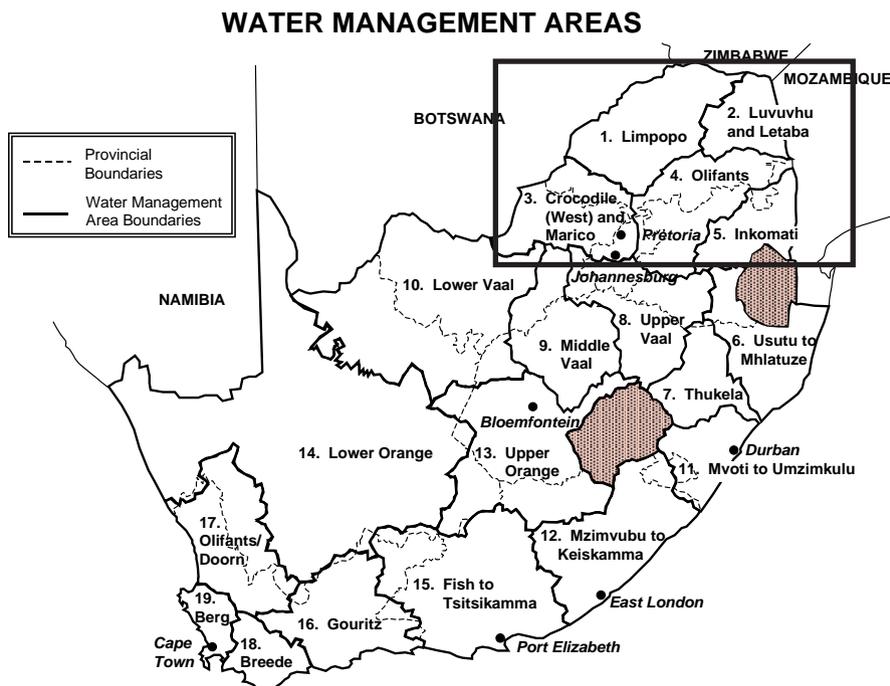
The remainder of the paper is structured as follows. The next section describes the study area and data used. Section 3 presents the assessment of farmers' perceptions of climate change and variability. Section 3 presents the analytical and empirical adaptation model. Finally, Section 5 concludes and outlines the policy implications of the study.

Study area and data

The Limpopo River is one of the major river systems in Southern Africa draining an area of 415,500 square kilometers, and is shared by Botswana, Mozambique, South Africa, and Zimbabwe. South Africa occupies about 46 percent of the total area of the basin. In South Africa, the Limpopo River Basin extends over four administrative provinces (Limpopo, Mpumalanga, Gauteng, and North West) and five water management areas (WMAs)³. These are the (1) Limpopo, (2) Luvuvhu/Letaba, (3) Crocodile (west) and Marico, (4) Olifants, and (5) Inkomati (Figure 1). The climate in the basin ranges from temperate and semiarid in the south of the Limpopo WMA and the east of the Crocodile (west) and Marico WMA to arid in the extreme north of the Limpopo WMA. Mean annual precipitation ranges from 200 millimeters per year in the Limpopo WMA to more than 2,300 millimeters annually in the Luvuvhu/Letaba WMA, with temperatures ranging from 8 degrees Celsius to more than 30 degrees Celsius in the northern parts of the Limpopo WMA. The Limpopo Basin feature both large commercial agricultural farms and small-scale agricultural holdings. Farming activities range from dry farming to intensive irrigation and livestock production. The main crops grown include cotton, grain sorghum, and tobacco, citrus and a variety of fruits.

³ To facilitate the management of the scarce water resources, the country has been divided into 19 catchment-based water management areas (WMAs). All except one WMA are inter-linked with other areas through inter-catchment transfers. The interlinking of catchments gives effect to one of the main principles of the country's National Water Policy Acts, which designates water as a national resource (DWAF 2004).

Figure 1 : The Limpopo River Basin area in South Africa



Source: <http://www.dwaf.gov.za/Documents/Notices/Water%20Management%20areas%20engl.doc>

The data used in this study contains approximately 794 households and collected a large range of data for the agricultural season April/May 2004 to April/May 2005 in the four provinces of the Limpopo River Basin in South Africa. However, this study used principally the section of the survey on perceptions of climate change, adaptations made by farmers, and barriers to adaptation. Also, the study used monthly precipitation and temperature data from the South African Weather Service (SAWS). The data covers the period from January 1960 to October 2003.

Assessing farmers' perceptions to climate change and variability

To assess farmers' perceptions of climate change and variability, we first look at how climate data recorded at meteorological stations evolved (trends and variability) and how farmers perceived these changes. Tests were undertaken for linear trend in annual means and seasonal means of temperature, and total annual and seasonal rainfall both at the Limpopo River Basin level.

Descriptive statistics based on summary counts of the questionnaire structure are used to provide insights into farmers' perceptions of climate change and variability. Secondly, spatial clustering is performed to check for any spatial autocorrelation and neighborhood effects influencing farmers' responses. Furthermore we assess the factors influencing farmers' perceptions views.

Comparison between perceptions of changes in climate and meteorological stations' recorded data

Temperature changes

About 95 percent of the farmers interviewed perceived long-term changes in temperature. Most of them (91 percent or 686 farmers) perceive the temperature in the Limpopo Basin to be increasing. Only 1.5 percent noticed the contrary, a decrease in temperature (Figure 2). The statistical record of temperature data from the Limpopo River Basin between 1960 and 2003 shows an increasing trend (Figure 3). Thus, farmers' perceptions appear to be in accordance with the statistical record in the region.

Precipitation Changes

In total, 97 percent of the respondents observed changes in rainfall patterns over the past 20 years, and 81 percent (or 624) noticed a decrease in the amount of rainfall or a shorter rainy season. Almost 5 percent of the informants noticed a change not in the total amount of rainfall but in the timing of the rains, with rains coming either earlier or later than expected (Figure 4). Many respondents observed that the main rainfall season, which is the summer, is coming late and is also shorter. The recorded data on rainfall from 1960 to 2003, shows that about 85 percent of the rainfall occurs during summer months (October to March). Also, there is no statistically significant trend in the data. Indeed, there is a large variability in the amount of precipitation from year to year (Figure 5). The high proportion of farmers noticing a decrease in precipitation could be explained by the fact that during the last few years before the survey year (2001 to 2003), there was a substantial decrease in the amount of rainfall (Figure 5). Thus, farmers' perceptions of a reduction in rainfall over the 20-year period are explained by the fact that, as Maddison (2006) noticed, some farmers place more weight on recent information than it is efficient.

Figure 2 : Farmers' perceptions of changes in temperature in the Limpopo River Basin

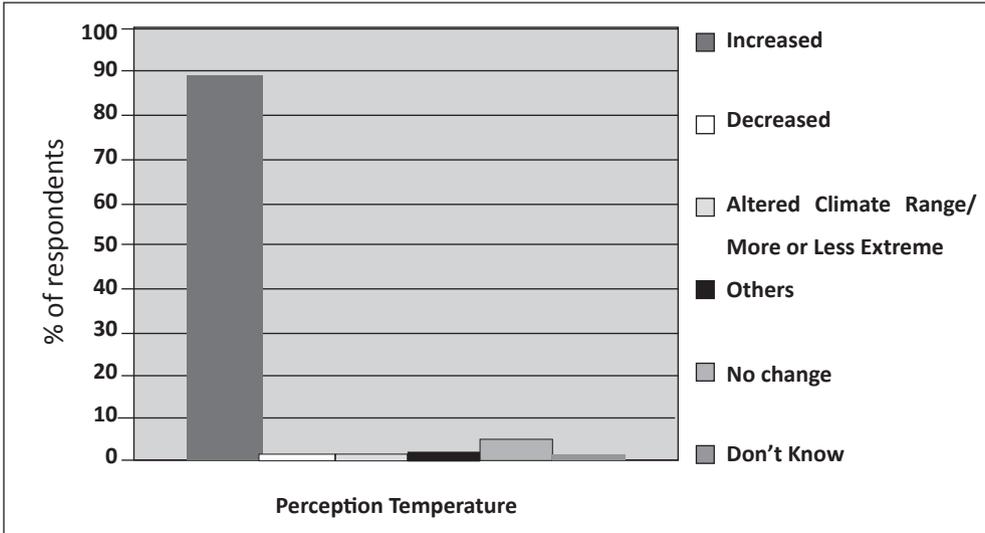


Figure 3 : Trend of temperature data for the Limpopo River Basin: 1960–2003

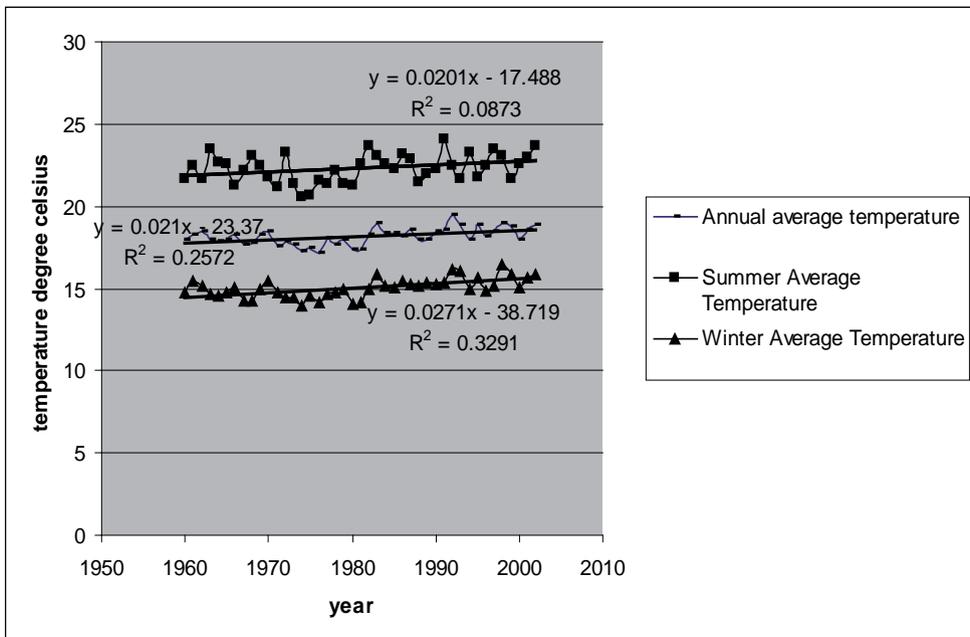


Figure 4 : Farmers' perceptions of changes in precipitation in the Limpopo River Basin

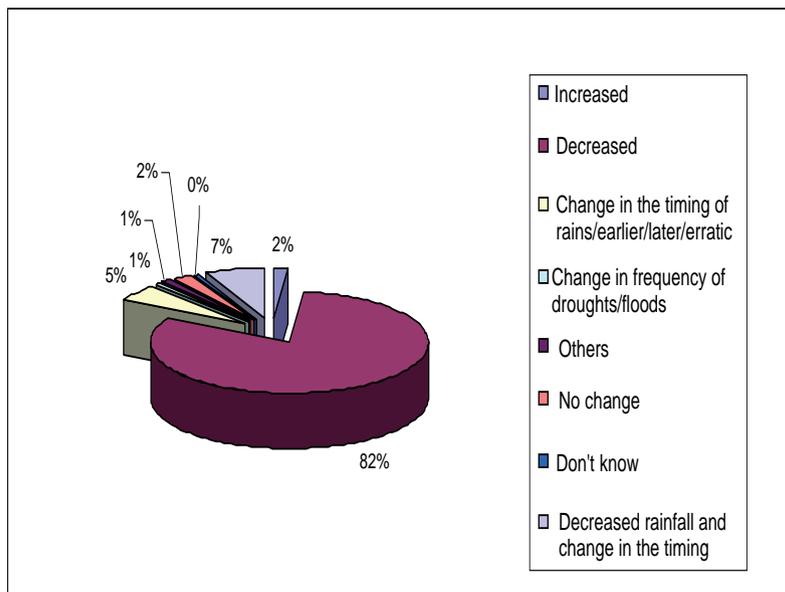
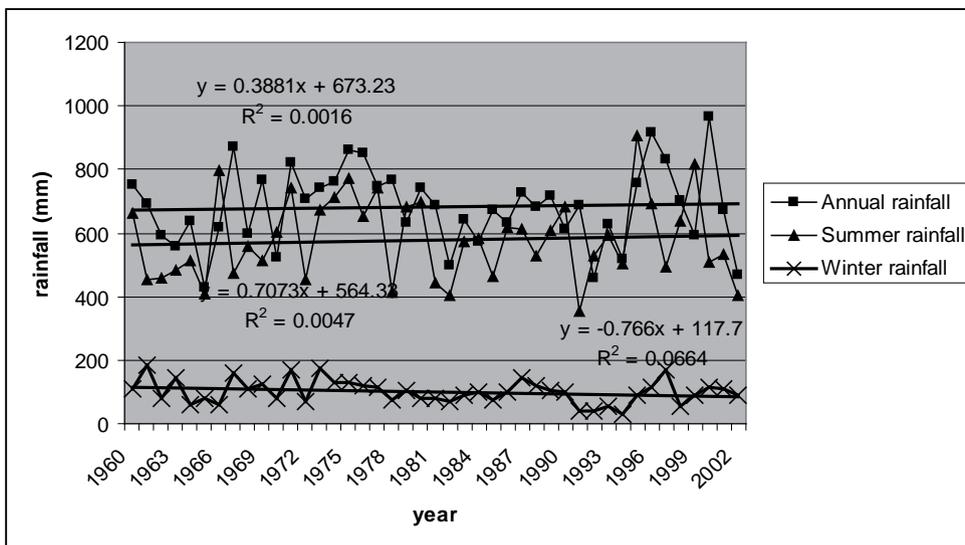


Figure 5 : Limpopo River Basin rainfall trend (1960-2003)



Spatial Clustering of Climate Change Perceptions

As shown in the above section, a large number of farmers believe the climate has become hotter and drier. As suggested by Maddison (2006), this perception might be a case of prominence bias in questionnaires dealing with climate change. It's likely that some respondents provided answers

during the interview that the enumerators were more interested in hearing. Thus, validation of the respondent's assessment of climate change with his/her neighbors' responses would provide more confidence that the responses were objective and not subjective. We employed Moran's I test for spatial autocorrelation with an inverse distance weights matrix on the portion of farmers who perceive particular types of climate change within a given area. The results (Table 1) suggested that neighboring farmers agree that temperature is increasing and rainfall is decreasing with a change in the timing. These results are evidence that farmers are capable of perceiving changes in climate. Thus, neighboring farmers tell a consistent story.

Table 1 : Moran's I Test for spatial correlation of climate change perception

Perception of temperature	Moran I statistics	Perception of rainfall	Moran I statistics
Increased temperature	0.044**	Increased rainfall	-0.013
Decreased temperature	0.002	Decreased rainfall	0.125**
More or less extreme	0.001	Change in the timing	0.051**
No change	-0.003	Change in frequency of droughts/floods	-0.007
		No change	0.003

Note: ** significant at 1% level * significant at 5% level

Factors influencing farmers' perceptions

According Hansen *et al.* (2004): "... farmers' memory of past climatic variability may be distorted in systematic ways, reflecting wishful thinking by distortions consistent with decision goals as well as being shaped by personality characteristics and preexisting beliefs...". We therefore investigate which other factors besides actual climate events may have shaped the perceptions of the respondents in our study. We run a seemingly unrelated biprobit model with dependent variables the twin perception of change in both temperature and precipitation on a number of factors such education, farming experience, farm size, whether or not a crop farm, soil characteristics, irrigation, access to extension services, access to climate information, and region dummy for Gauteng. The results are adjusted for clustering at the district level on the assumption that the responses from farmers in the same district are likely to be related anyway. The results displayed in Table 2 below show the following:

- Education seems to decrease the probability that the farmer will perceive long-term changes in rainfall. Thus, educated farmers are more likely to see that rainfall does not have a significant trend over the long run.
- With experience, farmers are more likely to perceive change in temperature.
- Farmers who have access to water for irrigation purposes are unlikely to perceive any change in the climate whether in temperature or rainfall. Indeed, having access to water increases the resilience of farmers to climate variability.
- Access to extension, on the other hand, increases the probability of perceiving change in temperature.
- The results also confirm that being in Gauteng (the biggest province where agriculture is a small part of the economy) decreases the probability of perceiving climate change.
- Farmers with highly fertile soil are less likely to perceive change in temperature but more likely to perceive change in rainfall.

These results suggest that farmers' perceptions are not entirely based on actual climate conditions but are influenced by other factors as well.

Table 2 : Results of the seemingly unrelated biprobit model of farmers' perception of change in the climate, Limpopo River Basin

	Perceive change in temperature	Perceive change in rainfall
Education	-0.0049	-0.0371***
Farming experience	0.0136*	0.0048
Farm size	0.2900	-0.3474
Crop farm	0.0822	-0.0219
Infertile soil	-0.3838	0.0994
Highly fertile soil	-0.3231**	0.6542**
Access to water for irrigation	-0.5917**	-0.7279**
Access to extension services	0.3361**	0.2271
Access to climate information	-0.0101	0.2044
Gauteng dummy	-0.6374***	.245423
Intercept	1.91923 ***	2.4828***
Log likelihood: -186.0339		
Number of observations: 632		
Athrho: 0.8027***		
Rho: 0.6655		

Notes: The coefficient indicated the impact of a marginal change on the probability, while dF/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1.

Dummy variable for Gauteng is included because in the descriptive analysis, 16% of farmers from Gauteng did not perceive climate change.

Clustering at district level.

Wald test of $\rho=0$: $\chi^2(1) = 28.5094$ Prob > $\chi^2 = 0.0000$

*** significant at 1% level; ** significant at 5% level; * significant at 10% level.

Adaptation in the Limpopo Basin

Farmers adaptations strategies and barriers to adaptation

Even though a large number of farmers interviewed noticed changes in climate, almost two-thirds did not undertake any remedial actions. More than 53 percent of farmers cited lack of access to credit, poverty, and lack of savings as the main barriers to adaptation. Despite perceiving a decrease in the volume of rainfall, 20 percent of farmers are not irrigating because they do not have access to water. Insecure property rights and lack of markets are also cited as significant barriers to adjustments. Few farmers (1.9 percent) designated lack of information or knowledge of appropriate adaptation measures as barriers to adaptations (Figure 6).

Among those who perceive changes in the climate and therefore adapt numerous adaptations strategies could be identified. The eight main adaptation strategies in the Limpopo River Basin are: (1) Change crop variety; (2) increasing irrigation; (3) plant different crops, changed crop variety; (4) change planting date; (5) change amount of land; (6) livestock feed supplements; (7) Crop diversification or mixing crop and livestock and (8) build water harvesting scheme. The adaptations induced by perceptions of changing rainfall patterns seem to differ from those induced by perceptions of changing temperature. While adopting a new crop variety is the main strategy used to adapt to increasing temperature, building water-harvesting schemes is a popular adaptation strategy to those experiencing the effects of decreased precipitation (Figure 7).

Figure 6: Barriers to adaptation in the Limpopo River Basin South Africa

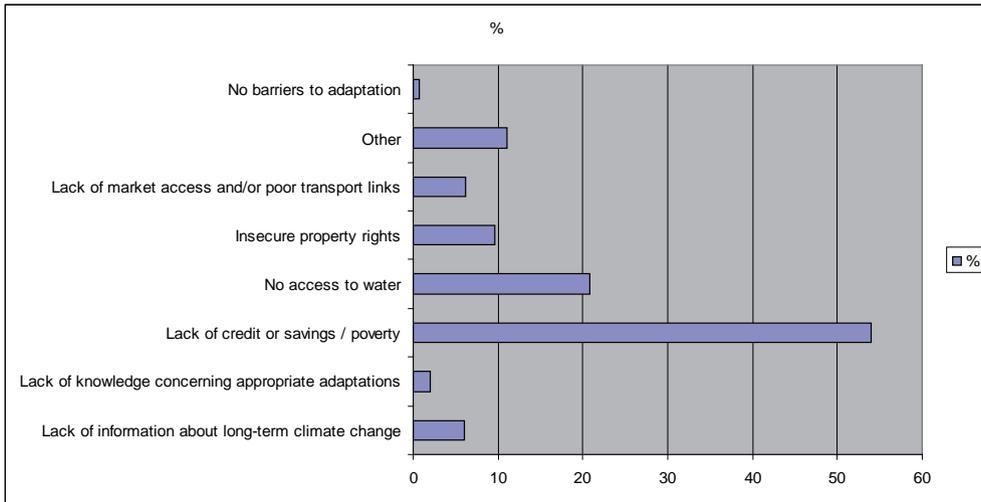
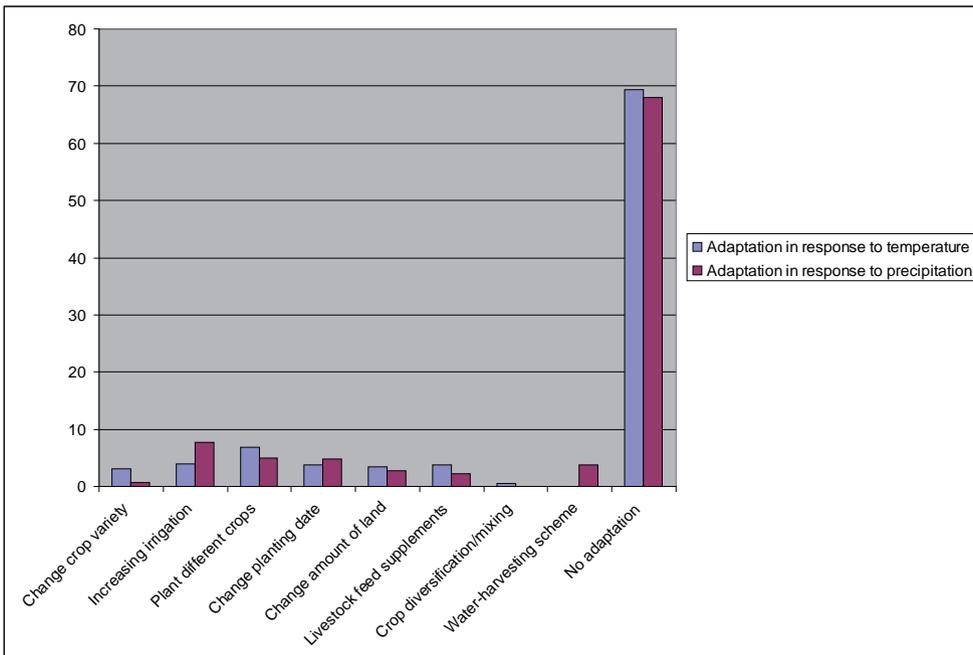


Figure 7: Adaptation strategies in the Limpopo River Basin South Africa



Analytical framework: Heckman sample selectivity probit model

To analyze the factors which influence the decision to adapt to perceived climate changes, a discrete choice model is used. However adaptation to climate change is structured into two phases: first, perceiving change, and

then, deciding on a particular adaptation choice: adapt or not to adapt. Therefore, the correct modelling of the behavioural adaptation to climate change implies the use of a sample selectivity model or a two-period framework ($t=0$, observation of the climate change; and $t=1$, adaptation choice is made).

Following Maddison (2006), Heckman's sample selectivity probit model is based on the following two latent variables:

$$Y_1 = b'X + U_1 \quad (1)$$

$$Y_2 = g'Z + U_2, \quad (2)$$

where X is a k -vector of regressors; Z is an m -vector of regressors, possibly including 1's for the intercepts; and the error terms U_1 and U_2 are jointly normally distributed, independently of X and Z , with zero expectations. Although we are primarily interested in the first model, the latent variable Y_1 is only observed if $Y_2 > 0$. Thus, the actual dependent variable is:

$$Y = Y_1 \text{ if } Y_2 > 0, Y \text{ is a missing value if } Y_2 \leq 0. \quad (3)$$

The latent variable Y_2 itself is not observable, only its sign. We only know that $Y_2 > 0$ if Y is observable, and $Y_2 \leq 0$ if not. Consequently, we may without loss of generality normalize U_2 such that its variance is equal to 1. If we ignore the sample selection problem and regress Y on X using the observed Y 's only, then the ordinary least squares (OLS) estimator of b will be biased, because

$$E[Y_1 | Y_2 > 0, X, Z] = b'X + rsf(g'Z)/F(g'Z), \quad (4)$$

where F is the cumulative distribution function of the standard normal distribution, f is the corresponding density, s^2 is the variance of U_1 , and r is the correlation between U_1 and U_2 . Hence,

$$E[Y_1 | Y_2 > 0, X] = b'X + rsE[f(g'Z)/F(g'Z) | X]. \quad (5)$$

The latter term causes sample selection bias if r is nonzero. In order to avoid the sample selection problem, and to get asymptotically efficient estimators, the model parameters are estimated by maximum likelihood.

Empirical specification and results

The empirical specification of the Heckman probit model determines the likelihood of perceiving any change in the climate as well as the likelihood of farmers' adapting to these changes. The dependent variable for the selection

equation is binary indicating whether or not a farmer perceives climate change; the dependent variable for the outcome equation is also binary indicating whether or not a farmer responded to the perceived changes by adapting farming practices. The explanatory variables are selected on a review of literature on adoption of new technologies and adaptation studies and their relevance to the South African case: (1) household characteristics such as *gender* (De Groote and Coulibaly, 1998; Quisumbing *et al.* 1995; Nhemachena and Hassan, 2007); *education* (Daberkow and McBride, 2003; Adenisa and Forson, 1995); *farming experience* (Nhemachena and Hassan, 2007); *wealth* (Shiferwa and Holden, 1998); (2) farm characteristics such as *farm size* (Daberkow and McBride, 2003), *soil fertility*; (3) Institutional factors such *extension services* (Wozniak, 1984; Adenisa and Forson, 1995), *access to credit* (Caviglia-Harris, 2002; El-Osta and Morehart, 1999; Sain and Barreto, 1996; Napier, 1991; Hansen *et al.*, 1987), *access to climate information*, *off farm employment* (McNamara *et al.*, 1991) and *land tenure* (Lutz *et al.*, 1994; Shultz *et al.*, 1997) and others dummy region variables to capture for fixed provinces effects reflecting any specific institutional arrangements that may influence farmers adaptation behavior. In the selection equation *access to water for irrigation* is included as the exclusion instrument. The likelihood function for the Heckman probit model was significant (Wald $\chi^2 = 36.26$ with $P < 0.001$), showing a strong explanatory power.

As shown in Table 3, access to water for irrigation, access to irrigation services, and living in Gauteng influence the likelihood of perceiving climate change. On the other hand, farming experience, farm size, soil fertility, access to extension, access to credit, land tenure status, and region influence the probability of adapting to climate change.

As expected, experienced farmers are more likely to adapt. Likewise, farm size positively and significantly leads to an increase in the likelihood of adapting to climate change. Farmers' perception of having highly fertile soil decreases the probability of taking up adaptation in response to changes in the climate. Access to extension services increases the likelihood of perceiving changes in climate as well as the likelihood of adaptation. This suggests that extension services help farmers to take climate changes and weather patterns into account and help advise them on how to tackle climatic variability and change. The results also show important regional variation. Farmers in Limpopo province are more likely to adapt compared with farmers in the other provinces. Indeed, in Limpopo, the population is largely rural (82 percent), and the main rural economic activity is agriculture.

Table 3 : Results of the Heckman probit model of adaptations behavior in the Limpopo
River Basin

Variables	Estimated coefficients outcome equation: adaptation model	Estimated coefficients selection equation: perception model
Access to water for irrigation		-0.621***
Gender	0.134	-0.088
Education	-0.011	-0.012
Farming experience	0.01***	0.006
Wealth	0.114	0.051
Farm size	0.649***	-0.036
Soil fertility	-0.142*	-0.005
Access to Extension	0.179*	0.364***
Access to climate information	-0.1	-0.115
Credit	0.232*	-0.0650
Off-farm employment	0.127	0.0472
Land tenure	0.268***	0.0359
Mpumalanga	-0.006	-0.031
Gauteng	-0.603***	-0.527**
North West	-0.445***	-0.029
Intercept	-0.6615***	1.83***
Wald test (zero slopes)	36.26***	
Wald test (independent equations)	0.47	
Total observations	577	
Censored observations	43	

Note: *** significant at 1% level ** significant at 5% level * significant at 10% level

CONCLUSION AND POLICY IMPLICATIONS

Analysing farmers' perceptions of the changing climate, our study reveals for the most part, farmer's perceptions of climate changes appear to be in line with actual climate data. However, there is some evidence that farmers' perceptions of climate change may not be based entirely on actual changes in climate. Statistical records of actual temperature data in South Africa show that temperatures have in fact increased over the period from 1960 to 2003. However, in contrast to farmers' perceptions, there is no clear statistically significant trend of declining rainfall over the 1960–2003. The high proportion of farmers noticing a decrease in precipitation could be explained by the fact that during the last few years (2001–2003), there was a substantial drop in the volume of precipitation. Thus, farmers' perceptions

may be based more on recent, short-term trends rather than longterm changes. Moreover, the study finds that having access to water for irrigation decreases the likelihood that the farmer perceives climate change in South Africa. On the other hand, having access to extension services increases the likelihood of perceiving climate change because extension services provide information about climate and weather. Furthermore, experienced farmers are more likely to perceive change in temperature. This suggests therefore that perceptions are not entirely based on actual climate conditions and changes but are influenced by other factors as well.

Although farmers are well aware of climatic changes, few seem to take steps to adjust their farming activities. Only approximately 30 percent of farmers have adjusted their farming practices to account for the impacts of climate change. The main adaptation strategies of farmers in the Limpopo River Basin are switching crops, changing crop varieties, changing planting dates, increasing irrigation, building water-harvesting schemes, changing the amount of land under cultivation, and buying livestock feed supplements.

The Heckman model applied to examine the determinants of adaptation to perceived climate change and variability highlight that farming experience, farm size, soil fertility, access to extension and access to credit and secure property rights are the factors that enhance adaptive capacity to climate change.

The government should therefore create policies in response to these findings: First and foremost is the greatest challenge of educating farmers about the happenings of climate change and its impacts. For example, government bodies could provide farmers with good predictions of future climate change as well as information about appropriate adaptations. Hence more effective extension programs are needed to increase farmers' awareness of climate change. Certainly, prevention of losses can occur through more effective farm planning. Farmers should have access to affordable credit to increase their ability to change production strategies. Policymakers should reconsider irrigation investment needs; this will allow farmers increased control over water. To promote efficient water use, policies should emphasise pricing reforms and clearly defined property rights, as well as strengthening farm level managerial capacity of efficient irrigation. The implementation of land reforms has increased the number of new farmers, who do not have the skills and information gathered by experienced farmers; there is a great need to increase farmers' access to extension services in South Africa.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, Germany, under the project Food and Water Security under Global Change: Developing Adaptive Capacity with a Focus on Rural Africa, which forms part of the CGIAR Challenge Program on Water and Food. Support has also been received under the IFPRI DGO Small Grants Initiative Program.

REFERENCES

- Adesina, A.A, and J.B. Forson. 1995. Farmers' perceptions and adoption of new agricultural technology: Evidence from analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa. *Agricultural Economics* 13:1–9.
- Bradshaw, B., A.H. Dolan and B. Smit, 2001. Crop Diversification as an Adaptive Response to Climate and Other Risks in the Prairies. Department of Geography, University of Guelph, Guelph.
- Brklacich, M., C. Bryant, B. Veenhof and A. Beauchesne, 2000. Agricultural Adaptation to Climatic Change: A comparative assessment of two types of farming in central Canada. In H. Millward, K. Beesley, B. Ilbery and L. Harrington (Eds.), *Agricultural and Environmental Sustainability in the New Countryside*. Hignell Printing Limited, Winnipeg, 40-51.
- Bryant, R.C., B. Smit, M. Brklacich, R.T. Johnston, J. Smithers, Q. Chiotti, and B. Singh. 2000. Adaptation in Canadian agriculture to climatic variability and change. *Climatic Change* 45:181–201.
- Caviglia-Harris, J. 2002. Sustainable Agricultural Practices in Rondônia, Brazil: Do Local Farmer Organizations Impact Adoption Rates? Department of Economics and Finance, Salisbury University.
- Daberkow, S.G. and W.D. McBride. 2003. Farm and Operator Characteristics Affecting the Awareness and Adoption of Precision Agriculture Technologies in the U.S. *Precision Agriculture*. 4:163–177.

- Danielsen, F., Burgess, N.D. and A. Balmford. 2005. Monitoring matters: examining the potential of locally-based approaches. *Biodiversity and Conservation* 14, 2507– 2542.
- De Groote, H. and N.Coulibaly. 1998. Gender and Generation: An Intra-Household Analysis on Access to Resources in Southern Mali. *African Crop Science Journal* 6(1): 79–95.
- Dinar, A., R. Hassan, R. Mendelsohn, J. Benhin and others. 2008. *Climate Change and Agriculture in Africa. Impacts Assessment and Adaptation Strategies* Earthscan, UK.
- Dolan, H.A., M.W. Skinner, B. Bradshaw and C.R. Bryant, 2001. Adaptation to climate change in agriculture: evaluation of options. Occasional papers in geography 26, University of Guelph, Canada.
- El-Osta, H. and M. Morehart. 1999. Technology adoption decisions in dairy production and the role of herd expansion. *Agricultural and Resource Economics Review* 28(1):84–95.
- Hansen, D., J. Erbaugh, and T. Napier. 1987. Factors Related to Adoption of Soil Conservation Practices in the Dominican Republic. *Journal of Soil and Water Conservation* 42: 367–369.
- Hansen, J., S. Marx and E. Weber. 2004. The role of climate perceptions, expectations, and forecasts in farmer decision making: the Argentine Pampas and South Florida. Final Report of an IRI Seed Grant Project. International Research Institute for Climate Prediction (IRI), The Earth Institute at Columbia University.
- IPCC, 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. UK: Cambridge University Press.
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. UK: Cambridge University Press.

- Lutz, E., S. Pagiola, y C. Reiche. 1994. The Costs and Benefits of Soil Conservation: The Farmer's Viewpoint. *The World Bank Research Observer* 9: 273–295.
- Maddison, D. 2006. *The perception of and adaptation to climate change in Africa*. CEEPA Discussion Paper No. 10. Centre for Environmental Economics and Policy in Africa, University of Pretoria, South Africa.
- McNamara, K.T, M.E. Wetzstein and G.K. Douce. 1991. Factors affecting peanut producer adoption of integrated pest management. *Review of agricultural economics* 13: 129–139.
- Mertz, O., C. Mbow, A. Reenberg and A. Diouf. 2009. Farmers' perceptions of climate change and agricultural adaptation strategies in rural Sahel. *Environmental Management* 43:804–816.
- Napier, T.1991. Factors Affecting Acceptance and Continued Use of Soil Conservation Practices in Developing Societies: A Diffusion Perspective. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 36: 127–140.
- Nhemachena, C., and R. Hassan. 2007. *Micro-level analysis of farmers' adaptation to climate change in Southern Africa*. IFPRI Discussion Paper No. 00714. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
- Quisumbing, A., L. Haddad and C. Peña. *Gender and Poverty: New Evidence from 10 Developing Countries*. FCND Discussion Paper No. 9, International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
- Risbey, J., M. Kandlikar, H. Dowlatabadi and D. Graetz. 1999. Scale, context, and decision making in agricultural adaptation to climate variability and change. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 4: 137–165.
- Saín, G., and H. J. Barreto. 1996. The Adoption of Soil Conservation Technology in El Salvador: Linking Productivity and Conservation. *Journal of Soil and Water Conservation* 51: 313–321.
- Shiferaw, B. and S. Holden. 1998. Resource degradation and adoption of land conservation technologies in the Ethiopian Highlands: A case study in Andit Tid, North Shewa, *Agricultural Economics*, 18:233–247

- Shultz, S., J. Faustino and D. Melgar. 1997. Agroforestry and Soil Conservation: Adoption and Profitability in El Salvador. *Agroforestry Today* 9: 16–17.
- Smit, B., 1994. Climate, Compensation and Adaptation. In J. McCulloch and D. Etkin (Eds.), *Improving Responses to Atmospheric Extremes: The role of insurance and compensation*. Workshop Proceedings, Environment Canada/The Climate Institute, Toronto, 2.29-2.37.
- Taylor, J. G., T. R Stewart, and M. Downton. 1988. Perceptions of drought in the Ogallala Aquifer region. *Environment and Behavior* 20:150-75.
- Wozniak, G.D. 1984. The adoption of interrelated innovations: A human capital approach. *Review of Economics and Statistics* 66 (LXVI): 70–79.
- Ziergovel, G., S. Bharwani and T.E. Downing. 2006. Adapting to climate variability: Pumpkins, People and Policy. *Natural Resources Forum* 30: 294- 305.

Identification des déterminants de capacité adaptative des fermes québécoises productrices de maïs-grain aux changements climatiques : une approche locale et ascendante

Kénel Délusca¹
et Christopher Bryant²

RÉSUMÉ

Devant l'envergure des impacts observés et anticipés des changements climatiques sur la plupart des systèmes socio-écologiques, une attention particulière a été portée sur les stratégies d'adaptation susceptibles de réduire leur degré de vulnérabilité. Généralement, le processus d'élaboration de ces stratégies d'adaptation est guidé par des données colligées à des échelles spatiales très grossières, notamment aux échelles internationale et nationale. Ces dernières sont différentes de celles des lieux d'implantation des diverses activités d'adaptation envisagées. En effet, lorsqu'on parle de capacité d'adaptation aux changements climatiques dans un contexte de sources de pression multiples, la question de micro-échelle spatiale revêt une importance particulière. Dans cet ordre d'idées, cet article présente une démarche simplifiée et ascendante d'identification des principaux déterminants de la capacité adaptative des agriculteurs de deux régions au Québec aux changements climatiques. Considérant une période de référence (1985-2005) et une période future (2010-2039), l'approche méthodologique proposée combine un processus d'analyse multicritère et des techniques ethnographiques. Contrairement aux études réalisées à des

¹ Département de géographie, Université de Montréal, Montréal, Canada, kenel.delusca@umontreal.ca, BP : 6128, Té : 514-343-8039, Fax : 514-343-8008

² Département de géographie, Université de Montréal, Montréal, Canada, chris.r.bryant@umontreal.ca, BP : 6128, Tél : 514-343-8061, Fax : 514-343-800

échelles géographiques plus grandes, celle-ci a permis de mettre en relief certains déterminants de capacité adaptative rarement fournis dans les statistiques officielles. Par ailleurs, elle a également permis de constater que les divergences en matière de déterminants de capacité d'adaptation étaient non seulement entre les régions d'une même province, mais aussi entre les groupes d'agriculteurs d'une même municipalité. Ce constat confirme l'importance et la nécessité de prendre en compte les spécificités locales dans le processus d'élaboration des actions de renforcement des capacités d'adaptation des acteurs de tout système humain aux changements climatiques. De plus, l'intégration de différents acteurs dès les premières phases de la démarche méthodologique peut s'avérer très importante dans un processus de co-construction de politiques et programmes de renforcement des capacités d'adaptation et également dans l'appropriation de ceux-ci. Si les échelles internationale et nationale peuvent être considérées dans les études de vulnérabilité aux changements climatiques dont le but est l'allocation de ressources, il est néanmoins important de considérer des échelles géographiques plus petites si l'on veut contribuer à renforcer de façon durable les capacités d'adaptation des communautés aux différentes sources de pression, notamment le phénomène des changements climatiques.

Mots clés : *changements climatiques, capacité adaptative, analyse multicritère, agriculture, Québec*

ABSTRACT

Given the extent of the observed and anticipated impacts of climate change on most socio-ecological systems, attention has been focused on the adaptation strategies capable of reducing their degree of vulnerability. Generally, the process of elaboration of these adaptation strategies is guided by data collected at very broad spatial scales, i.e. at international or national. These scales are different to those of the localities in which the diverse adaptation strategies envisaged are implemented. Indeed, when one speaks of adaptive capacity in relation to climate change in the context of multiple sources of stress, the question of 'micro-scale' assumes a significant degree of importance.

In this context, this article presents a simplified and bottom-up approach to the identification of the principal determinants of adaptive capacity of

farmers from two regions in Quebec to climate change. Using a reference period (1985-2005) and a future period (2010-2039), the proposed methodological approach combines a multi-criteria analysis process and ethnographic techniques. In contrast with research undertaken at broader geographic scales, this approach is able to profile certain determinants of adaptive capacity to climate changes that have rarely been dealt with in official statistics. It also reveals differences in terms of the determinants of the capacity for adaptation not only between regions of the same province, but also between groups of farmers within the same municipality. This observation underscores the importance and the necessity of taking into account local specificities in the process of development of actions to reinforce the capacities for adaptation to climate change of the actors in any human system. Furthermore, the integration of the different actors during the very first phases of the methodological approach can be very important in a process of co-construction of policies and programmes aimed at reinforcing adaptation capacities as well as in the appropriation of these policies and programmes. While international or national scales can be considered in research into the vulnerability to climate change where the goal relates to the allocation of resources, it is nonetheless important to take account of smaller geographic scales if one of the objectives is to reinforce in a sustainable fashion the adaptation capacities of communities to the different sources of stress, particularly the phenomenon of climate change.

Keywords: *climate change, adaptive capacity, multicriteria analysis, agriculture, Québec*

INTRODUCTION

Il existe des « écoles de pensée » qui remettent en question la théorie de base des changements climatiques au cours du 21^{ème} siècle (Lindzen, 2007 ; Leroux, 2005; Michaels, 2006). Toutefois, une grande partie de la communauté scientifique avalise et utilise, à diverses fins, les différents résultats et les arguments relatifs aux éléments scientifiques des changements climatiques présentés dans les trois premiers rapports de l' « Intergovernmental Panel on Climate Change » (IPCC) (IPCC, 2001a). Dans son quatrième rapport rendu public en 2007, l'IPCC est sans équivoque au sujet des principales causes du réchauffement climatique. Avec une plus grande certitude, il confirme la tendance au réchauffement planétaire et l'influence non négligeable des

activités anthropiques sur ce phénomène. D'autre part, il présente un plus grand nombre d'évidences pour corroborer la théorie de l'influence des activités humaines sur la chimie de l'atmosphère depuis l'ère industrielle.

Cette modification des caractéristiques chimiques de l'atmosphère, notamment l'augmentation de la concentration des principaux gaz à effet de serre (GES), a et aura comme résultante un déséquilibre et un changement sans précédent des différents attributs des régimes climatiques mondiaux. Parmi ces changements inhérents à une modification de la concentration des GES dans l'atmosphère, on peut citer une augmentation de la température moyenne planétaire. Celle-ci, d'après plusieurs modèles de circulation générale océan-atmosphère, variera entre 1,8 et 4,0 °C d'ici 2100 par rapport à la période 1980-1999 (IPCC, 2007). Une telle hausse de la température moyenne globale est susceptible d'avoir des conséquences considérables sur l'ensemble des systèmes naturels et humains (IPCC, 2001b ; Smith et al., 2009).

Le secteur agricole, en raison de sa forte dépendance aux conditions climatiques, semble être particulièrement menacé par ces changements climatiques, notamment une plus grande variabilité et une augmentation de la fréquence des événements extrêmes (Bazzaz et Sombroek, 1996 ; Bryant et al., 2000; Rosenzweig et al., 2001). Devant ce nouveau défi que représentent les changements climatiques et compte tenu de l'importance dudit secteur, il s'est avéré plus qu'opportun de se pencher sur la question. Ainsi, des efforts considérables ont été consentis au cours des deux dernières décennies en vue de déterminer les éventuels impacts des changements climatiques sur l'agriculture et d'en trouver des options de réponses durables (Wang et al., 1992; 1999; Reilly, 1994). La plupart de ces études ont adopté une approche très linéaire dans laquelle les rendements agricoles futurs ont été simulés à l'aide de modèles biophysiques et ensuite les adaptations à privilégier étaient identifiées. Avec une telle approche, l'agent humain, élément clé du secteur agricole est quasi absent et son empreinte sur la productivité agricole et plus précisément sur les conséquences anticipées des changements climatiques est souvent sous-estimée. En effet, il est évident que le secteur agricole est composé de différents éléments biophysiques et socio-économiques qui possèdent des relations très étroites et souvent non linéaires entre eux (Adger et al., 2005). Pour remédier aux limites de ces études, un changement d'approche, du point de vue théorique tout au moins, a été conseillé ou effectué dans les travaux de recherche qui touchent les conséquences et les

adaptations de l'agriculture aux changements climatiques. Une tendance vers les études de vulnérabilité aux changements climatiques plutôt que de simples études d'impacts a été constatée depuis quelques années (Schröter et al., 2005; Parry, 2001; Liverman, 1990; Downing, 1991; Turner et al., 2003).

Il existe un large consensus sur les facteurs susceptibles d'influencer la vulnérabilité³ des systèmes humains, notamment l'agriculture, aux changements climatiques (Turner et al., 2003; Vàsquez-Leòn et al., 2003; O'Brien et al., 2004; Luers et al., 2003). Ce consensus est établi autour des composantes de vulnérabilité identifiées par l'IPCC (2001b). Ce dernier présente la vulnérabilité aux changements climatiques comme étant « fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de la variation du climat à laquelle le système est exposé, de la sensibilité de ce système et de sa capacité adaptative » IPCC (2001b, page 995). Parmi ces trois principales composantes du concept de vulnérabilité, la capacité adaptative semble être la plus difficile à mesurer (Tschakert, 2007). Cette situation semble être inhérente à la nature moins déterministe de certains facteurs qui conditionnent cet aspect de capacité adaptative. Par ailleurs, de même que les deux premières composantes, la capacité adaptative du secteur agricole est appelée à changer dans le futur et cela implique également un processus d'élaboration de scénarios à une échelle appropriée si on veut rester cohérent dans la démarche d'évaluation de la vulnérabilité ex-ante du secteur agricole.

Dans cet ordre d'idées, cet article présente une démarche simplifiée et ascendante d'identification des principaux déterminants de la capacité adaptative des agriculteurs producteurs de maïs-grain de deux régions au Québec face aux changements climatiques au cours de deux périodes, 1985-2005 et 2010-2039. Il décrit cette démarche à une échelle spatiale relativement plus fine (municipalités) qui est d'une plus grande utilité dans l'élaboration de politiques ou de programmes plus appropriés qui visent à renforcer la capacité de réponse du secteur agricole aux changements climatiques dans un contexte de sources de pression multiples.

³ L'axe des abscisses est constitué des principaux déterminants de capacité adaptative des fermes productrices de maïs-grain, tandis que l'axe des ordonnées représente les valeurs de pondération (maximum de 1) qui leur ont été accordées.

Méthodologie

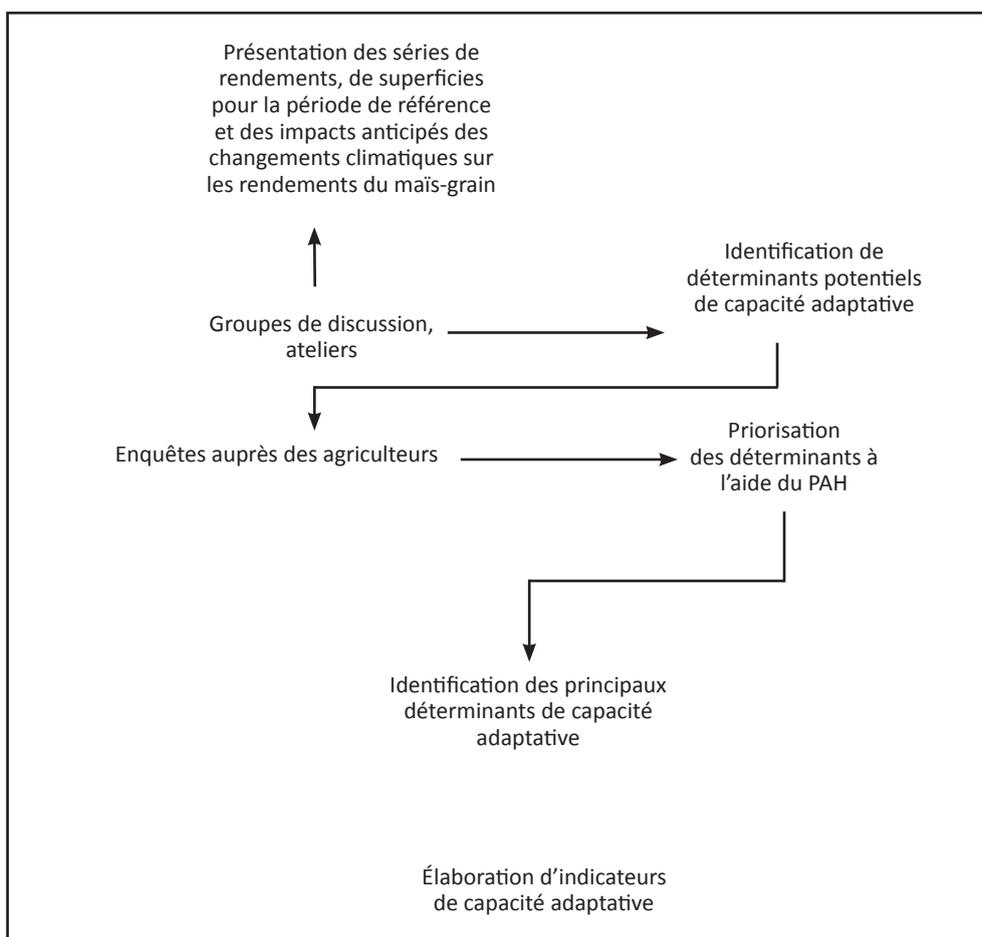
La démarche méthodologique utilisée dans l'identification des principaux déterminants de la capacité adaptative des fermes productrices de maïs-grain était différente d'une période d'étude à l'autre.

Pour la période de référence (1985-2005), une combinaison de techniques ethnographiques (groupes de discussion et enquêtes) et d'un procédé d'analyse multicritère, en l'occurrence le Processus d'analyse hiérarchique (PAH), a été utilisée. Cette période de référence a été choisie pour deux principales raisons i) la disponibilité d'une série satisfaisante de données sur certains paramètres révélateurs de l'état des fermes à l'étude et ii) la considération d'un horizon temporel au cours duquel les agriculteurs étaient susceptibles de se rappeler certaines conditions socio-économiques pertinentes à l'identification des déterminants de capacité adaptative. Synthétisés dans la figure 1, les points suivants résument les étapes de la méthodologie adoptée pour la période de référence :

- a) Lors de deux rencontres réalisées avec certains acteurs du secteur agricole, notamment les producteurs et les professionnels agricoles, une présentation de la variabilité des rendements et des superficies en maïs-grain a été effectuée. Afin d'éviter ou de diminuer le risque de biais dans le processus d'identification des déterminants de capacité adaptative, les séries temporelles des rendements agricoles et des superficies en maïs-grain ont été graphiquement présentées avec un minimum de facteurs explicatifs (par exemple, en considérant les Unités thermiques maïs (UTM)) pour les années dont les valeurs de rendement et de superficie en maïs-grain étaient exceptionnellement supérieures ou inférieures aux moyennes.
- b) À la suite de la présentation des séries temporelles de rendements agricoles, de superficies en maïs-grain, de l'évolution des UTM, les résultats des travaux de simulation des impacts anticipés des changements climatiques sur les rendements du maïs-grain pour 2010-2039 ont été exposés et discutés. Ceux-ci ont été suivis d'ateliers de travail en petits groupes d'acteurs. Ces ateliers ont porté essentiellement sur les facteurs ayant causé l'occurrence des mauvaises ou des bonnes années de productivité agricole pour la culture du maïs-grain, sur l'identification des mesures prises en vue de réduire la sensibilité ou la vulnérabilité du secteur aux différents stimuli identifiés et également sur

les facteurs ayant favorisé ou entravé l'application de ces mesures. Ces facteurs ont servi de point de départ au processus d'identification des déterminants de capacité adaptative pour la période de référence. En d'autres termes, ils ont été considérés comme étant les déterminants potentiels de la capacité adaptative des producteurs des deux régions agricoles aux changements climatiques dans un contexte de sources de pression multiples.

Figure 1 : Principales composantes du processus d'évaluation de la capacité adaptative pour la période de référence (1985-2005)

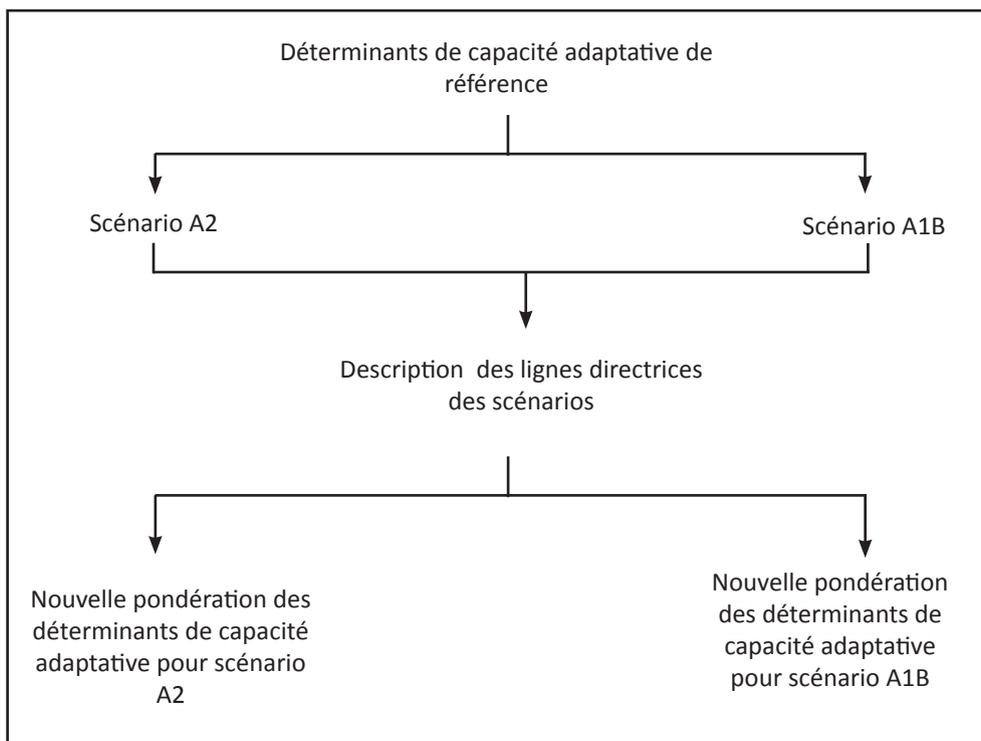


c) Les déterminants potentiels de capacité adaptative obtenus dans l'étape précédente ont été utilisés dans les enquêtes formelles auprès d'un échantillon de 45 producteurs et professionnels agricoles (impliqués dans la production du maïs-grain) choisis selon la technique de

« boule neige ». Ces enquêtes formelles ont porté essentiellement sur l'identification des principaux déterminants de capacité adaptative aux conditions climatiques et socio-économiques au cours de la période de référence. Cette identification a été réalisée à l'aide de la technique du PAH dont les principales étapes et axiomes considérés sont décrits dans Saaty (1977, 1986). Choisi pour sa simplicité, son niveau de transparence, la vérification de cohérence au moyen d'un ratio et ses potentialités dans les analyses de sensibilité, le PAH se base sur le jugement, la connaissance des acteurs concernés en vue de prioriser des éléments d'informations utiles à plusieurs fins, notamment à une meilleure prise de décisions (Schomarker et Waid, 1982 ; Abildtrup et al., 2006; Saaty, 1986; Saaty, 1976 ; Délusca, 2010). L'analyse hiérarchique était composée de deux niveaux : le premier niveau correspondait à l'objectif de l'analyse (dans le cadre de cette étude, il s'agissait d'identifier les principaux déterminants de capacité adaptative du secteur des fermes productrices de maïs-grain aux changements climatiques), tandis que le second était constitué de critères (déterminants potentiels, plus précisément les facteurs identifiés par les producteurs lors des ateliers de travail). Le résultat de ce processus d'analyse multicritère a été l'établissement d'un ordre de priorité sur la base d'allocation de poids aux différents déterminants par les acteurs du secteur agricole.

Contrairement à la période de référence, les producteurs et professionnels agricoles n'ont pas pu être consultés dans l'élaboration des situations plausibles en termes de principaux de déterminants de capacité adaptative du secteur au cours de la période future. Cela s'explique principalement par des limites budgétaires auxquelles on a dû faire face. Toutefois, pour construire ces scénarios de capacité adaptative future, on s'est basé sur les lignes directrices de deux scénarios d'émission de GES, soit A2 et A1B (Nakicenovic et al., 2000). Ces lignes directrices qui renseignent sur les grandes orientations économiques, démographiques et technologiques ont servi de référence dans le processus d'allocation de nouvelles valeurs de modification dans la pondération des déterminants de capacité adaptative. Ces nouvelles valeurs étaient issues d'une appréciation qualitative de l'influence potentielle des orientations sociétales des deux lignes directrices sur les principaux déterminants de capacité adaptative de référence (Figure 2). Cette façon de procéder était justifiée par la grande incertitude qui caractérise l'évolution des déterminants de capacité adaptative du secteur agricole (Metzger, 2005).

Figure 2 : Processus de construction des scénarios de déterminants de capacité adaptative pour la période future (2010-2039)

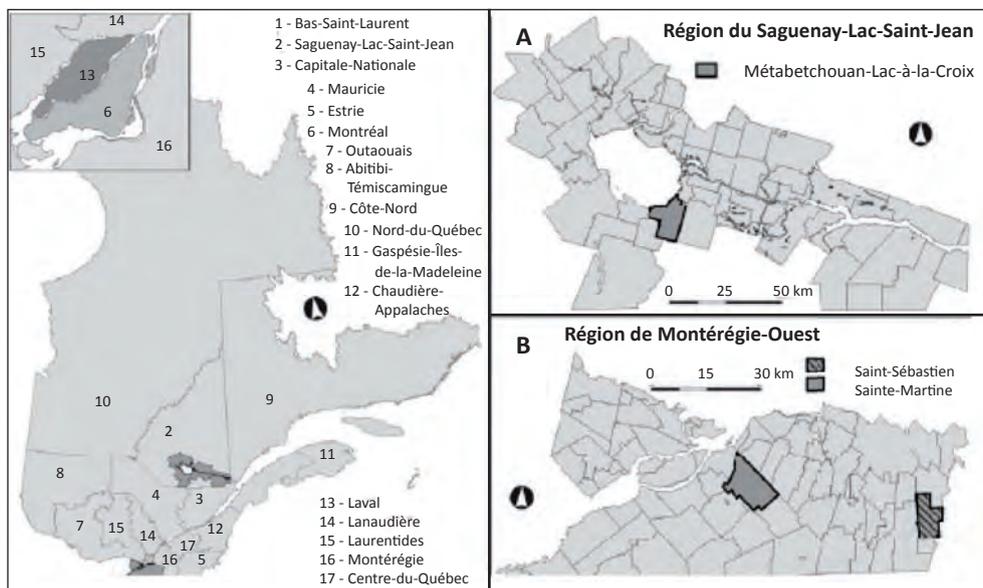


La démarche méthodologique décrite ci-haut a été appliquée dans trois municipalités réparties sur deux régions agricoles, soit Sainte-Martine et Saint-Sébastien pour la Montérégie-Ouest et Lac-à-la-Croix/Métabetchouan pour le Lac-Saint-Jean-Est. Situés approximativement aux extrémités sud et nord du Québec (Figure 3), la Montérégie-Ouest et le Lac-Saint-Jean-Est possèdent des systèmes de production très spécifiques dus aux conditions climatiques et socio-économiques très distinctes.

Le climat de la Montérégie-Ouest est parmi les plus chauds du Québec (Morissette, 1972). On y trouve des municipalités qui disposent jusqu'à 3000 (UTM) et jusqu'à 2100 degrés-jours à base 5, c'est-à-dire au-dessus de 5 °C. Allant généralement de la mi-avril à la mi-octobre, la période sans gel peut atteindre jusqu'à 160 jours. Pendant la saison de croissance, les précipitations totales varient entre 500 mm et 600 mm. Au cours de cette période et plus précisément durant les mois de juillet et d'août, il est également possible d'enregistrer un certain niveau de déficit hydrique. Contrairement à la Montérégie-Ouest, le Lac-Saint-Jean-Est possède un climat moins propice à la

culture du maïs-grain. En effet, sa période sans gel dure approximativement 110 jours et s'étale entre les mois de mai et septembre. En ce qui concerne les précipitations totales enregistrées pendant la période sans gel au Lac-Saint-Jean-Est, elles varient entre 360 et 510 mm selon qu'on se trouve au nord ou au sud du Lac-Saint-Jean.

Figure 3 : Localisation des régions d'étude



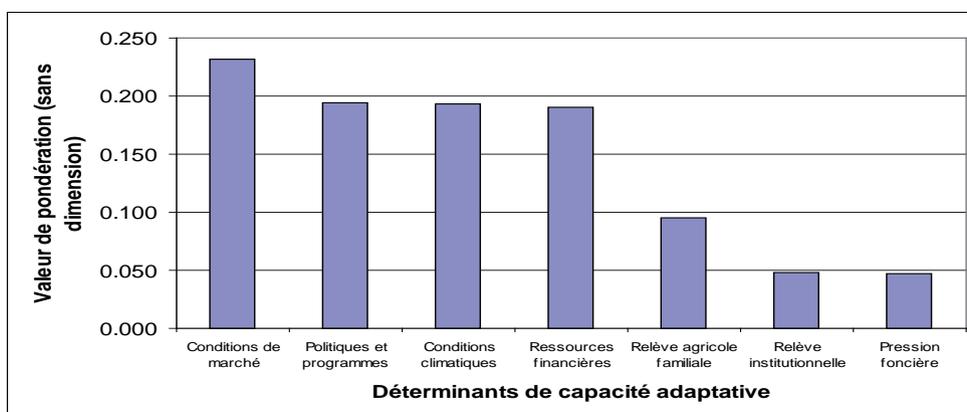
Quant aux conditions socio-économiques, contrairement au Lac-Saint-Jean-Est, la Montérégie-Ouest semble être plus exposée au phénomène d'étalement urbain et à la concurrence avec les grands marchés régionaux et internationaux. Les types de production pratiqués en Montérégie (grandes cultures, notamment le maïs-grain, le soya) rendent cette région plus susceptible d'être influencée par les chocs externes qu'au Lac-Saint-Jean-Est où les bleuetières représentent la culture la plus importante (avec les changements climatiques, le maïs-grain pourrait occuper une place plus importante dans les systèmes de production de cette région septentrionale du Québec). Par ailleurs, en matière de superficie, les fermes de petite taille (entre 4 et 52 ha) sont plus présentes en Montérégie-Ouest. Selon le mode d'exploitation ou la forme juridique, une tendance à la baisse a été constatée entre 2001 et 2006 dans la catégorie des fermes individuelles à propriété unique en Montérégie-Ouest, tandis que, pour la même période, c'est plutôt l'inverse qui a été constaté au Lac-Saint-Jean-Est.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Cette section présente pour les deux périodes de temps et les deux régions agricoles retenues les déterminants de capacité adaptative des fermes productrices de maïs-grain aux changements climatiques dans un contexte de sources de pression multiples.

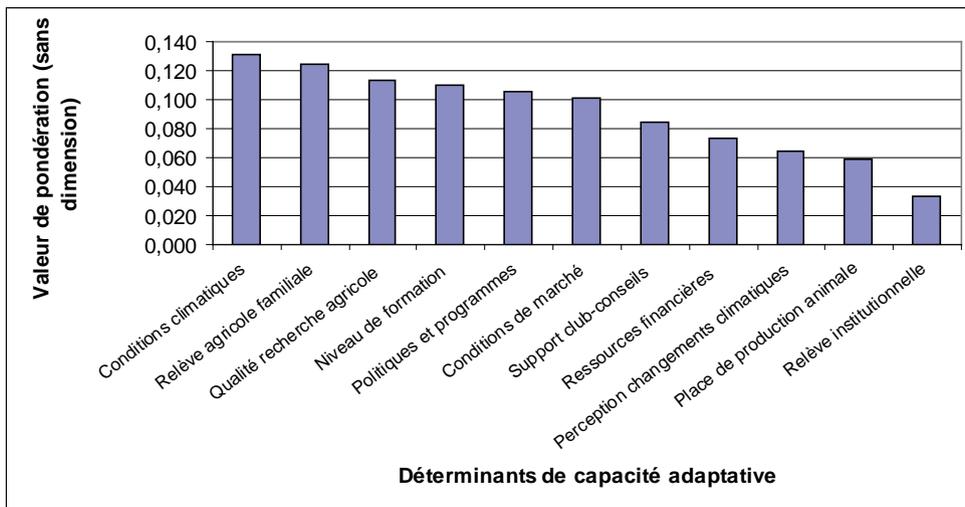
Les facteurs susceptibles d'influencer la capacité adaptative des agriculteurs aux changements climatiques et conditions socio-économiques au cours de la période de référence variaient selon la région agricole. En Montérégie-Ouest, comme indiqué à la figure 4⁴, les principaux déterminants étaient, par ordre de priorité décroissante, les suivants : i) Conditions de marché, ii) Politiques et programmes, iii) Conditions climatiques, iv) Ressources financières, v) Relève agricole familiale, vi) Relève institutionnelle et vii) Pression foncière. Pour le Lac-Saint-Jean-Est, un plus grand nombre de déterminants ont été identifiés. Présentés à la figure 5, ces déterminants sont, selon un ordre de priorité décroissante, les suivants : i) Conditions climatiques, ii) Relève agricole familiale, iii) Qualité de la recherche agricole, iv) Niveau de formation, v) Politiques et programmes, vi) Conditions de marché, vii) Support des clubs-conseils, viii) Ressources financières, ix) Perception des changements climatiques, x) Place occupée par la production animale et xi) Relève institutionnelle.

Figure 4 : Principaux déterminants de capacité adaptative des fermes productrices de maïs-grain et leur valeur de pondération en Montérégie-Ouest au cours de la période de référence, 1985-2005



⁴ L'axe des abscisses est constitué des principaux déterminants de capacité adaptative des fermes productrices de maïs-grain, tandis que l'axe des ordonnées représente les valeurs de pondération (maximum de 1) qui leur ont été accordées.

Figure 5 : Principaux déterminants de capacité adaptative des fermes productrices de maïs-grain et leur valeur de pondération au Lac-Saint-Jean-Est au cours de la période de référence, 1985-2005



Pour la Montérégie-Ouest, les conditions de marché ainsi que les politiques et programmes occupaient la première place parmi les principaux déterminants de capacité adaptative. Les critères relatifs à la relève institutionnelle et à la pression foncière avaient la plus faible influence sur les potentialités d'adaptation des agriculteurs de cette région. Il est important de souligner que bien que les agriculteurs aient perçu les conditions climatiques comme étant un facteur important dans leur capacité adaptative, elles étaient néanmoins moins prioritaires que les conditions de marché. Toutefois, les ressources financières des fermes ayant un certain lien avec les conditions de marché étaient plutôt placées après les conditions climatiques. En termes pratiques, en tenant toujours compte des conditions climatiques, les agriculteurs regardent davantage les marchés avant de prendre une décision d'adaptation. Ceci traduit bien le fait que l'agriculteur se considère avant tout comme un agent économique.

Contrairement à la Montérégie-Ouest, les conditions climatiques et la relève agricole familiale représentaient les principaux déterminants de capacité adaptative pour les agriculteurs du Lac-Saint-Jean-Est. La qualité de la recherche occupait également une place importante, soit la 3e, parmi les principaux déterminants de capacité adaptative. Ces résultats indiquent la priorité que les agriculteurs du Lac-Saint-Jean-Est accordent aux éléments du capital social et humain dans le processus d'adaptation, contrairement à ceux

de la Montérégie-Ouest où les éléments du capital économique semblaient être les principaux déterminants de capacité adaptative. Soulignons que les politiques et programmes figuraient également parmi les cinq premiers déterminants de capacité adaptative des agriculteurs du Lac-Saint-Jean-Est. En effet, l'existence de politiques et de programmes appropriés semble être des éléments importants dans le processus d'adaptation des agriculteurs aux conditions climatiques et aux sources de pression d'ordre économique.

Ces deux listes de déterminants présentés préalablement révèlent une certaine différence non seulement en terme de nombre de facteurs considérés comme étant les principaux déterminants de capacité adaptative, mais aussi en matière de types de déterminants. Ce constat indique et confirme, à certains égards, des contextes de production différents dans les deux régions. À titre d'exemple, contrairement aux agriculteurs du Lac-Saint-Jean-Est, ceux de la Montérégie-Ouest semblaient être moins préoccupés par les aspects relatifs à la recherche agricole. Pour les agriculteurs de Lac-Saint-Jean-Est, le fait qu'il y ait généralement un retard relatif dans la diffusion de résultats de recherche spécifique à leurs conditions de production représentait une forme de barrière à leur volonté de s'adapter aux nouvelles conditions biophysiques et socio-économiques de production. Par contre, certains agriculteurs en Montérégie-Ouest ont mentionné l'influence de la pression foncière sur leur capacité adaptative, tandis qu'au Lac-Saint-Jean-Est, ce problème ne se posait presque pas.

À l'aide de la technique du PAH automatisée dans le logiciel Expert Choice, version 11.5, le ratio de cohérence (un indicateur renseignant sur le niveau de cohérence des jugements effectués) des priorités accordées par les agriculteurs a été calculé. Cet indicateur était estimé en moyenne à 0,29 et 0,46 pour la Montérégie-Ouest et le Lac-Saint-Jean-Est respectivement. Dans les deux cas, les ratios de cohérence étaient supérieurs à la valeur seuil de 0,10 recommandée par le PAH. De façon absolue, ces valeurs indiquaient que les agriculteurs des deux régions n'étaient pas toujours cohérents dans leurs jugements relatifs à l'ordre de priorité ou d'importance des principaux déterminants de capacité adaptative. Toutefois, cette situation, loin d'être un manque absolu de cohérence, peut être due au fait que les agriculteurs n'arrivaient pas à se rappeler, lors des enquêtes, les poids ou priorités accordés à certains critères au cours du processus d'analyse multicritère.

De même qu'entre les deux régions agricoles, pour les principaux déterminants de capacité adaptative, il existait également une différence

entre les deux municipalités de la Montérégie-Ouest et aussi entre les groupes d'âge d'agriculteurs à l'intérieur d'une même municipalité. En effet, si aucune différence n'a été observée en ce qui concerne le type des principaux déterminants de capacité adaptative, ils ont toutefois eu un ordre de priorité différent. Les résultats de cette étude ont mis en relief le caractère spécifique des déterminants de capacité adaptative. Ce concept, comme indiqué par les résultats présentés précédemment, est très sensible aux questions d'échelle spatiale et de contexte. Ces résultats ont également démontré que les principaux déterminants de capacité adaptative peuvent être différents des paramètres socio-économiques couramment fournis dans les statistiques agricoles officielles.

Tel que mentionné dans la section sur la méthodologie, les lignes directrices ou familles d'émissions de GES A2 et A1B du rapport spécial sur les scénarios d'émissions ont été considérées lors de l'allocation des nouvelles valeurs de modification dans la pondération des déterminants de capacité adaptative pour la période future. La croissance démographique, le développement socio-économique et l'évolution technologique étaient les différentes forces motrices ou les principaux vecteurs de changement considérés dans la définition des lignes directrices ou familles d'émissions. Pour la famille d'émission de GES A2, les hypothèses suivantes ont été considérées pour les trois vecteurs de changement (Nakicenovic et al., 2000) :

- Croissance démographique : accroissement continu de la population mondiale.
- Développement socio-économique : développement économique avec une orientation principalement régionale, mais plus lente et plus fragmentée que dans les autres familles d'émission.
- Évolution technologique : évolution plus lente et plus fragmentée que dans les autres familles d'émission.
- Différentes à plusieurs égards de celles considérées pour la famille d'émission A2, les hypothèses retenues pour la famille d'émission de GES A1B sont les suivantes :
- Croissance démographique : croissance de la population mondiale à un maximum vers le milieu du siècle suivi d'une diminution.

- Développement socio-économique : croissance économique très rapide, orientée vers une globalisation plus prononcée de l'économie mondiale.
- Évolution technologique : introduction de technologies plus efficaces et un équilibre entre les différentes sources d'énergie.

Pour les trois municipalités retenues, à l'exception du facteur « conditions climatiques », tous les autres déterminants principaux identifiés au cours du processus d'analyse multicritère sont susceptibles d'être influencés par les vecteurs de changement considérés dans la définition des familles d'émission de GES A2 et A1B. Les conditions climatiques ont été exclues pour le simple fait qu'aucune des familles d'émission n'a considéré d'initiatives climatiques supplémentaires. Le tableau 1 indique les nouvelles valeurs considérées dans la pondération des quatre premiers déterminants de capacité adaptative pour les agriculteurs de Sainte-Martine et de Saint-Sébastien, tandis que le tableau 2 indique celles pour la municipalité de Lac-à-la-Croix/Métabetchouan. Ces nouvelles valeurs ont été basées sur une appréciation de l'influence que pourraient avoir les nouvelles orientations sociétales sur ces déterminants de capacité adaptative au cours de la période future pour les trois municipalités. Une valeur supérieure à 1 signifie que l'orientation sociétale considérée se traduirait par une plus grande importance du déterminant en question, une valeur de 1 ne se traduirait par aucune modification dans l'importance du déterminant, tandis qu'une valeur inférieure à 1 aurait un impact défavorable sur le déterminant en ce sens qu'il deviendrait moins important dans le processus d'adaptation des agriculteurs aux variabilités et changements climatiques. Comme on peut le constater dans le tableau 1, pour le scénario A1B caractérisé, entre autres, par un accroissement de l'éventail des options économiques, les nouvelles pondérations indiquent des modifications pour les quatre déterminants de capacité adaptative. De façon générale, il a été considéré qu'une société orientée vers une globalisation de l'économie et une croissance rapide augmenterait le niveau de concurrence et serait défavorable aux aspects de capital social. Toutefois, étant donné l'éloignement du Lac-Saint-Jean-Est des grands marchés régionaux et compte tenu de ses systèmes de production, une influence moins marquée des orientations sociétales retenues a été considérée pour les deux scénarios (tableau 2).

Tableau 1 : Nouvelles valeurs de modification dans la pondération des déterminants de capacité adaptative future pour la Montérégie-Ouest (Sainte-Martine et Saint-Sébastien)

Déterminants principaux de capacité adaptative	Nouvelles valeurs de pondération	
	A2	A1B
Conditions de marché	1	3
Politiques et programmes	1	3
Relève agricole familiale	1/2	1/3
Ressources financières	1	2

Tableau 2 : Nouvelles valeurs de modification dans la pondération des déterminants de capacité adaptative future pour le Lac-Saint-Jean-Est (Lac-à-la-Croix/Métabetchouan)

Déterminants principaux de capacité adaptative	Nouvelles valeurs de pondération	
	A2	A1B
Relève agricole familiale	1/2	1/3
Qualité de la recherche agricole	1	1
Politiques et programmes	1	1
Niveau de formation des agriculteurs	1	1

Il est évident que d'autres scénarios d'orientations sociétales pourraient être considérés afin d'avoir des directions futures plus diversifiées pour les principaux déterminants de capacité adaptative aux changements climatiques dans un contexte de sources de pression multiples. Par ailleurs, on est également d'avis que la pertinence des nouvelles valeurs pour les pondérations pourrait être rehaussée si elles étaient issues d'un processus participatif impliquant les différents acteurs du secteur et particulièrement les experts qui travaillent sur la question. Cette façon de procéder ne serait pas pour autant une garantie en termes de leur précision et de leur validité. Ce qui importe ce sont plutôt les hypothèses qui sont à la base des orientations sociétales et leur influence sur les déterminants de capacité adaptative au cours de la période future.

CONCLUSION

En utilisant une méthodologie simple et ascendante, cette étude a permis de déceler certains facteurs rarement cités comme des éléments qui peuvent influencer le processus d'adaptation des producteurs agricoles aux variabilités et changements climatiques. Pour les producteurs des deux régions agricoles, des facteurs relatifs à la relève agricole, la relève institutionnelle, la qualité de la recherche agricole, le niveau de formation de l'exploitant et les politiques et programmes sont aussi importants que l'accès aux ressources, les conditions de marché et les conditions climatiques, facteurs couramment cités dans les processus de prise de décision à la ferme. Parmi ces déterminants de capacité adaptative, la qualité de la recherche agricole, notamment la vulgarisation de la recherche au moment opportun, était perçue par les producteurs du Lac-Saint-Jean-Est comme un facteur de blocage dans le processus d'adaptation aux changements climatiques.

De plus, cette étude a permis de constater que la différence entre le type et l'importance relative des déterminants de capacité adaptative n'est pas seulement entre les deux régions agricoles, mais aussi entre les municipalités d'une même région et entre les catégories d'agriculteurs à l'intérieur d'une même municipalité. Ces résultats ont fait ressortir l'importance de la question de l'échelle spatiale dans l'identification des déterminants de capacité adaptative et par conséquent dans l'évaluation du niveau de vulnérabilité. De ce fait, il est inapproprié de se baser sur des déterminants de capacité adaptative à l'échelle régionale ou nationale dans l'élaboration de stratégies d'adaptations aux changements climatiques à l'échelle locale. Toutefois, pour une meilleure légitimité et appropriation de l'importance future des principaux déterminants de capacité adaptative, il serait judicieux d'impliquer les acteurs concernés et un panel d'experts dans le processus d'élaboration de scénarios de l'ordre des priorités de ces déterminants pour une période future quelconque.

REMERCIEMENTS

Ce travail de recherche a bénéficié d'une subvention de Ressources Naturelles Canada à travers son programme d'Impacts et adaptation aux changements climatiques. Sans la collaboration de plusieurs producteurs et professionnels agricoles des régions de Montérégie-Ouest et du Lac-Saint-Jean-Est, il serait impossible d'effectuer ce travail. Les auteurs de cet article aimeraient leur transmettre leurs plus vifs remerciements. Ils remercient également La Financière Agricole et le Consortium québécois sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, Ouranos, pour avoir fourni les données essentielles à la réalisation de cette étude.

RÉFÉRENCES

- Abildtrup, J., E. Audsley, M. Fekete-Farkas, C. Giupponi, M. Gylling, P. Rosato et M. Rounsevell, 2006. Socio-economic scenario development for the assessment of climate change impacts on agricultural land use: a pairwise comparison approach. *Environmental Science and Policy*, 9: 101-115.
- Adger, N. W., N. W. Arnell, et al., 2005. Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change*, 15: 77-86.
- Bazzaz, F. A. et W. G. Sombroek, 1996. Global Climatic Change and Agricultural Production: An Assessment of current knowledge and critical Gaps. *Global Climate Change and Agricultural Production*, Rome: 319-330.
- Bryant, C, R., B. Smit et al., 2000. Adaptation in canadian agriculture to climatic variability and change. *Climatic change*, 45: 181-201.
- Délusca, K., 2010. Évaluation de la vulnérabilité des fermes productrices de maïs-grain du Québec aux variabilités et changements climatiques : Les cas de Montérégie-Ouest et du Lac-Saint-Jean-Est. Thèse de doctorat, département de géographie, Université de Montréal.
- Downing, T.E. 1991. Vulnerability to hunger in Africa: a climate change perspective. *Global Environmental Change*, 1: 365-380.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2001a. Climate change 2001: The Scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report, 944p.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Paris, France: 18pp.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2001b. *Climate change 2001: Impacts, Adaptation & Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report*, 1000p.
- Leroux, M. 2005. *Global warming - Myth or Reality? The errings ways of climatology*. Chichester, UK, Praxis Publishing Ltd.
- Lindzen, R, S. 2007. Taking greenhouse warming seriously. *Energy and Environment* 18, #7+8: 937-950.
- Liverman, D. M. 1990. Drought impacts in Mexico: climate, agriculture, technology, and land tenure in Sonora and Puebla. *Annals of the Association of American Geographers*, 80 (1): 49-72.
- Luers, A. L., D. B. Lobell et al., 2003. A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico. *Global Environmental Change*, 13: 255-267.
- Metzger, M.J. 2005. *European vulnerability to global change, a spatially explicit and quantitative assessment*. PhD thesis, Wageningen University.
- Michaels, P.J. 2006. Is the sky really falling ? A review of recent global warming scare stories. *Policy Analysis*, 576:1-25.
- Morissette, H. 1972. *Les conditions du développement agricole au Québec*. Québec, Canada, Les Presses de l'Université Laval.
- Nakicenovic, N., J. Alcamo et al., 2000. *Special Report on Emissions Scenarios*. Cambridge University Press, Cambridge.
- O'Brien, K., R. Leichenko et al., 2004. Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India. *Global Environmental Change*, 14: 303-313.
- Parry, M.L., 2001. Viewpoint-climate change: where should our research priorities be? *Global Environmental Change*, 11: 257-260.
- Reilly, J. 1994. Crops and climate change. *Nature*, 367: 118-119.
- Rosenzweig, C., A. Iglesias et al., 2001. Climate Change and extreme weather events: Implications for food production, plant diseases, and pests. *Global Change and Human Health*, 2: 90-104.
- Saaty, T.L. 1986. Axiomatic foundation of the Analytical Hierarchy Process. *Management Science*, 32 (7): 841-855.

- Saaty, T.L. et P.C. Rogers, 1976. Higher education in the United States (1985-2000) : Scenario construction using a hierarchical framework with eigenvector weighting. *Socio-economic Planning Sciences*, 10: 251-263.
- Saaty, T.L. 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15: 234-281.
- Schoemaker, P.J.H. et C.C. Waid, 1982. An experimental comparison of different approaches to determining weights in additive utility models. *Management Science*, 28.
- Schröter, D., C. Polsky et A. Patt, 2005. Assessing vulnerabilities to the effects of global change: an eight step approach. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 10 (4): 573-595.
- Smith, J.B., H.S. Schneider et al., 2009. Assessing dangerous climate change through an update of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) «reasons for concern». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106: 4133-4137.
- Tschakert, P. 2007. Views from the vulnerable: Understanding climatic and other stressors in the Sahel. *Global Environmental Change*, doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.11008.
- Turner, B. L. I., R. E Kasperson, et al., 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainable science. *Proceedings of the National Academy of Sciences US* 100, 8074-8079.
- Vàsquez-Leòn, M., C. T. West et al., 2003. A comparative assessment of climate vulnerability: agriculture and ranching on both sides of the US-Mexico border. *Global Environmental Change* 13: 159-173.
- Wang, Y. P., J. R Handoko, et al., 1992. Sensitivity of wheat growth to increased air temperature for different scenarios of ambient CO₂ concentration and rainfall in Victoria, Australia - a simulation study. *Climatic Research*, 2: 131-149.

SESSION

6

**CHANGEMENT CLIMATIQUE :
La problématique de la diversité d'acteurs
(genre, décideurs, bailleurs, communicateurs, ...)
pour quelle synergie d'action ?**

- How differently do male and female farmers adapt to climate change? 329**
Lucy Kafui Adzoyi- Atidoh
- Investigating the Roles of Local Government in Building Community Adaptation Capacity with Water Variability: a Case of Oke-Ogun Region, Nigeria 341**
Grace Adeniji and Joseph Oloukoi
- Changement climatique et sexospécificité: vulnérabilité et adaptation au changement climatique des femmes cultivatrices de la communauté rurale de Ngayokhème (Fatick, Sénégal) 355**
Aliou Diouf
- Depicting climate change with satellite remote sensing and meteorological data in the south western Nigeria 377**
Ebenezer Yemi Ogunbadewa

How differently do male and female farmers adapt to climate change?

Lucy Kafui Adzoyi- Atidoh¹

ABSTRACT

The Afram–Plains is vulnerable to incidence of floods and droughts because of its overdependence on rain-fed agriculture compounded by factors such as widespread poverty and weak institutional capacity. This study aimed at investigating how differently male and female farmers will adapt to future floods and droughts by choice of adaptation preferences. These target populations have lived in the selected community for 10 years and more. Data was derived from target groups in the form of focus group discussions within the community. A cross-sector project planning tool was used to analyse the data. The method presented two hypothetical adaptation options to the target groups to choose the options they would prefer during a period of a drought or flood. Female farmers scored wells and boreholes as their main option during droughts whilst male farmers scored irrigation. Females complained of accepted socially constructed roles such as the managers of household resources like water and for that reason, highly scored wells and boreholes. Male farmers explained that farming was the principal means to satisfy household food and other subsistence needs. Access to irrigation will enable them to expand their farm lands and increase their crop sale. There was no significant difference of most preferred adaptation option between male and female farmers during flood. With the increasing incidence of floods and droughts in the Afram Plains, differences in adaptation preferences of males and females need to be critically examined and studied further. It is also necessary for stakeholders to recognise that there exist gender differences in preference to adaptation options of male and female farmers.

¹ Regional Institute for Population Studies (RIPS), University of Ghana, Legon. lucyatidoh@yahoo.com - P.O Box LG 96, Accra-Legon. Tel: 233-244-691-379, Fax 233-21-500273

Therefore, adaptation options suggested for implementation by stakeholders, institutions and non governmental agencies may not necessarily be most preferred by male and female farmers.

Keywords: *Adaptation, Adaptation options, Climate change, Floods, Drought.*

INTRODUCTION

The role of adaptation to climate change and variability is increasingly gaining much recognition in academic research, and its significance is being recognized in national and international policy debates on climate change (Smit et al., 2000). The Afram Plains is located in the Eastern Region in Ghana. The district is virtually a peninsular cut off on three sides by the Volta Lake and on the fourth by lack of a connecting road to the outside world. The district in recent times has experienced the same amount of rainfall but decreased number of rainy days. This region is also characterized by limited social, political, technical and other resources to draw upon to combat issues of scarcity and poverty, constraining the ability to adapt to changing conditions (Westerhoff and Smit, 2008).

DATA LAND METHODS

Primary data for the study was collected through collaboration with the Climate Change Learning and Observatory Network in Ghana (CCLONG) and Advancing Capacity for Climate Change Adaptation in Ghana (ACCCA) project. Community selection for the study was specifically based on the prevalent occupation in the community. Akyemfour, mainly farming community was used for the study. Data were derived primarily in the form of focus group discussions. Selection of target groups for the study was done by taking into consideration the age (i.e. above 30 years) and number of years (i.e. above 10 years) an individual has lived in the community. The "Akropong Approach" was used in the analysis of data. This approach can be applicable to many cross-sector or cross-disciplinary studies in which the work was carried out. The approach involves two levels namely; pair-wise ranking and cross-sector impact. The pair-wise ranking approach was adopted for the study. It was conducted among a minimum group of 8 and a maximum of

15 participants. Each target group (male and female) was presented with 12-15 possible adaptation options separately for flood and drought. These adaptation options, even though local community members use some, are hypothetically suggested by Ghana Environmental Protection Agency (EPA) during a period of drought or flood. Most of these adaptation options have been tested and approved of but some such as crop insurance have not yet been tested. Two strategies were then presented to the target group to consider the more effective one for a given climate hazard at a time. The target group therefore has the chance of selecting one out of two strategies presented at a time for a given climate scenario. Reasons were then provided for the choice of an adaptation option. At the end of the exercise, the three (3) most preferred options based on total highest scores were considered as most preferred.

RESULTS / DISCUSSION

Table 1 provides information on the various adaptation options scored by female and male farmers. Majority of the female farmers scored wells and boreholes (13), bushfires control and construction of fire belts (12) and water harvesting (11) as the adaptation options most preferred during drought. From Table 1, wells and boreholes were more preferred as an adaptation option when it was compared with each of the other thirteen adaptation options. This amounted to a total score of thirteen for wells and boreholes for female farmers. On the other hand, most male farmers scored irrigation (12), wells and boreholes (12) and drought tolerant or early maturing plants (11) as their first three adaptation options. Again, from Table 1, male farmers preferred irrigation more than all the other thirteen remaining options with the exception of fish pond. As a result, irrigation conceived a total score of twelve. This same pattern was observed for wells and boreholes amongst male farmers. In this case, irrigation was more preferred over wells and boreholes giving wells and boreholes a total score of twelve. However, since women have been identified as the managers of essential household resources like water that could explain why they may have scored wells and boreholes that high. Furthermore, women's responsibilities in households and communities, as stewards of natural and household resources, positions them well to contribute to livelihood strategies adapted to changing environmental realities. Meanwhile, both male and female farmers complained of unavailability of running taps in the community. This is because though the community has two boreholes, accessibility and

Table 1: Adaptation preference of female and male farmers during drought

FEMALE															
	WH	WLC	BFC	IR	WB	SPM	NT	AR	FP	NTFP	DTG	PHT	CI	SF	TOTAL SCORE
WH															11
WLC	WH														1
BFC	BFC	BFC													12
IR	WH	IR	BFC												10
WB	WB	WB	WB	WB											13
SPM	WH	SPM	BFC	IR	WB										4
NT	WH	NT	BFC	IR	WB	SPM									7
AR	WH	AR	BFC	IR	WB	AR	NT								4
FP	WH	FP	BFC	IR	WB	SPM	NT	AR							2
NTFP	WH	WLC	BFC	IR	WB	SPM	NT	AR	FP						0
DTG	WH	DTG	BFC	IR	WB	DTG	NT	DTG	DTG	DTG					6
PHT	WH	PHT	BFC	IR	WB	PHT	NT	PHT	PHT	PHT	PHT				7
CI	WH	CI	BFC	IR	WB	CI	NT	CI	CI	CI	DTG	PHT			5
SF	WH	SF	BFC	IR	WB	SF	SF	SF	SF	SF	SF	SF	SF		9

MALE															
	WH	WLC	BFC	IR	WB	SPM	NT	AR	FP	NTFP	DTG	PHT	CI	SF	TOTAL SCORE
WH															8
WLC	WH														1
BFC	WH	BFC													4
IR	IR	IR	IR												12
WB	WB	WB	WB	IR											12
SPM	WH	SPM	SPM	IR	WB										8
NT	WH	NTFP	NT	IR	WB	NT									6
AR	AR	AR	AR	IR	WB	SPM	AR								9
FP	WH	FP	FP	FP	WB	SPM	FP	AR							8
NTFP	WH	NTFP	NTFP	IR	WB	SPM	NTFP	AR	FP						5
DTG	DTG	DTG	DTG	IR	WB	DTG	DTG	DTG	DTG	DTG					11
PHT	WH	PHT	BFC	IR	WB	SPM	NT	AR	FP	NTFP	DTG				2
CI	CI	CI	BFC	IR	WB	SPM	NT	AR	FP	NTFP	DTG	PHT			3
SF	WH	WLC	BFC	IR	WB	SPM	NT	AR	FP	SF	DTG	SF	CI		2

Source: CCLONG/ ACCCA Data, 2009.

WH= Water harvesting, WLC= Woodlots for charcoal production, BFC= Bushfires control, IR=Irrigation, WB= Wells and Borehole, SPM= Sedentary pasture management, NT=Non timber forest products, AR= Animal rearing, FP= Fish pond, NTFP= Non timber forest products, DTG= Drought tolerant genotypes, PHT= Post-harvest technology, CI= Crop insurance, SF= Seasonal forecast

availability to water at all times were difficult. Water from wells and boreholes was also said to dry up during periods of drought. As a result, women and girls are those who bear the burden of providing water for their families and, therefore, spent significant amount of time daily hauling water from distant sources. Water from wells and boreholes were thought to be clean, safe and healthy to drink and hence important in the control of many diseases such as cholera, typhoid, and diarrhoea confirming UN's position on water from wells and boreholes (UN, 2009). As a result, female farmers considered wells and boreholes as an essential adaptation option during periods of drought.

It is likely male farmers ranked irrigation as the first adaptation option given the socially ascribed expectation that males will provide economically for the household (Brody et al., 2008). This is because access to irrigation will enable male farmers to cultivate crops all year round. The all year round crop cultivation will enable farmers to have enough farm produce for sale and subsequently increase the economic status of their households. Male farmers explained that farming is the principal means to satisfy household food and other subsistence needs. Access to irrigation, therefore, will enable them to expand their farm lands and increase their crop sale as well as market of farm produce due to availability of water for crop production. It can be envisaged that irrigation apart from helping farmers to achieve their subsistence needs, also helps to maximize the efficiency of land use and labour as well as retain soil fertility.

With regard to bushfire control, female farmers explained that the decreasing availability of non-timber forest products such as snails, mushrooms, and medicinal plants are as a result of bushfires. It is also likely that the traditional slash and burn practices have done a lot of damage to the soils by destroying the surface organic matter and hence limiting the availability of non-timber forest products. Female farmers would, therefore, like to prevent further destruction of soils by preferring bushfire control. Studies by Boni et al., (2004) in the Sefwi Wiaso District of Ghana and United Nations Population Fund (2009) in Kenya found that women are more sensitive to environmental issues compared to men. This pattern can be observed from Table 1 where women scored bushfire control three times more than male farmers. This implies that female farmers are more concerned about the protection of the environment more than male farmers. Also, female farmers scored seasonal forecasts (9) seven times more compared to male farmers' score (2). According to female farmers, access to seasonal forecasts will enable them to better prepare for the season in terms of knowing when

to prepare farm lands and plant their crops; decide on the appropriate crops to grow for the season; and know when to harvest their crops. Based on their experiences over the years, they reported that each season determines a unique kind of crop to grow. For example, crops such as pepper, cowpea, and groundnuts can do well in all seasons while rice, maize and yam are season-specific. With regard to growing yam for instance, the female group made a statement that it is very important to know the onset of the rains to enable farmers to prepare the land and plant yams. The group explained it is important because while the land is being cleared, they search and prepare stakes before the onset of the rains. They explained further that immediately after the onset of the rains, yams are planted and if a farmer delays with the planting after the onset of the rains, it is likely the farmer may harvest little from the yam fields. Even though female farmers attested to the fact that weather and seasonal forecasts could be misleading, it was better to have information on them than to rely on their own knowledge. However, the male farmers said they rely on their local knowledge to predict the season because information provided by the Meteorological Services Department was unreliable. Also, though few farmers owned radio sets, the unavailability of electricity in the community makes it almost impossible for them to access seasonal information disseminated on air.

Male farmers scored sedentary pasture management twice compared to their female counterparts. The reasons provided by male farmers include the fact that cattle destroy crops and natural vegetation leaving local farmers with very little resources for their livelihood; farmers are unable to identify owners of cattle that destroy their lands and crops for refund; destruction by cattle is worrisome and creating a lot of conflict between farmers and cattle herders some of whom might be innocent in the community. The male farmers shared their worries on the presence and practice of Fulani and local herders in the district. Though Fulani herders occupy isolated areas outside community borders, they were usually found with their cattle grazing along the borders and within the community during the day. More worrying is the fact that the cattle are left unattended to particularly at night and so they graze on nearby farms and destroy crops. One male farmer shared his experience;

“One morning, I went to my farm to see the whole farm crushed down by cattle. All my food crops were eaten and destroyed. I reported the incident to the chief in the community but I could not recover a peseta from my farm. Till date, I have not been able to identify the owners and herders of the cattle

responsible for my crop destruction”.

It was observed that grazing activities of cattle on farm lands result in degradation of vegetation covers as well as deforms the soil texture. The farmers shared their frustrations in times of land preparation due to the grazing activities of cattle. They complained of hardened soils after cattle have grazed on their farm lands making tillage and crop production difficult. Therefore, confining cattle on a ranch will enable farmers easy tilling of land to make available food for their households and the market for income.

Both male and female farmers least preferred woodlot for charcoal production. The reasons provided by both groups for least scoring woodlots for charcoal production include the following: trees take long time to grow; trees occupy space suitable for crop production; and tree plants are not edible. Although both male and female farmers least preferred woodlot for charcoal production, it was expected that women will have more preference for woodlots for charcoal production than male farmers. This is because women have been reported to be responsible for household energy management. Therefore, preference for woodlots would help reduce time spent in searching and collecting wood at the expense of other economic activities. The pattern observed as shown in Table 1 does not corroborate studies by the UN (2009) which found that the collection and management of most energy from traditional biomass such as wood and charcoal were strictly the business of women. With regard to the least preference for other adaptation options, female farmers least preferred non-timber forest products while male farmers least preferred post-harvest technology. Male farmers explained that women were mostly found in processing, storing and marketing food crops whilst the men engaged in farming activities such as weeding, planting and harvesting. This explanation is consistent with studies by Food and Agriculture Organization of the United Nations (2003); Damptey and Mensah, (2009).

Adaptation options scored by female and male farmers during floods are shown in Table 2. Improved roofing and foundation against flood was highly scored by both male and female farmers. The explanations given by both groups were as follows: prevent the damage of houses which can kill residents; sleep peacefully without worry; prevent leakage of rainwater to make life comfortable and prevent bad health. Within a gender context, males are expected to build houses for their family. In this instance, male farmers are likely to meet the expectations of society since they scored improved roofing and foundation a little more than their female counterparts.

Table 2: Adaptation preference of female and male farmers during floods.

FEMALES													
	CD	WH	WLC	UC	VCF	CWLP	IRF	DF	PHT	CI	SF	NTFP	TOTAL SCORE
CD													7
WH	CD												2
WLC	CD	WH											1
UC	CD	UC	UC										7
VCF	CD	VCF	VCF	UC									3
CWLP	CD	CWLP	CWLP	UC	CWLP								4
IRF	IRF	IRF	IRF	IRF	IRF	IRF							11
DF	CD	DF	DF	DF	DF	DF	IRF						7
PHT	PHT	PHT	PHT	PHT	PHT	PHT	IRF	PHT					9
CI	CI	CI	CI	UC	CI	CI	IRF	CI	PHT				8
SF	SF	SF	SF	UC	SF	SF	IRF	DF	SF	CI			7
NTFP	CD	WH	WLC	UC	VCF	CWLP	IRF	DF	PHT	CI	SF		0
MALE													
	CD	WH	WLC	UC	VCF	CWLP	IRF	DF	PHT	CI	SF	NTFP	TOTAL SCORE
CD													10
WH	CD												6
WLC	CD	WH											1
UC	CD	UC	UC										9
VCF	CD	WH	VCF	UC									6
CWLP	CD	CWLP	CWLP	UC	CWLP								8
IRF	IRF	IRF	IRF	IRF	IRF	IRF							11
DF	CD	DF	DF	UC	VCF	CWLP	IRF						6
PHT	CD	WH	WLC	UC	VCF	CWLP	IRF	DF					0
CI	CD	WH	CI	UC	VCF	CWLP	IRF	DF	CI				4
SF	CD	WH	SF	UC	VCF	CWLP	IRF	DF	SF	CI			3
NTFP	CD	WH	NTFP	UC	VCF	CWLP	IRF	DF	NTFP	CI	SF		2

Source: CCLONG/ ACCCA Data, 2009

CD= Community drains;

WLC= Woodlot for charcoal production;

VCF= Vegetable cultivation after floods;

IRF= Improved roofing and foundation;

PHT= Post-harvest technology;

SF=Seasonal forecast;

WH= Water harvesting;

UC=Upland cultivation;

CWLP= Cultivation of water loving plants;

DF= Drainage on farms;

CI= Crop insurance;

NTFP= Non timber forest product

Next to improved roofing and foundation, female farmers preferred post-harvest technology and crop insurance whilst community drains and upland cultivation were highly preferred by male farmers. The reason for this could be that during periods of flood, access to traditional food sources becomes more unpredictable and scarce. As a result, women face loss of their sole sources of income and food. Also, during such situations, increases in food prices make food more inaccessible to poor people, in particular to women and girls whose health has been found to decline more than that of males in times of food shortages (UN, 2009). For these reasons, it was not surprising that women scored post-harvest technology higher than males. However, it is likely that, male farmers scored upland cultivation more than their female counterparts because statutory and customary laws often restrict women's land rights making it difficult for them to engage in environmentally sustainable farming practices such as upland crop cultivation (Lambrou and Piana, 2006). It is men who usually make decisions on access to land, use of land and resources critical to their livelihoods. As a result, males might have scored upland crop cultivation highly due to easy access to land.

Male farmers scored water harvesting three times more compared to their female counterparts conflicting with findings by Damtey and Mensah (2009); CIDA (2009); FAO (2003) that women, young girls and children are usually the managers and providers of water and other natural household resources such as fuel wood for the household. Apart from the group explaining that water was life, it was interesting to hear one male farmer say:

“Because women and girls have to walk long distances to fetch water, they are sometimes bitten by snakes and they become more vulnerable to injuries from carrying heavy loads of water over long distances and face increased risk of sexual harassment. Furthermore, cooking and other household chores are delayed since the time needed to do these things are spent on hauling for water. Personally, I think this idea of walking long distances to fetch water disrupt sexual activity. My wife sometimes denies me sex because of tiredness and bodily pains after walking long distance for water.”

It is also likely that given the changing climate, men have recognized the impact of women's absence from home in search of water. Their absence also has an impact on the overall amount of labour that is expended to collect, store and distribute water. This goes a long way to affect labour for livelihood activities, care for the family, the sick, old and young. Non-timber forest products and woodlots for charcoal production were less preferred by

both groups. In the views of the target population, these adaptation options are natural resources which were not always available and sustainable. Therefore, they could not rely on such strategies during periods of flood. These explanations deviate from findings of studies by Prasad and Rao (1997) that during periods of drought, most households were dependent on non-timber forest products for subsistence needs.

CONCLUSION/ RECOMMENDATION

It was observed from the study that there were differences in adaptation preferences for both male and female farmers. These differences were attributed to gender and gender roles. It is therefore important to emphasize the need for institutions, non governmental agencies and government to use sex disaggregated data in analyzing adaptation options for implementation in climate change vulnerable communities.

ACKNOWLEDGEMENTS

I thank God for how far he brought me. I deeply express my sincere gratitude to my supervisors Dr. S.N.A Codjoe and Dr. S.O. Kwankye for their numerous guidance, suggestions and corrections. I send my gratitude to USAID for funding my masters program. Special thanks go to all team members on the Climate Change Learning and Observatory Network in Ghana (CCLONG) and Advancing Capacity for Climate Change Adaptation (ACCCA) project. I cannot forget good friends like Yvonne Kugblenu, Lisa Westerhoff, Dr. Fritz Oben and Kathleen Dietrich who helped me throughout my studies. My heartfelt thanks go to my family, my sweet nieces (Etornam and Eyiram) and a special partner (Richy) for their encouragement, understanding and support. They bear witness to the fact that, this article is truly a labour of love.

REFERENCES

- Boni, S., Nuhu R.I., Reuter, F. and Dare G. (2004). *Anthropological, Environmental and Soils Assessments of The Sefwi Wiawso District, Ghana*. Italy: Ricerc Cooperazione
- Brody, A., Demetriades, J. and Esplen, E. (2008). Gender and Climate Change: Mapping the linkages. *BRIDGE, Institute of Development Studies*, 116-131
- Canadian International Development Association (CIDA) (2009). Gender Equality and
- Climate Change: Why consider gender equality when taking action on climate change? [http://www.acdicida.gc.ca/INET/IMAGES.NSF/vLUIImages/Climate%20change3/\\$file/Gender-2.pdf](http://www.acdicida.gc.ca/INET/IMAGES.NSF/vLUIImages/Climate%20change3/$file/Gender-2.pdf). Assessed 15th October, 2009
- Dampthey, P. and Mensah A.T. (2009, May). Climate Change Impacts on Women's Livelihoods. *Ghana Climate Change Impacts, Vulnerability and Adaptation Assessments*, 234-298
- Dontwi J., Dontwi I. K., Buabeng S.N. (2009, May). Climate Change Impacts on Fisheries Production. *Ghana Climate Change Impacts, Vulnerability and Adaptation Assessments*, 14- 73
- Environmental Protection Agency (EPA). (2000). Ghana's initial national communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Accra, Ghana
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2003). Women and Food Security. <http://www.fao.org/FOCU/E/Women/Sustin-e.htm> Assessed 10th May, 2010
- Gyampoh, B.A., Amisah, S., Idinoba, M. and Nkem, J. (2009). Using traditional knowledge to cope with climate change in rural Ghana. *Unasyva* (60), 231-232
- Kemp-Benedict, E. and Agyemang-Bonsu, W. (2008). The Akropong approach to multi-sector project planning: *Futures*, (40), 834-840
- Lambrou, Y. and Piana, G. (2006). *Gender: The Missing Component of the Response to Climate*. http://www.ifad.org/pub/gender/desert/gender_desert.pdf

- Smit, B., Burton, I., Klein, R.J.T. and Wandel, J. (2000). An anatomy of adaptation to climate change and variability. *Climatic Change*, (45), 223-251
- United Nations (UN). (2009). Women, Health and the Environment. *Our Planet*, 15 (12) United Nations Development Programme (2001). Gender in Development Programme, Learning manual and information pack: Gender Analysis, 2001. www.docstoc.com/docs/25287007/GENDER-ANALYSIS-REPORT Assessed: 9th February, 2010
- United Nations Population Fund (UNFPA). (2009). State of the world population 2009: Facing a changing world: Women, Population and Climate
- Westerhoff, L., and Smit, B. (2008). "The rains are disappointing us": Dynamic vulnerability and adaptation to multiple stressors in the Afram Plains, Ghana. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 14 (4), 317-337.

Investigating the Roles of Local Government in Building Community Adaptation Capacity with Water Variability: a Case of Oke-Ogun Region, Nigeria

Grace Adeniji¹
and Joseph Olouko²

ABSTRACT

The paper is based on empirical case study from Oyo North Region, Nigeria with the purpose of investigating the various inputs of local institutions and how such responses influence the building and operation of coping mechanisms in adapting to water variability. Data are obtained from both primary and secondary sources using participatory research approach. Research instruments include text review of local government reports on water-related development, key-informant interview with local government administrators and two Focus Group Discussions with women and men in separate groups in the community. A discourse analysis was done with logical deductions to present the contextual situation of the study.

The result indicates that in rural areas, indigenous knowledge system provides information on climate change events and that adaptation strategies are also designed based on the available local capacities at households and community levels. During the water shortage scenario, extreme dryness and drought, the local government do provide coping strategies service based on statutory functions but without a clear specific policy guidelines and budgetary system. Water projects are often driven by the higher level of institutions and the distribution is often been influenced by some socio-

¹ Department of Environmental Management, Lead City University, Ibadan, Nigeria, oreofeadeniji@yahoo.com

² Regional Centre for Training in Aerospace Surveys (RECTAS), Obafemi Awolowo University Campus, Ile-Ife, Nigeria, olouko@rectas.org

political index which may not embrace equity and responsiveness. The paper concludes on the need for institutional radicalization of local government system and collaboration with civil society in order to pull capital (human, physical, political, economic and social) for building a local adaptive system for water variability.

Key words: *water variability, adaptive capacity, rural communities, local government, Oyo North region*

INTRODUCTION

In rural and marginalized communities, adaptive capacity of the population is actually influenced greatly by the structure of local institutions and governance system. The challenge however, is that the local government which is closer to the local community is often incapacitated in term of resources and assets to cope with the realities of global environmental changes and its impacts on water supply system.

It has been established that in local governments, due to the closeness to local communities, the grassroots citizens are the key implementers of policies and programmes for improving livelihood and building real adaptation to environmental stresses including the climate change and water variability.

Generally, most existing climate adaptation programmes are imbedded in the national and central/city government levels with strong institutional structure, while the marginalized communities mostly under the administration of local government are locked or hidden behind with little or no concern. In existence, there are many statutory roles for local government in relation to environmental management and citizenry livelihood supports, but without adequate resources (political, finance, human and expertise) to facilitation and implement the actual performance.

There is a fact that the impacts of water variability and other climate change are better measured at the household and community levels where the key players of change are the vulnerable themselves. Thus, as rightly stated by Rockstrom (2004), indigenous innovations based on local awareness and perceptions can provide an improved water management in vulnerable savannah environment.

In Oke-Ogun region (Oyo North), the gap is still wide due to the generalization of models both in the global climate impacts and regional analysis because specific location analyses are not always captured by both research data and policy programmes. It must be noted that adaptation is location specific and policy making should be targeted at each location based on available capacities and resources (Smith and Wandel, 2006).

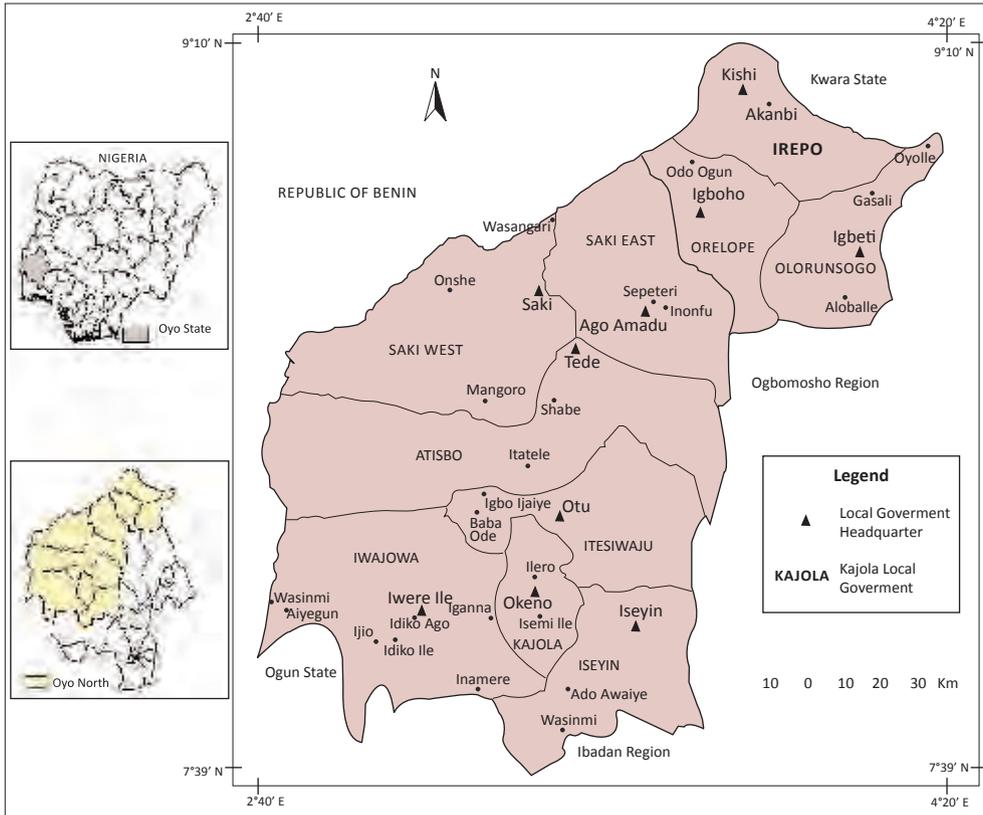
This paper aims at investigating the various inputs of local institutions and how such responses influence the building and operation of coping mechanisms in adapting to water variability.

STUDY AREA

Oyo North Region is located in Oyo State, Nigeria between latitudes 7°39' and 9°10' N and longitudes 2°40' and 4°20' E with linkages with the border of the Republic of Benin in West Africa. The study region is 184 km Northwest from Lagos and 72 km southeast Ibadan and 478km southwest of Abuja, the Federal Capital Territory, Nigeria (Figure 1). In terms of development, the region is marginalized and characterized by poor social infrastructure. The Oyo North Region is located within the rainforest vegetation zone which is experiencing a stage of land cover changes which may be attributed to the climate change, climate variation, land use change and the encroachment of desert from the semi arid region of the country.

The climatic characteristics of Oyo North Region are similar to the Middle Belt Region of Nigeria. It is marked by distinct wet and dry seasonal periods lasting between April to October and November to March, respectively. The mean temperature during the wet season is 28°C and 35°C during the dry seasons while the annual mean rainfall ranging between 1000 and 1200 mm (Oguntoyinbo, 1978; cited in Ayoade, 1995). Water supply production from public water system is with deficits of 85-90% of the design capacities on annual basis. Main water sources available for household use include: wells (64.6%) and boreholes (13.8%) ponds, rivers (10.9%). Over a period of 17 years (1991-2008), the population growth of the region is 55.2% (from 700,000 to 1.6 million).

Figure 1: Study Area Location



Source: Regional Centre for Training in Aerospace and Surveys (RECTAS, 2009)

Methodology approach

A case study approach was adopted for the research. Three communities (Iseyin, Okeho and Shaki) were selected from the study area, Oyo North Region in a way to provide comparative discussion of the analysis in three local communities. In doing this, qualitative and quantitative data were combined for investigation and analysis through a methodological triangulation from primary and secondary sources. A combination of research instruments were used to capture the following data:

Water-related development data: Information on the past and existing trend of water variability and domestic water supply shortages were obtained from the Water Corporation of Oyo State (WCOS), National Archives and Ministry of Environment and Water Resources and Water and

Sanitation Unit of the Local Government Areas (LGAs) of the selected case study communities. This gives relevant information on institutional efforts and responses on improved residents' accessibility to water and sanitation services.

Climate data: Information on climate variables (rainfall and temperature) was provided by the Metrological Department, Ibadan. These were available for two metrological stations, Iseyin (which is taken for Okeho as well because of the proximity of the two localities to each other and Shaki). The available data from the two metrological stations covered two decades (1989-2008).

Population data and maps: Population data for the selected communities were obtained from the National Population Commission (NPC). The data set for the 1991 census and 2006 census were used to explain the population size using annual growth rate of 2.8% for the region.

Household survey: Following an introduction visit and Structured questionnaire were administered to derive for information listed in the survey design which may be altered based on output from the pilot survey. A total of 397 questionnaires were administered for the household survey; respondents were randomly sampled. The questionnaire captured variables in the study objectives which were designed to capture socio and livelihood issues, housing characteristic and access to community services, household dynamics for roles, water use, water management, Community perceptions on global environmental change and its impacts on water and coping strategies.

Focus group discussion (FGD) and key-informant interviews (KIIs): Focus group Discussion was done in two separate groups for men and women. Key-informant interviews were executed with experts (LG administrators, career officers in water-related sectors and community leaders). Analysis of the data was done using descriptive tools in frequencies and percentages to show the trends while thematic discussion of qualitative data were incorporated.

Results and analysis

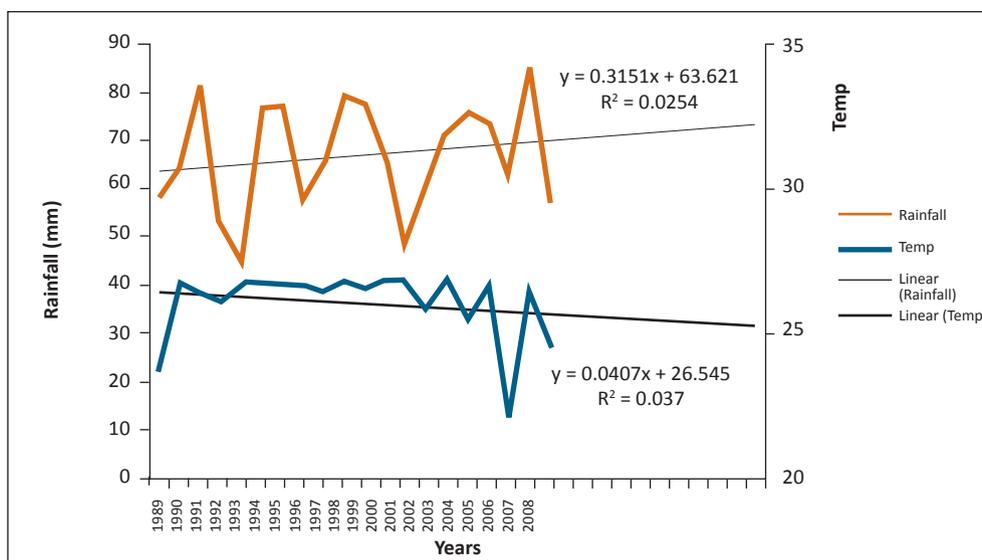
Climate variability in Oke-Ogun region: Trend in annual rainfall and temperature

In capturing the analysis, two metrological stations (Iseyin and Shaki) in the region were the points of reference. In Iseyin, the highest volume

of rainfall was received in 2007 (85.6mm), 1991 (81.9mm) and 1998 (79.6mm). Drought was experienced in the area in year 2001 (48.3mm), 1993 (44.17mm). The recorded hottest years are years 2000 (26.9°C), 2005 (26.85°C) and 1990 (26.83°C). It was clear from the analysis that over a period of two decades, drought experienced in a given year is relatively followed with a higher intensity of rainfall in the subsequent year in the two localities. However, Shaki receives higher rainfall annually compared to Iseyin. Informal discussion with the Metrological official indicates that Shaki has a climate similarity with Nigeria's coastal settlements like Lagos, Calabar and Port Harcourt. Despite the volume and frequencies of rainfall, no flooding is recorded in the zone because of vegetation cover and the topography. The Iseyin metrological area, however, shares the same climate characteristics with non-coastal urban settlements in the South-West, Nigeria, such as Ibadan and Osogbo zone.

In relation to temperatures, metrological records of monthly mean temperatures show higher values during the dry season (October – February/ March). On an annual basis, the average temperature indicate a trend of increase in Shaki (0.0686°C) while Iseyin is on a reduction trend with an annual change of – 0.04°C (see Figure 2 and 3). A logical deduction from the graphs is that Shaki which has a higher volume of precipitation also has higher temperatures in terms of annual trend analysis.

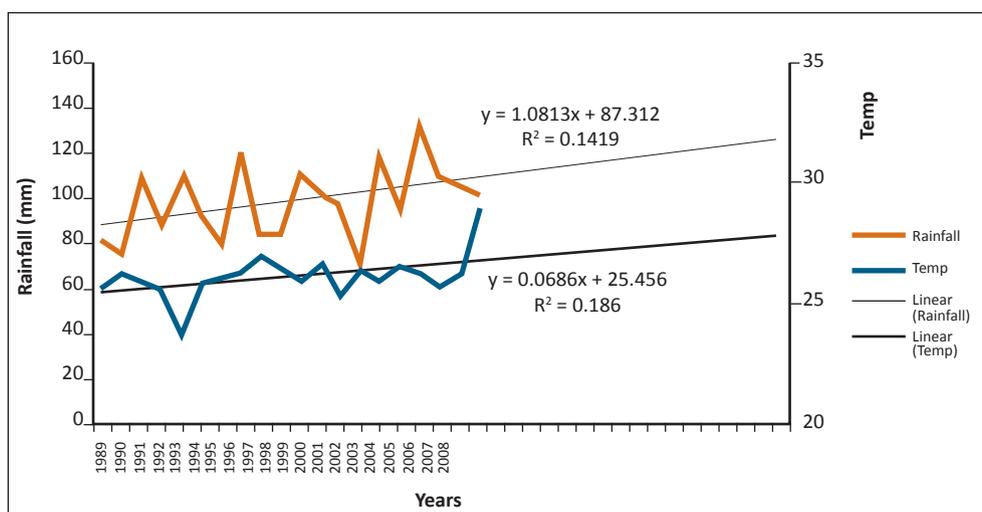
Figure 2: Trend of variation in annual mean rainfall and temperature of Iseyin



Source: Metrological Records of Ibadan Zonal Office

In Shaki, the highest volume of annual mean precipitation were observed in 2008 (133.6 mm), 1996 (122.6 mm) and 2003 (119.2 mm). The lowest annual mean precipitation occurred in 2002 (71.05 mm) and 1990 (76.08 mm) while the highest annual mean temperature were recorded in 2008 (28.9°C), 2002 (26.4°C) and in 2005 (26.3°C). The observation from this is that 2008 was the hottest year in the two decades and was also the year with the highest precipitation in the metrological locality. The metrological area also experiences the lowest rainfall in 2002 which was confirmed by some of the participants of the FGD (men’s group) that there was a drought. Expert’s opinion by the official of the Oyo State Agricultural Development Programme (OSADEP) indicates that the observed drought happens on a decade trend.

Figure 3: Trends variation in annual mean rainfall and temperature of Shaki



Source: Metrological Records of Ibadan Zonal Office

Community perception on water variability

In terms of awareness on the event of GEC, 83.6% of the respondents are aware of the phenomenon. As presented in Table 1, analysis of the different sources of information on the awareness was based on the frequencies of respondents that indicated that they were aware of the global environmental change. These sources include television and radio (22.3%), print media (19.7%), community/scientific forum (7.7%), indigenous knowledge and perceptions (43.9%) and other means (6.5%). The results of the analysis imply that the residents of Oke-Ogun Region are familiar with the global happenings in terms of environmental changes. It is important to note

that the various public media and the indigenous knowledge system have really contributed to the awareness creation. This finding can be traced to population access to media technologies and a strong indigenous science to predict and raise awareness on environmental events.

Table 1: Community awareness on the Global Environmental Change (GEC)

Sources of information on the GEC	Iseyin N=102	Okeho N=79	Shaki N=131	Total N=312
Television and radio	18.8	24.4	23.6	22.3
Printing media	18.8	19.8	20.3	19.7
Community forum	8.9	8.1	5.7	7.4
Scientific meetings/workshops	1.0	0.0	0.0	0.3
Indigenous knowledge	48.5	40.7	42.3	43.8
Others (religion and public institutions)	4.0	7.0	8.1	6.5

Source: Author's Fieldwork (2008)

From Table 2, water variability is evident in terms of water supply shortages during dry season (89%), followed by "climate change and water variability are natural process (82.1%). The measuring indicator with least response is "climate change and its attending impacts on water system is the sign of the end of the world" (37%). Results from the questionnaire are skewed to the side of more than two third of the respondents agreeing that environmental change has impacts on local water systems.

Table 2: Global Environmental change and its impacts on water resources

Measuring indicators	Iseyin N=125	Okeho N=104	Shaki N=168	Total N=397
Global climate change and water variability is a natural occurrence which people cannot control	84.2	83.7	79.1	82.0
Climate change and water variability are signs of the end of the world/earth	44.2	36.0	33.3	37.6
The extremes of these phenomenon are induced by human activities and population pressure	84.2	81.0	72.7	78.6
Climate change and water variability are evident in my community	85.6	69.1	79.9	78.8
Climate change has increased seasonal water variability in my locality	85.6	73.1	81.8	80.8
Water variability is evident in terms of severe water supply shortages and drought, especially during dry seasons	85.6	93.6	89.1	89.1
Water variability entails frequency and severe flood and erosion during wet seasons	75.0	78.4	78.1	77.2
The occurrence of water variability is more pronounced in my locality in the last 10 or 20 years	76.3	54.9	63.4	65.4
With what we have seen, extremes of water variability may continue in the future	67.0	62.4	64.8	64.8

Source: Author's Fieldwork (2008)

A better understanding of the impacts was provided by the participants during FGD. Some of the participants agreed that the GEC is an evidence of overuse of natural resources beyond the capacity limit. For instance, in the men's FGD, some issues of climate change and water variability were discussed in relation to observed desertification in the region. Many of the forested areas were deforested without adequate replanting system. There also exists an intensity of conflict on grasslands, especially among the crop farmers and the nomads in the farm settlements. The loss of vegetation cover and dryness of wetlands also contributed to the encroachment of desertification in the Oyo North Region which of course is an example of present dynamics of environmental change in Nigeria generally. Within the entire country there previously existed extensive forestation; however, there is less forested area present in the country mirroring a trend in the region as a result of population pressure and land requirement for infrastructure development.

Community perceptions on global environmental change include the following statements which were stated by some of the participants during the FGD:

- In the last few years, an extreme heat is observed especially around November when the wet seasons have just ceased. This always results in high fever and measles for our children.
- Groundwater is reducing. Recharge rate is becoming low. That is why our women spend more time fetching water from wells.
- Rain comes late and it stops early in the wet season. We experience shorter days of rain. Rain used to start around the first week in March to usher in the Easter season and it used to continue with increasing intensity till September before it ceases in October/November. Now, rain starts in late April and continues with a lot of fluctuation until the end of September.
- Instead of two planting seasons especially for cereals (maize), most peasant farmers now have only one cropping season.
- The problem is not just about water shortages and drying of streams, we notice strong wind storms which destroy houses and plants at the beginning of rainy season. Also, the spring water is not available as it used to. We don't understand what has gone wrong with ponds on the hills.

- 30, 20 years ago, I used to collect firewood from thick forests. Some of which were protected by the community superstition system. Today, the vegetation cover has changed, saw millers from Lagos and other big cities fell down trees, while we pay for the impacts.

The statements of the FGD participants as indicated above, suggest that major contributor to impacts of the GEC at the community level was social change and its drivers: demography growth and densities, demand for infrastructure and loss of traditional knowledge base in environmental conservation.

Innovative information about the awareness on the GEC impacts on local water resources is that the community noticed a fluctuation in rainfall pattern. According to the participants, the rain does not start earlier as it used to in the 80s and earlier 90s. Presently, the rain increases around February, then stops before it starts again in June/July with heavy down pours. This pattern of rainfall fluctuation is becoming a pattern in the region, thereby affecting the planting season and the recharge rate of underground water since the aquifers and rivers dry up shortly after the rainy season stops (opinion of a community leader during the KIIs).

Generally, the region experiences more of climate variability than climate change. This is evident in short number of raining days during the rainy season, dryness of wells and rivers almost immediately the dry season starts, because the water resources for the communities are climate sensitive. The result is similar to what Adejuwon (2008: 198) summarised that the percentage of period of precipitation change is greatest in months with the smallest average precipitation and decreases as rainfall increases in Nigeria.

Institutional responses to water variability

An institutional examination in water-related policy and project implementation shows that except for a few wells that were solely provided by the communities, most of the technological (hard) solutions against water variability are programmes initiated by the national government and donor agencies in the study area. The implementation strategies do not specify or reveal the possible effects of climate variability phenomenon either at the development or the management levels. At the local government level, no specific documentation on climate issues in terms of forecast, risk assessment, warning systems and adaptation issues. No policy guidelines or budgetary allocation in response to water-related development. Projects are

handled based on the implementation services from the top government levels, donors or the community themselves through a social network. Many existing water resources that were explored in response to water variability lack adequate climate assessment which raises some concerns on the sustainability of such interventions as climate variability continues.

From the study survey, Okeho Dam and Okere Dam in Iseyin which were constructed in 1988 had no installation of plants and other auxiliary devices to the supply water to the residents. At the time of the fieldwork for this research, the water projects had been abandoned. Visitation to the site of Okeho Dam revealed that private water tankers draw water from it for sale to the community (to be used for social functions, ceremonies and parties) during the dry season.

Other local institutions such as the OSADEP, WATSAN are also facing some challenges in performing their roles as relates to water provision. Interaction with the officials revealed that political interference, bureaucracy bottleneck, poor governance and inadequate funds are the major challenges. These were aggravated when the World Bank stopped the funding of water projects facilitated by the agency in the late 1990s as a result of reforms of the donor agency.

Table 3: Perception on local government initiatives on water-related projects

Measuring indicators	Iseyin N=125	Okeho N=104	Shaki N=168	Total N=397
Water provision is a public good, we expect our local government to make improved ware accessibility a reality	73.1	74.4	62.9	68.5
Maintenance of water supply system is not prompt, especially for the government driven projects when they broke down	87.2	86.0	88.5	87.5
The local institutions are weak, government has not given high priority to water-related development	91.0	84.3	87.1	87.5
We are ready to collaborate with the government if water projects are initiated	89.9	86.5	90.1	88.8

Although the community still perceived public goods that should be provided by the government for the citizenry (Table 3). The LGs have water projects for localities under their jurisdiction, although some of the location visited to observe the status of the project show that most of the wells are shallow and could not supply water during the dry season when the variability is actually severe. The observed trend is that most of the projects are being handled by members of the community who are not necessarily experts such as water engineers, water planners or even social workers. Rather, majority of the contractors are members of the community who are basically involved in the infrastructure services just to get a share of the LG resources. With the challenges of GEC and its impacts on domestic water supply, local government authorities are of opinion that water projects are difficult to be transferred to local communities for management for political reasons and the socio-cultural process.

CONCLUSION

From the above description, it is evident that the Oyo North Region is marginalized in terms of policy, programmes and projects in the water sector, mostly impaired by weak capacities of local government. Although, there is a water agenda by the national government, actual implementation of such agenda is yet to be felt by local communities in Oyo North Region. In order to achieve a better adaptive capacity related to water variability, it is imperative to properly explore and deplore available opportunities. The availability of metrological stations in the region necessitates feedbacks and information sharing of climate data in order to integrate the science and the local communities. Small water schemes along the existing water sheds and ponds which the local government resources can handle instead of waiting endlessly for the intervention of the national or state governments or embarking on mega water schemes that the local government might not have enough resources to actualise. There is an urgent need to integrating the place of indigenous knowledge in risk assessment and adaptation options in as much that local skills provides information sharing.

Most critically, local priority in addressing multidimension of developmental and environmental stressors such as poverty, bad governance, institutional failure which have the capacity to reinforce the impacts of climate variation. Institutional radicalization, not just local government reforms is required. This may involve redefining and providing resources for statutory roles, retraining of local government administrators/officers to be better informed on climate variability science and its impacts and adaptation strategies on their immediate communities. Adaptive capacity of local communities could be sustained when local institutions provide the pathway in form of accessing available livelihood assets.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was carried out under the African Climate Change Fellowship Program (ACCFP). The ACCFP is supported by a grant from the Climate Change Adaptation in Africa (CCAA), funded jointly by the International Development Research Centre (IDRC) of Canada and the UK's Department of International Development (DFID). START Secretariat is the implementing agency in collaboration with the Institute of Resource Assessment (IRA) of the University of Dar Es Salaam and the African Academic of Sciences (AAS)

REFERENCES

Adejuwon, J.O. (2008): "Vulnerability in Nigeria: A national-level assessment". In Leary N. et al. (ed) *Climate Change and Vulnerability*. Available on-line <www.grida.no/climate/ipcc/regional/032.html> (accessed on August 20, 2009), 198-203.

Ayoade, J.O. (1995): *Climate and human welfare*. Inaugural Lecture, University of Ibadan. Ibadan: University Press, June 15.

Rockstrom, J. (2004): "Making the best of climate variability: Options for upgrading rain fed farming in water scarce regions". *Water Science and Technology*, 49(7), 151-156.

Smit, B. and Wandel, J. (2006): "Adaptation, Adaptive capacity and vulnerability".

Global Environmental Change. 16, 282-292.

Changement climatique et sexospécificité : vulnérabilité et adaptation au changement climatique des femmes cultivatrices de la communauté rurale de Ngayokhème (Fatick, Sénégal)

Aliou Diouf¹

RÉSUMÉ

Dans la communauté rurale de Ngayokhème, les femmes constituent 52 % de la population et l'agriculture y occupe 85 % de la population active. Cette activité est fondamentalement dépendante du climat qui est caractérisé, ces quatre dernières décennies, par une forte variabilité interannuelle et par une plus grande fréquence des phénomènes extrêmes.

A travers des focus-groups, nous avons relevé les impacts directs et indirects du changement climatique sur les unités d'exposition constituées des différentes composantes du système d'agriculture pluviale, et proposé des options à même d'assurer l'adaptation des femmes cultivatrices au changement climatique.

Les résultats montrent que les rendements agricoles, les effectifs des petits ruminants, les revenus des femmes et la provision alimentaire domestique ont connu une baisse significative. Il s'en est suivi l'exode rural qui s'accompagne de conséquences sociales graves telles qu'entre autres, les grossesses hors mariage. Les sécheresses ont rendu l'eau de boisson plus saumâtre et dégradé la qualité de l'alimentation et les ressources bioénergétiques. Ainsi, les femmes consacrent beaucoup de temps à la recherche du bois d'énergie

¹ Laboratoire de Physique de l'Atmosphère et de l'Océan, Ecole Supérieure Polytechnique, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, aliou_diouf@hotmail.com, BP : 5085 Dakar-Fann, Tél. : (221) 33 825 9364, (221) 33 825 9364.

ou utilisent les résidus d'épis de mil, d'ustensiles en caoutchouc. L'utilisation du caoutchouc engendre des infections pulmonaires chez elles. Le caractère saumâtre de l'eau développerait également, selon les femmes, plusieurs maladies, et réduirait la virilité des hommes.

L'adaptation ne doit pas être réalisée par rapport aux seuls stress climatiques ; les stress non climatiques doivent être intégrés. Les femmes proposent que l'équilibre responsabilités/ressources entre hommes et femmes soit rétabli. Elles préconisent que des conditions d'une disponibilité permanente de l'eau soient réalisées, que les sols soient restaurés. Les femmes proposent l'intégration des espaces commerciaux national et sous-régional. Une politique de microcrédit avec des conditions plus souples que celles des institutions financières classiques ainsi que l'installation d'unités de transformation de leurs produits agricoles doivent être promues. Elles souhaitent être formées à la gestion financière de ces équipements. Pour cela, il faudra développer l'électrification rurale en alliant les énergies renouvelables et l'énergie électrique.

Mots clés : *Impacts, adaptation, femmes, cultivatrices, changement climatique.*

ABSTRACT

In the rural community of Ngayokhème, women constitute 52% of the population and agriculture occupies 85% of the workforce. This activity is fundamentally dependent on climate that have been characterized the past four decades by a strong interannual variability and a greater frequency of extreme events.

Through focus groups, we found the direct and indirect impacts of climate change on exposure units consisting of various components of rainfed agriculture system, and suggested options that would ensure the adaptation of women cultivators to climate change.

The results show that crop yields, the number of small ruminants, women's incomes and household food supply declined significantly. This led to the rural exodus which is accompanied by serious social consequences such as inter alia, pregnancies out of wedlock. The drought has made drinking water more brackish and degraded the quality of food and bioenergy resources. Thus, women spend much time in search of firewood or use of corn residues

of millet, rubber utensils. The use of rubber leads to lung infections in them. The brackish character of water would develop also, according to women, many diseases, and reduce men's virility.

Adaptation must not be carried over only to climatic stress. Non-climatic stresses must be integrated. Women propose that the balance responsibilities / resources between men and women be restored. They argue that the conditions of continuous availability of water be made, that the land be restored. Women propose the integration of national and sub-regional commercial spaces. A policy of microcredit with more flexible terms than traditional financial institutions and the installation of processing plants for their agricultural products should be promoted. They want to be trained in financial management and equipment. For this, we must develop rural electrification by combining renewable energy and electric power.

Keywords : *Impacts, Adaptation, women, farmers, climate change.*

INTRODUCTION

Le changement climatique s'est traduit dans le Sahel par une baisse significative des précipitations moyennes annuelles dans les trois dernières décennies du XX^e siècle (Nicholson, 2001). Or, selon UNDP (2009), le changement climatique a des liens évidents avec la sexospécifique dans le système d'agriculture pluviale des pays en développement. En effet, dans ce système de production agricole, selon qu'on est homme ou femme, le degré de vulnérabilité et, par conséquent, les besoins d'adaptation au changement climatique sont différents (Rossi and Lambrou 2008).

Cette dimension sexospécifique du changement climatique se traduit par une iniquité affectant négativement les femmes. D'une part, les femmes cultivatrices assument des responsabilités diverses et nombreuses et disposent d'un savoir et d'un savoir-faire reconnus en agriculture pluviale. Au sein des ménages, grâce à leurs compétences, les femmes cultivatrices participent activement à la production des biens, à la prise en charge des frais liés à l'achat de nourriture, à la santé, à l'habillement, à la scolarisation, en plus d'assurer les fonctions de procréatrices, d'éducatrices et de ménagères (Nelson et Braden 1999 , 457 ; UNDP, 2009). D'autre part, elles font face à un accès aux et à un contrôle limités des ressources, à une faible prise en compte de leurs besoins et préoccupations et à une faible représentativité dans les

centres de décisions (Nelson et Braden 1999 ; Rossi et Lambrou 2008 ; UNDP, 2009). En effet, les femmes ne disposent ou n'accèdent que de façon limitée à la terre, aux semences, aux engrais, à l'équipement mécanique, aux animaux attelés et au crédit. La réalité de la situation socio-économique spécifique des femmes dans les pays en développement est bien décrite et comprise. Cependant, peu de recherches ont articulé, à l'échelle locale, cette situation socio-économique des femmes cultivatrices au changement climatique.

En 2009, nous avons mené une recherche, entre autres, sur la dimension sexospécifique du changement climatique dans la communauté rurale de Ngayokhème située dans le bassin de l'arachide au Sénégal, où les femmes constituent 52 % de la population et où l'agriculture fournit 85 % des revenus (PROCR, 2003). Dans cet article, nous avons mis en évidence la spécificité des cultivatrices dans le contexte du changement climatique en analysant leur vulnérabilité, et dégagé leurs options d'adaptation au changement climatique.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Démarche méthodologique globale

La réalisation de la recherche à la base de cet article s'est faite en plusieurs étapes. La première, qui s'est déroulée en avril et en juin 2009, a consisté en une prise de contact téléphonique puis physique avec les autorités administrative, locale, les services techniques déconcentrés et avec les populations. Avec ces dernières, le contact a été fait à travers le Cadre local de concertation des organisations de producteurs (CLCOP), qui fédère l'ensemble des organisations des producteurs de la communauté rurale de Ngayokhème. En effet, nous avons pris contact avec le président de cette organisation et identifié avec lui, à partir de la base de données des soixante sept organisations composant le CLCOP, les organisations de femmes ou celles comprenant des femmes. Dans la deuxième étape, il s'est agi, à travers une tournée dans les 18 villages de la communauté rurale, d'expliquer, aux membres des organisations, les raisons de la visite, à savoir les objectifs de la recherche et les modalités de réalisation du travail.

La troisième étape a été consacrée à l'élaboration au Laboratoire des protocoles d'entrevue collective. La quatrième étape a été celle de l'organisation de focus-groups avec les femmes cultivatrices. Compte tenu

du nombre important d'organisations composées exclusivement de femmes ou comprenant au moins une femme, nous avons procédé à un zonage de la communauté rurale. Ce découpage géographique de la communauté rurale en unités socio-spatiales relativement homogènes s'est fait essentiellement sur la base du critère de proximité géographique. Ainsi, les villages proches du point de vue spatial ont constitué une zone. Au total, quatre zones ont été identifiées et ont abrité chacune un focus-group de femmes.

ZONES	VILLAGES
ZONE 1	Sob
	Mbinondar
	Diokoul
	Ngaane
ZONE 2	Ngangarlame
	Ngonine
	Ndoq
	Baary Sine
ZONE 3	Toucar
	Poudaye
	Datel
	Lambaanème
ZONE 4	Ngayokhème
	Kalome
	Saass Ndiaafathie
	Darou
	Ngalagne Kob
	Moonème

Chaque focus-group a été tenu dans le village-centre de la zone, soit à Sob pour la zone 1, à Ngangarlame pour la zone 2, à Toucar pour la zone 3 et à Ngayokhème pour la zone 4. Chaque organisation de producteurs a choisi deux femmes pour la représenter. Les femmes représentant chaque organisation devaient être actives dans la pratique de l'agriculture pluviale, mais aussi être en mesure de répondre aux questions relatives aux contraintes et aux solutions liées à cette activité. Le choix du nombre deux se justifie pour plusieurs raisons. D'abord, le nombre d'organisations est important (67) et chaque organisation comprend des femmes, si elle n'est pas composée que de femmes. Ensuite, les principes du focus-group veulent que le nombre de personnes ne dépasse pas douze. C'est ainsi que le nombre de femmes

présentes dans chaque entrevue collective tournait entre 8 et 12 femmes ; ce qui est conforme aux règles d'organisation des focus-groups.

Une approche systémique et sexospécifique

Pour analyser la vulnérabilité et dégager les besoins d'adaptation des femmes cultivatrices de la communauté rurale de Ngayokhème au changement climatique, l'approche systémique a été choisie. Cela a été fait en identifiant avec les femmes les éléments jugés importants et qui composent le système d'agriculture pluviale. Tous les éléments appelés aussi unités d'exposition ont été inventoriés. L'adoption de l'approche sexospécifique a été commandée par, d'une part, l'importance du rôle des femmes dans l'agriculture pluviale, et d'autre part, la nature essentiellement féminine de certains aspects ou problèmes du système d'agriculture pluviale.

La réalisation des focus-groups

Le déroulement pratique de ces entrevues groupées s'est appuyé sur les protocoles de terrain. Ces derniers consistaient en des matrices dessinées sur du papier padex et collées sur les parois de la salle où se tenaient les rencontres. Chaque matrice comprenait 05 colonnes et autant de lignes que de stress identifiés. Dans les colonnes, on avait, de gauche à droite, les composantes du système d'agriculture pluviale ou unités d'exposition qui intéressent les femmes, les stress, déjà vécus, associés à chacune de ces composantes, les impacts de chaque stress sur chaque composante le cas échéant, les mesures d'adaptation développées face aux impacts et stress, et les options d'adaptation à développer si nécessaire. Ainsi, nous avons répertorié avec les femmes les différentes composantes ou unités d'exposition essentielles du système d'agriculture pluviale, identifié les stress associés à chaque unité d'exposition, relevé les impacts des stress sur les unités d'exposition du système d'agriculture. Pour chaque impact ou pour un ensemble d'impacts, les actions entreprises ont été inventoriées, et si ces actions ont été jugées inefficaces, des options à même d'assurer leur adaptation aux stress et aux impacts des stress ont été proposées. Une fois les matrices affichées, le déroulement de l'entrevue se faisait sous forme de questions. Pour noter la réponse à chaque question, il fallait attendre de trouver une réponse consensuelle de l'ensemble des femmes du focus-group. Après la collecte des données sur le terrain, elles ont été saisies, analysées, organisées, et interprétées au Laboratoire. L'étape de rédaction qui a suivi cette phase de traitement des informations a donné les résultats suivants.

RÉSULTATS / DISCUSSION

Le système d'agriculture pluviale, un concept intégrateur

L'analyse des données collectées auprès des femmes cultivatrices montre que pour comprendre leur vulnérabilité et leurs besoins d'adaptation au changement climatique, il faut répartir le système d'agriculture pluviale en 24 unités d'exposition. Ces unités d'exposition peuvent globalement être divisées en 02 grandes catégories : unités d'exposition naturelles et humaines.

Tableau 1 : Unités et catégories d'unités d'exposition du système d'agriculture pluviale

Catégories des unités d'exposition	Composantes ou unités d'exposition
Unités d'exposition naturelles	Climat
	Sols
	Cultures, rendements, production
	Semences
	Végétation
	Eau souterraine
	Animaux attelés
	Troupeaux
	Faune
	Mare
Unités d'exposition humaines	Pratiques agricoles
	Taille main d'œuvre
	Stock alimentaire
	Revenus
	Santé humaine
	Fertilisants organiques
	Fertilisants chimiques
	Equipement technique
	Pistes
	Marché agricole
	Valeurs sociales attachées à l'agriculture
	Infrastructures résidentielles
	Energie
	Port vestimentaire

Source : Enquêtes de terrain, Novembre 2009

En plus de la composante agronomique, la compréhension de la vulnérabilité et des besoins d'adaptation des cultivatrices au changement climatique nécessite, selon les femmes, d'intégrer les composantes relatives à la sociologie et à la culture, aux compétences, à la démographie, aux infrastructures, au marché, à l'énergie, à la sécurité alimentaire et aux revenus. L'ensemble des composantes sont interdépendantes.

Le changement climatique perçu comme une réalité complexe par les femmes

Les femmes ont bien conscience de vivre depuis plusieurs décennies le changement climatique. Elles estiment être affectées par un certain nombre de phénomènes météorologiques divers. Ils ont trait aux pauses et aux mauvaises distributions pluviométriques intra-saisonnières, aux arrêts précoces ou tardifs des saisons pluvieuses, aux vents forts, aux pluies diluviennes, et à l'augmentation des températures.

Vulnérabilité des femmes au changement climatique

Le changement climatique baisse la production agricole et les revenus des femmes

Les sécheresses, l'arrêt précoce ou tardif de la saison pluvieuse, les vents forts en période de floraison, les grêles ont baissé la productivité des cultures et par voie de conséquence, la production agricole. L'effectif du cheptel domestique dominé par les petits ruminants est également affecté par les sécheresses. La raréfaction des ressources énergétiques est imputable en partie au changement climatique. Elle entraîne une accentuation de la pauvreté des femmes. En effet, en raison du déficit énergétique, les femmes ont une charge de travail supplémentaire consistant à passer des heures à la recherche du bois ou de toute forme de source d'énergie. Les femmes sont ainsi obligées de grignoter le temps qu'elles auraient dû consacrer à des activités génératrices de revenus. Le temps consacré aux activités non génératrices de revenus, et la baisse de la production agricole, y compris la taille du cheptel domestique, par la dégradation des services productifs des écosystèmes, s'est traduite par celle des revenus monétaires des femmes. En effet, les stress climatiques ont eu comme conséquences dans les écosystèmes, la dégradation des terres et du couvert végétal. La dégradation des terres se manifeste à travers une baisse de fertilité et un ameublissement des sols, et l'érosion hydrique et éolienne. La destruction de la végétation s'est traduite par une forte baisse de sa densité, de sa diversité et de son rôle

de fertilisation des sols. Ce processus de dégradation des terres et du couvert végétal a, en outre, contribué au colmatage et à la réduction du nombre et des dimensions spatiales des mares.

L'affaiblissement des revenus des femmes, attribuable en partie au changement climatique, entame leur solvabilité vis-à-vis des institutions financières. Le remboursement intégral dans les délais des dettes contractées constitue un véritable goulot d'étranglement. Les femmes accusent du retard ou sont obligées de faire appel au capital social composé des parents. Elles recourent également au déstockage dans leur maigre cheptel composé de petits ruminants pour rembourser dans les délais. Le changement climatique, par le biais de l'affaiblissement des revenus des femmes, aggrave aussi la faiblesse de leurs capacités à se doter d'intrants agricoles, y compris en animaux de traction. Leurs capacités d'exploitation et de production agricole sont ainsi considérablement affaiblies par les impacts du changement climatique.

Les stress climatiques accentuent l'insécurité alimentaire

Les sécheresses, en raison de leur fréquence et de la gravité de leurs impacts sur les cultures, les sols et le couvert végétal, se sont traduites par une insécurité alimentaire dans les ménages. Elles baissent l'humidité du sol et les activités des microorganismes qui renforcent la fertilité, réduisent la litière végétale transférée aux sols, et stressent les cultures. Elles entraînent ainsi une baisse des rendements et de la production, réduisent les ressources alimentaires d'appoint provenant des ligneux (feuilles, fruits, tubercules), dont en outre, la qualité nutritive est reconnue. L'arrêt tardif des précipitations entraîne la moisissure de la production céréalière. Cette moisissure baisse la production et réduit la productivité en farine des grains de mil ainsi que la qualité gustative des aliments faits à base de ce mil.

Le changement climatique entraîne la migration, le décrochage scolaire et un changement des valeurs

En dégradant les revenus des femmes, et en baissant les provisions vivrières des ménages, le changement climatique a provoqué la migration notamment des garçons et filles vers les centres urbains. Cette migration revêt essentiellement deux formes : une migration durable, et une migration saisonnière. La migration durable peut couvrir une ou un nombre illimité d'années tandis que la migration saisonnière se passe seulement soit en saison sèche, soit en saison pluvieuse. La migration saisonnière concerne, en

saison sèche, les jeunes ne fréquentant pas l'école, tandis qu'en saison des pluies, elle affecte essentiellement les jeunes filles fréquentant l'école. Ces dernières sont, en effet, envoyées par leurs mères en ville pour gagner des revenus monétaires qui leur permettent de supporter les frais liés à l'achat des fournitures scolaires et d'habits neufs à l'occasion de l'ouverture des classes. L'appât et l'utilité des revenus générés par l'exode rural transforment sa saisonnalité en une migration permanente. Ce qui entraîne chez ces jeunes filles un décrochage scolaire. La migration permanente est rarement une option initiale. En effet au départ, l'intention est de retourner à la fin de la saison sèche pour renforcer la main d'œuvre familiale dans les travaux champêtres ou de rentrer à la veille de l'ouverture des classes pour continuer les études. Cependant, dans d'autres cas, l'option permanente est prise dès le début. On retrouve dans cette forme de migration, comme option permanente, les jeunes ne fréquentant pas ou plus l'école. Au demeurant, le changement climatique affaiblit la main d'œuvre agricole et les capacités productives ménages à travers la migration qu'elle engendre.

Ces deux formes de migrations ont des répercussions sur les systèmes de valeurs socioculturelles des jeunes migrantes. En effet selon les femmes, les jeunes migrants ont parfois tendance à relativiser les valeurs endogènes acquises depuis le bas âge et à leur substituer d'autres valeurs et références. Par exemple, le sentiment fort que l'honneur individuel et l'honneur collectif sont inséparables perd son importance chez ces jeunes, lorsqu'ils se retrouvent en ville. En conséquence, ils adoptent un mode de vie qui les conduit à des comportements et pratiques aux conséquences sociales indésirables. Ces jeunes contractent des mariages exogamiques et se retrouvent avec des grossesses hors-mariage ou extraconjugales.

Le changement climatique détériore l'état de santé des femmes

Le changement climatique a contribué à dégrader l'état de santé des femmes. Les sécheresses, en rendant les nappes phréatiques et maestrichtiennes, donc l'eau de boisson, saumâtres, entraîneraient, selon les femmes, une fréquence des urines nocturnes, l'hypertension artérielle, des douleurs corporelles, des vertiges, des suffocations nocturnes, une baisse de vision. L'eau salée réduirait également la virilité des hommes et aurait causé la dislocation de ménages.

Les pluies tardives de fin de saison développent une moisissure des graines d'arachide ; la consommation de ces graines moisies présente un

risque d'infection du foie pouvant mener au cancer du foie. Les pluies diluviennes entraînent aussi la grippe et le paludisme. Les tempêtes de sable favorisent la propagation de la méningite selon les femmes. En dégarnissant la main d'œuvre domestique par la migration, le changement climatique entraîne une dégradation de la santé des parents, en raison de la surcharge d'activités physiques liées aux travaux. La relativisation ou la substitution des valeurs endogènes chez les jeunes ruraux séjournant en ville développe des comportements sexuels qui entraînent des infections sexuellement transmissibles.

Le déficit énergétique consécutif, entre autres, aux sécheresses et qui pousse les femmes à souvent recourir pour la cuisson, entre autres, aux résidus d'objets en caoutchouc est une cause de maladies touchant les femmes. Ces résidus, en raison de leur forte émission de gaz carbonique, entraînent chez ces femmes, des infections respiratoires graves. En outre, l'augmentation de la teneur en sel de l'eau du forage, faisant suite aux sécheresses, entraîne chez les femmes enceintes des œdèmes

Le changement climatique favorise le déclin des pratiques culturelles

Le changement climatique dégrade les services culturels des écosystèmes. Par le biais de la mortalité ligneuse, il détruit les ressources et entraîne le déclin de la pratique de la médecine traditionnelle. La dégradation végétale, causée en partie par le changement climatique, provoque aussi la destruction des bois jadis abritant les cérémonies religieuses et sociales.

L'adaptation commande une approche intégrée pour être réussie

La réussite de l'adaptation des femmes cultivatrices au changement climatique commande une approche qui intègre non seulement les stress climatiques, mais aussi les facteurs de vulnérabilité des femmes qui ne sont pas d'ordre climatique. Ainsi pour réduire la vulnérabilité des cultivatrices au changement climatique, il faut nécessairement les mesures suivantes : promouvoir l'équité entre les sexes, améliorer les services écosystémiques, professionnaliser les cultivatrices, promouvoir l'énergie renouvelable, structurer le marché, améliorer les procédés physiques de prévisions météorologiques, promouvoir la transformation des produits agricoles, diversifier les activités génératrices de revenus et intensifier l'agriculture, promouvoir un microcrédit souple, promouvoir une hygiène alimentaire et sanitaire.

Promouvoir l'équité entre hommes et femmes

La promotion de l'équité consiste à restaurer l'équilibre tâches ou responsabilités et accès et contrôle des ressources entre hommes et femmes. Les femmes proposent deux mesures pour promouvoir cette équité. La première est que d'une part, les hommes reprennent leurs devoirs de prise en charge de leurs femmes et enfants et que le statu quo actuel en matière d'accès aux intrants agricoles soit maintenu. Ainsi, ils doivent s'acquitter des frais liés à la subsistance, à l'habillement, à la santé de leurs enfants et de leurs femmes, aux cérémonies traditionnelles, mais aussi à la scolarisation de leurs enfants et les femmes prennent en charge les frais liés à l'achat des condiments et produits d'assaisonnement. La deuxième option proposée par les femmes pour corriger le déséquilibre dont elles sont victimes et qui les rend particulièrement vulnérables au changement climatique est qu'elles continuent de supporter leurs charges actuelles de nourrir (si le stock vivrier familial est épuisé), de se soigner et de soigner leurs enfants, de se vêtir et de vêtir leurs enfants, de les scolariser, mais qu'elles aient un accès et un contrôle suffisants des intrants agricoles. Il s'agit de la proportionnalité qui est une des dimensions de l'équité.

Restaurer les services des écosystèmes

La restauration des services des écosystèmes consiste à rétablir la densité et la biodiversité végétales, à assurer une disponibilité et un accès suffisants aux ressources en eau superficielle et souterraine de qualité, et la productivité des sols. Pour la restauration du couvert végétal, les options proposées sont le reboisement ou la régénération assistée d'espèces variées à forte élasticité écologique et à intérêt socio-économique élevé, et la mise en défens. Cette option permet de diminuer les dommages causés par les vents forts aux habitations, aux sols et aux humains avec les risques de maladies. Elle permettra aussi d'améliorer la productivité des sols, de créer un microclimat qui permettra de baisser les températures.

Les options d'adaptation en matière d'amélioration des ressources en eau sont l'aménagement d'ouvrages de retenue d'eau comme les bassins de rétention, d'ouvrage d'exhaure, la dessalinisation des eaux puisées des nappes souterraines, la réalisation d'adductions d'eau à partir de forages à eau douce, la remise en eau de la vallée traversant la communauté rurale. La restauration ou l'amendement des sols consiste à vulgariser le fumage du sol, le compostage surtout que l'eau, jadis une contrainte, est disponible à travers les branchements sociaux sur le forage, le paillage, l'application des engrais et

urées. Cette option permettra de réduire la baisse de la fertilité, de l'humidité et l'augmentation de la chaleur des sols due à l'assèchement climatique. Ce qui accroîtra les rendements agricoles et le pouvoir économique des femmes et améliorera leur sécurité alimentaire y compris celle de l'eau de boisson.

Professionaliser les cultivatrices et les cultivateurs

La professionnalisation des cultivatrices renvoie au renforcement des capacités en micro-irrigation, en conservation des semences, en production de compost, en élevage intensif, en pisciculture, en gestion d'entreprise agricole et en analyse de marché. Elle consiste aussi à mieux structurer les cultivatrices à travers des organisations puissantes et dynamiques. L'option de professionnaliser les cultivatrices permettra d'améliorer leurs rendements, d'augmenter la fréquence annuelle et la diversité de leur production agricole, ainsi que leur pouvoir d'influence et de pression vis-à-vis de leurs partenaires.

Promouvoir l'énergie renouvelable

La promotion de l'énergie renouvelable consiste à vulgariser les cuiseurs solaires, les foyers améliorés, et l'utilisation de sources d'énergie éolienne et solaire pour l'électrification domestique. Ainsi, les infections respiratoires graves dont sont victimes les femmes et qui découlent de l'utilisation du bois d'énergie mais surtout du caoutchouc seront significativement amoindries. En outre, la vulgarisation de l'énergie renouvelable assurera aux femmes ainsi qu'aux hommes une meilleure qualité de vie, et la possibilité de développer d'autres activités génératrices de revenus.

Structurer le marché des produits agricoles

Une des conditions d'une adaptation réussie des femmes au changement climatique est la structuration du marché des produits agricoles. Elle consiste à fixer un seuil minimal pour le prix au producteur, à doter la communauté rurale d'un marché communautaire hebdomadaire et des pistes de qualité, à développer l'intégration et des partenariats commerciaux dans les espaces nationaux et sous-régionaux. Le développement de partenariats commerciaux permettra, entre autres, d'identifier des bassins de demande des produits locaux. Ainsi, les énormes pertes de profits dues au bradage de la production agricole que subissent les femmes pourront être évitées et leur pouvoir économique sera largement amélioré.

Améliorer les procédés physiques de prévisions météorologiques

Améliorer les procédés physiques de prévisions météorologiques saisonnières et quotidiennes permettra, selon les femmes, d'atténuer les impacts négatifs relatifs aux stress climatiques. Les prévisions saisonnières devraient concerner le démarrage tardif, l'arrêt précoce, l'arrêt tardif, les pauses intra-saisonnières, les pluies diluviennes, les vents forts, la survenue de la grêle. Les prévisions quotidiennes pendant la saison pluvieuse devraient concerner les événements pluvieux ordinaires, les vents forts et les pluies diluviennes.

Mettre en place un système performant d'informations météorologiques

La mise en place du système d'informations météorologiques devrait mobiliser le Service météorologique, le Cadre local de concertation des organisations de producteurs (CLCOP), le Conseil rural, les chefs de villages et chefs religieux et coutumiers pour les sensibiliser sur l'importance pour leur agriculture de ce système, pour déterminer le nombre et choisir les personnes-relais météorologiques, identifier les besoins logistiques, et les stratégies de dissémination au niveau local et à temps opportun des informations météorologiques.

Mettre sur pied de petites unités industrielles de transformation

Compte tenu de la faiblesse du prix des produits agricoles, les femmes ont proposé que des petites unités de transformation des produits agricoles soient installées dans la communauté rurale. La mise en place de ces petites unités de transformation permettrait de renforcer le pouvoir économique des femmes du fait de la plus-value associée aux produits transformés, de lutter contre la migration et ses conséquences négatives.,

Diversifier les activités génératrices de revenus, les cultures et intensifier l'agriculture

En plus de l'agriculture, les femmes estiment que la diversification des activités génératrices de revenus et l'intensification agricole doivent être promues pour assurer une adaptation réussie au changement climatique. Ainsi, il faudra promouvoir l'embouche animale (bovine, ovine, caprine et volaille), l'élevage intensif, le commerce et autres métiers tels que la couture, la teinture, la coiffure, la menuiserie, la mécanique et la maçonnerie. L'intensification agricole consiste à réduire les superficies cultivées, à augmenter le volume d'investissement agricole et à augmenter la fréquence annuelle de production agricole. La diversification des activités économiques

et l'intensification agricole permettront de renforcer le pouvoir économique que le changement climatique a considérablement affecté, de fixer les jeunes au niveau local.

Assouplir les conditions du microcrédit

Les femmes ont proposé, dans la perspective de la réalisation de leur adaptation au changement climatique, que l'accès au microcrédit soit facilité. Pour ce faire, il faudra augmenter les montants alloués, allonger les délais de remboursement et baisser ou éliminer les taux d'intérêt des crédits. Les femmes estiment que pour rentabiliser les crédits, il faut des montants minimaux de 100 000 francs CFA, un an de délai de remboursement et un taux d'intérêt bas en dessous de 5% ou l'absence de taux d'intérêt. Ainsi, elles pourront significativement obtenir des profits substantiels de leurs activités et rembourser intégralement et à temps les crédits contractés.

Assainir l'environnement sanitaire local

En plus de réaliser les conditions de disponibilité et d'accès à une eau de qualité, les femmes sont convaincues que l'adaptation au changement climatique comporte une dimension sanitaire. En effet, selon elles, le régime alimentaire local doit être assaini. Il faut promouvoir la consommation des aliments produits localement.

DISCUSSION

L'objectif de cette étude était d'examiner la dimension sexospécifique du changement climatique, en particulier la vulnérabilité et l'adaptation des femmes cultivatrices au changement climatique dans la communauté rurale de Ngayokhème. Les résultats ont montré que le changement climatique affaiblit significativement le pouvoir économique, la sécurité alimentaire, la santé, la scolarisation, les valeurs des femmes. Il les rend vulnérables, et par conséquent, leurs besoins d'adaptation sont énormes.

Les spécificités féminines du changement climatique à Ngayokhème

Tout ce qui affecte l'homme affecte la femme, mais tout ce qui affecte la femme n'affecte pas toujours l'homme. En effet, il se conjugue avec certaines spécificités biologiques, naturelles de la femme, mais avec d'autres spécificités culturelles et conjoncturelles pour l'affecter plus gravement. Biologiquement, la spécificité d'être enceinte favorise les œdèmes avec

la salinisation de l'eau. Le fait que, culturellement, les femmes ont la responsabilité de trouver les ressources énergétiques et que dans le contexte du changement climatique, la source d'énergie s'est raréfiée, entraîne une dégradation du pouvoir économique et de l'état de santé des femmes. Elles jouent un rôle important puisqu'elles leur rapportent des revenus monétaires précieux en période de récolte (octobre-novembre-décembre). Ces revenus leur permettent de faire face aux besoins souvent pressants en cette période de fin de saison des pluies. Certaines cultures comme le bissap, le niébé sont traditionnellement plus pratiquées par les femmes ; or ces cultures sont particulièrement sensibles à la grêle. Cela entraîne ainsi une vulnérabilité spécifique des femmes à la grêle.

La conjoncture est liée à la rencontre des civilisations endogène et exogène français. Cette rencontre a engendré un changement dans le mode de vie local. En effet, il y a eu changement dans les méthodes de produire et de se nourrir, de s'habiller, de se soigner, de se loger, d'éduquer et de socialiser, etc. (Diouf, 2008). Alors que pour satisfaire ces besoins, l'homme faisait recours aux ressources locales, avec l'introduction du système économique capitaliste colonial perpétué par l'administration du Sénégal indépendant, appel est fait à des ressources exogènes, à des produits manufacturés induisant des charges financières, pour satisfaire les besoins. En effet, manger, s'habiller, se soigner, s'éduquer et se socialiser entraînent des dépenses financières auxquelles l'homme, qui avait, dans la culture endogène, ces responsabilités en charge, n'était ni habitué, ni préparé. Du coup, l'homme n'a pu s'adapter à ce changement en prenant en charge la dimension financière. Et comme chez le seereer, l'enfant est l'enfant de sa mère d'abord, à charge aux femmes de satisfaire ces besoins sans bénéficier d'un accès et d'un contrôle conséquents des ressources. Or, le changement climatique, pendant que les femmes se voient attribuer ces nouvelles responsabilités, a affaibli leur pouvoir économique. Ceci est une parfaite illustration de la spécificité féminine de la vulnérabilité associée au changement climatique. Cette dévolution des responsabilités masculines.

La conjoncture liée à la crise agricole combinée à la pratique de la polygamie a contribué à amener certains maris à abandonner, à leurs femmes, la charge de soigner les enfants, de leur payer les frais de scolarité, de les nourrir lorsque la réserve vivrière du ménage est épuisée. Surtout que soutient une femme : *Yaa kam bug o niaam ten naa mojaa nanel nen Baa kam bug o niaam* qui veut dire « c'est plus fréquent d'entendre les enfants

dire maman je veux manger que de les entendre dire papa je veux manger ». En effet, malgré leur faible accès aux intrants ou ressources agricoles, elles sont les premières à qui s'adressent les enfants pour demander à manger. Certes, cela est dû au fait que c'est la femme qui prépare à manger, mais dans la communauté rurale de Ngayokhème, compte de la dévolution, vers les femmes, des responsabilités des maris de nourrir, soigner, habiller leurs familles, les femmes subissent un plus grand stress que les hommes face aux demandes à manger légitimes des enfants.

Le déficit d'équipement en intrants agricoles est plus important chez les femmes du fait de leur accès et de leur contrôle insuffisants. Dans le même ordre d'idées, les conséquences sociales du changement de systèmes de valeurs que sont les grossesses hors-mariage ou extraconjugales, les infections sexuellement transmissibles sont plus graves pour la fille, du fait en partie que dans la société seereer, la fille et la femme incarnent, plus que l'homme, l'honneur et les valeurs familiales ou même lignagères.

En fait d'équité, la proportionnalité préférée à la parité

Les femmes réclament une répartition des responsabilités et ressources agricoles en fonction de la contribution de chacun : si l'homme ou la femme a plus de responsabilités importantes en charge, il ou elle accède et contrôle plus de ressources et vice-versa. Cette équité que demandent les femmes relève de la conception de l'équité comme proportionnalité, plutôt que de la conception paritaire. En effet, la conception de l'équité comme parité implique une distribution égale des charges et bénéfices entre les hommes et les femmes ; à responsabilités inégales, même accès et contrôle aux ressources (Brodhag et Breuil, 2009 : 32).

Il convient de souligner également que l'iniquité contre les femmes n'affecte pas la totalité des ménages. Les femmes ont en effet soutenu que certaines d'entre elles ne sont pas touchées par ce déséquilibre. Elles ont estimé à 80% les ménages affectés par cette iniquité dans la communauté rurale.

Le changement climatique, pas toujours la cause initiale,mais souvent l'amplificateur crucial de la vulnérabilité de l'agriculture pluviale

L'analyse des résultats inspire un autre enseignement, à savoir que le changement climatique est certes un déclencheur, mais est surtout un

amplificateur. Il n'est pas le facteur initial de la vulnérabilité spécifiquement féminine. Les spécificités féminines du changement climatique sont attribuables à la biologie de la femme, à la culture et à la conjoncture. Ce qu'a fait le changement climatique contre la femme cultivatrice, c'est qu'il l'a trouvée dans une situation de fragilité préexistante qu'il a exploitée et aggravée. Par exemple, dans l'affaiblissement du pouvoir économique des femmes, le changement climatique s'ajoute à une situation de déséquilibre créée par la dévolution des responsabilités masculines aux femmes et le faible accès de ces dernières aux ressources, et par un marché agricole anarchique qui favorise le bradage des produits agricoles, sachant que les femmes sont très actives dans ce commerce. Les conséquences sanitaires négatives du changement climatique chez les femmes de la communauté rurale de Ngayokhème sont empirées par l'inexistence d'infrastructures et d'équipements sanitaires suffisants. Le nombre de cases de santé est insuffisant ; la sensibilisation et la prévention qui sont des aspects importants dans la réalisation de conditions sanitaires sécuritaires, ne sont régulièrement effectuées faute de moyens de transport. Dans la dégradation des services écosystémiques, le changement climatique s'associe avec la surexploitation des terres et la déforestation causées par l'homme.

Mais, le changement climatique est par-dessus tout particulier

Même s'il s'associe à d'autres facteurs pour affecter la cultivatrice, le changement n'en demeure pas moins un stress particulier pour la femme comparativement aux autres facteurs de stress. Il est particulier dans la mesure où c'est un facteur de vulnérabilité globale. Alors que les autres facteurs de vulnérabilité agissent localement ou sont liés à un nombre limité d'autres facteurs de vulnérabilité, le changement climatique lui, lorsqu'il survient, commande sur une magnitude géographique importante, et souvent de façon concomitante, une chaîne de facteurs de vulnérabilité. Par exemple, en baissant les rendements et les revenus, il entraîne la migration. Cette dernière a à son tour des effets graves dont la dégradation de la santé des parents restés au village due à la surcharge en travaux. Sous ce rapport, le changement est un moteur de vulnérabilité capital. Une autre preuve de la particularité du changement climatique est relative à la durée qu'il requiert pour être surmonté ou pour amoindrir ses conséquences défavorables. Alors que pour les autres facteurs de vulnérabilité, le terme requis pour les surmonter ou en tout cas atténuer significativement leurs effets négatifs peut être dans l'ordre du court terme (environ un an), le changement climatique demande plus de temps pour être maîtrisé, contrôlé.

Etant fondée sur le focus-group, cette étude n'a pu réaliser la quantification de la vulnérabilité et des besoins d'adaptation. Aussi, l'échelle locale de cette étude limite la généralisation des résultats sur l'ensemble des femmes pratiquant l'agriculture pluviale. Cependant, grâce à l'approche systémique adoptée pour analyser la vulnérabilité et la dégager des besoins d'adaptation au changement des femmes de Ngaokhème, cette étude a démontré que le changement climatique n'explique pas uniquement la vulnérabilité des femmes cultivatrices. D'autres facteurs de vulnérabilité d'ordre culturel, commercial, économique, écologique, technique, mécanique, alimentaire, énergétique, sanitaire et conjoncturel, mais aussi biologique doivent être pris en compte. Cette recherche a démontré cependant que bien qu'il s'associe à ces facteurs socio-économiques et écosystémiques, le changement climatique demeure un facteur de vulnérabilité particulier. Le caractère local a également permis de comprendre la vulnérabilité et les besoins d'adaptation réels qui caractérisent la femme cultivatrice.

CONCLUSION. S'adapter pour conserver la stabilité de la famille

L'adaptation est devenue une réponse obligatoire au regard de la complexité des changements qui affectent la communauté rurale. Ces changements sont d'ordre climatique, biophysique, démographique, socioculturel, sanitaire, alimentaire, économique et commercial. Et le plus important est que ces différents facteurs sont inter-reliés, et plus particulièrement sont commandés par le changement, en ce sens que ce dernier a le pouvoir de les aggraver.

L'adaptation au changement climatique permet ainsi de prendre en compte l'adaptation aux autres changements socio-économiques. De même, étant donné que tout ce qui affecte l'homme affecte la femme et que tout ce qui touche la femme ne touche pas toujours l'homme, adapter la femme revient à adapter tout le monde. Le premier acte d'adaptation pour la femme à Ngayokhème, consiste à reconsidérer le schéma de distribution des rôles/ressources entre hommes et femmes. Cependant, toute reconsidération de ce schéma doit se faire dans le respect des valeurs endogènes cardinales garantissant la stabilité de la famille.

REMERCIEMENTS

L'auteur voudrait remercier le START, le CRDI, et le DfID qui ont bien voulu financer cette recherche à travers le Programme de bourses ACCFP 2009-2010.

RÉFÉRENCES

- Adger, W.N., J. Paavola, S. Huq and M. Mace (2006) *Fairness in Adaptation to Climate change*, Cambridge.
- Aguilar, L. 2008. *Analysis of the Status of Gender Mainstreaming in the Main Multilateral Environment Agreements*. Disponible sur: http://www.generoyambiente.org/admin/admin_biblioteca/documentos/Putting%20Words%20into%20Action%20H.pdf. Consulté en janvier 2009.
- Agarwal, B. 2002. *Participatory Exclusions, Community Forestry, and Gender: An Analysis for South Asia and a Conceptual Framework*. *World Development*, 29/10:1623-1648.
- Araujo, A., & Quesada-Aguilar, A. 2007. *Fact Sheet: Gender and Bioenergy*. IUCN.
- Boender, C., & Thaxton, M. 2004. *Fact Sheet: Reproductive Health and Environment, Gender Makes the Difference*. IUCN, PRB, Conservation International, and TNC.
- Brodhag, C. et Breuil, F. (2009) : *Glossaire du climat Traductions anglais/français et définitions*, 70p.
- Cleaver, F. (2000) 'Analysing gender roles in community natural resource management: negotiation, lifecourses and social inclusion', *IDS Bulletin* 31(2): 60_/7.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, sans date. *FAO Focus: Women and Food Security*. Disponible sur: <http://www.fao.org/focus/e/women/Sustin-e.htm>. Consulté le 21 juin 2010.

Food and Agriculture Organization. 2002. "Gender and access to land". *FAO Land Tenure Studies 4*. Rome: Food and Agriculture Organization of the U.N. Disponible sur:

http://www.donorplatform.org/component/option,com_docman/task,doc_view/gid,1039. Consulté le 21 juin 2010, 44p.

Inter-governmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007) *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press.

ISDR (2008) '*Gender Perspectives: Integrating Disaster Risk Reduction into Climate Change Adaptation: Good Practices and Lessons Learned*', Geneva: United Nations International Strategy for Disaster Reduction.

Nations Unies (1992) : Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, New York 31 p.

Nelson, S. and Y. Lambrou (s.d.) 'People-Centred Climate Change Adaptation: Integrating Gender Issues', Food and Agriculture Organisation Briefing Paper, Gender, Equity and Rural Employment Division (ESW), Disponible sur: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1395e/a1395e00.pdf>. Consulté en novembre 2008.

Nelson, Valerie and Stathers, Tanya. 2009. 'Resilience, power, culture, and climate: a case study from semi-arid Tanzania, and new research directions', *Gender & Development*, 17:1, 81 – 94.

Rossi, A. and Y. Lambrou (2008) 'Gender and Equity Issues in Liquid Biofuels Production: Minimizing the Risks to Maximize the Opportunities', Rome: Food and Agriculture Organisation, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai503e/ai503e00.pdf> (Consulté en janvier 2010).

United Nations (1994): United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD).

United Nations Development Programme. 2009. Resource guide on gender and climate change, 151p.

UNIFEM and Women's Funding Network, "World Poverty Day 2007: Investing in Women – Solving the Poverty Puzzle." Disponible sur: <http://www.womenfightpoverty.org>. Consulté le 21 juin 2010.

Thomas, D.S.G. and C. Twyman (2005) 'Equity and justice in climate change adaptation amongst natural-resource-dependent societies', *Global Environmental Change* 15(2): 115_/24.

Depicting climate change with satellite remote sensing and meteorological data in the south western Nigeria

Ebenezer Yemi Ogunbadewa¹

ABSTRACT

Climatic variability affects both seasonal phenological cycles of vegetation and monthly distribution of rainfall in the south western Nigeria. Variations in vegetation biophysical parameters have been known to be a good indicator of climate variability; hence they are used as key inputs into climate change models. However, understanding the response of vegetation to the influence of climate at both temporal and spatial scales have been a major challenge. This is because most climatic data available are derived from ground-based instruments, which are mainly point measurements and are characterised by sparse network of meteorological stations that lacks the spatial coverage required for climate change investigation. Satellite remote sensing instruments can provide a suitable alternative of time-reliable datasets in a more consistent manner at both temporal and spatial scales.

The aim of this study is to test the suitability of one year time series datasets obtained from satellite sensor and meteorological stations as a starting point for the development of a climate change model that can be exploited in planning adaptation strategies. Taking into consideration that rainfall is the most variable element of climate in the study area, rainfall data acquired from five meteorological stations for the year 2006 were correlated with changes in Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) derived from Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)/Terra satellite sensor for the same period using a linear regression equation. The results shows that rainfall–NDVI relationship was stronger along the seasonal track

¹ Remote sensing/GIS Unit, Geography Department, Adekunle Ajasin University, Akungba-Akoko, Ondo-State, Nigeria, Tel +2347033285361, Email: ogunbadewa202@yahoo.com

with R^2 ranging from 0.74 to 0.94, indicating that NDVI seasonal variations can be used as a surrogate data source for monitoring climate change for short and long term scales ranging from regional to global magnitude especially in areas where data availability from ground-based measurements are unreliable.

KEY WORDS: *DEPICTING CLIMATIC VARIABILITY REMOTE SENSING*

INTRODUCTION

Climate plays a major role in vegetation phenological cycles and vegetation growth is functionally dependent on climate. Consequently, a change in biophysical parameter of vegetation canopy implies a change in climate, accordingly vegetation are used as key inputs into climate change models (Friedlingstein *et al.* 2006, Notaro *et al.* 2007, Cayan *et al.* 2008). In recent times vegetation dynamics and their rate of change is accelerating as a result of both natural and anthropogenic factors and the only pointer to the cause of this phenomenal variation in vegetation canopy characteristics is climate change (Costa and Foley 2000, Prentice *et al.* 2007).

Climate change is when the characteristics and distribution of climatic variables like rainfall, temperature, humidity and wind are at a departure from the expected norms (Giorgi 2006, O'Neill *et al.* 2006, and Solomon *et al.* 2007). The effects of climate variability have been felt in many different parts of the world, causing for example, increases in global temperature, melting of permafrost, rising sea-level, alteration of agricultural calendar, changes of vegetation zones and increases in heat waves and more allergy attacks on human and animal health (Haeberli and Burn 2002, Stenseth *et al.* 2002, McMichael *et al.* 2006, Rosenzweig *et al.* 2008, Tobin *et al.* 2008, Mestre-Sanchís and Feijóo-Bello 2009).

These impacts are likely to be an increasing problem in both developed and developing countries in the near future, because there are many levels which still remain uncertain, and there remains a greater need to integrate the biophysical knowledge that currently exists with additional information particularly from data sources that have both spatial and temporal qualities. Presently, climate change studies in this part of the world are faced with the obstacles of developing a proper adaptation framework due to; uncertainty in the levels of risk determination, deficiency of basic long term time

series datasets, and downscaling of climate change scenarios to local level. Consequently, there is a need for an appropriate data infrastructure that will incorporate information at both spatial and temporal local scales such as data derived from satellite remote sensing instruments.

Satellite remote sensing is a technique of collecting information about an object/environment without physical contact with the object/environment through electromagnetic spectrum using space platform (Lillesand *et al.* 1994, Schaepman-Strub *et al.* 2006, Schott 2007 and Schowengerdt 2007).

Vegetation is a good indicator of climatic variability, vegetation greenness has been used in many climate change models using vegetation indices derived from satellite remote sensing instruments (Running and Nemani 1991, Donohue *et al.* 2007, Danson *et al.* 2009, Ogunbadewa 2009, and Ogunbadewa and Ribeiro Da Rocha 2009). The retrieval of vegetation biophysical parameters from satellite measurements has led to the development of many vegetation indices (Rouse *et al.* 1974, Goward *et al.* 1991, Huete *et al.* 1994, Tucker *et al.* 2005). The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is mostly used in remote sensing of vegetation because of its simplicity; it can give a quick qualitative and quantitative estimate of vegetation cover in an image. Expressed mathematically as:

$$\text{NDVI} = \text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{red}}{\text{NIR} + \text{red}} \quad (1)$$

Range is between -1 and 1 where -1 represents water/bare surface and 1 dense and green vegetation (Rouse *et al.* 1974).

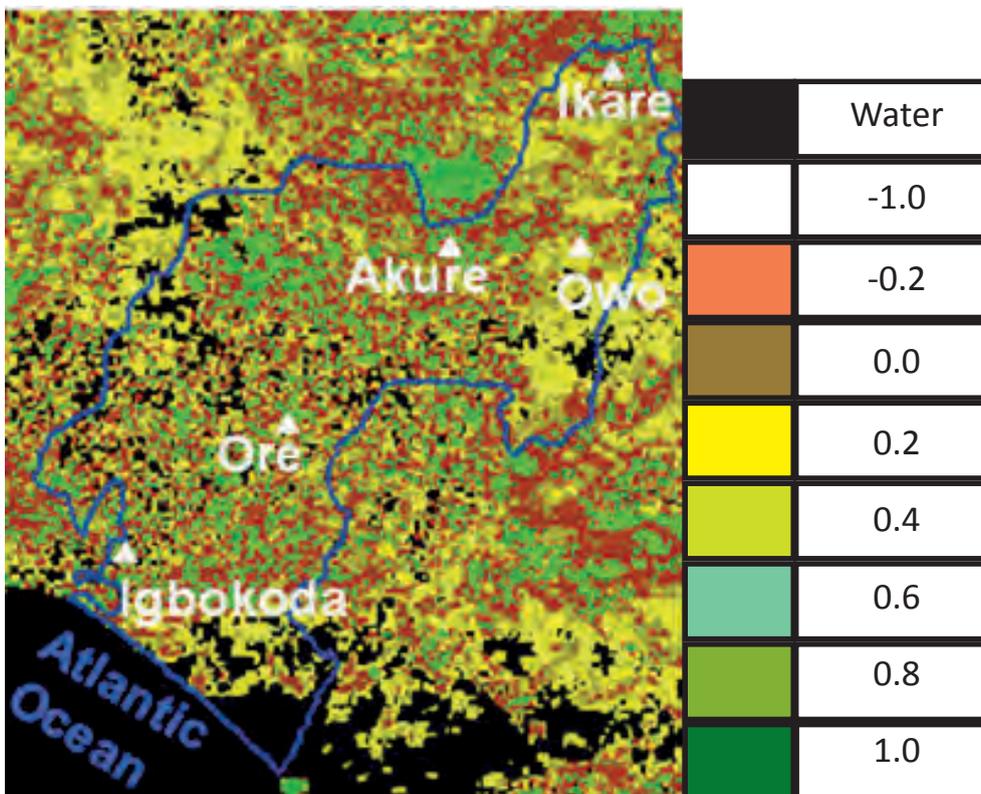
AIM

The aim of this study is to test the suitability of one year time-series datasets obtained from satellite sensor and meteorological stations as a starting point for the development of a climate change model that can be exploited in planning adaptation strategies.

DATA AND METHODS

The dataset used for this study were the MODIS-NDVI product obtained from the National Aeronautics and Space Administration, United States of America (NASA: http://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/ftp_site.html) and rainfall data collected from five meteorological stations (Akure, Igbokoda, Ikare, Ore, and Owo) in Ondo-State, south western Nigeria (Figure 1).

Figure 1 : MODIS-NDVI product of the study site, Ondo-State, Nigeria July 2006

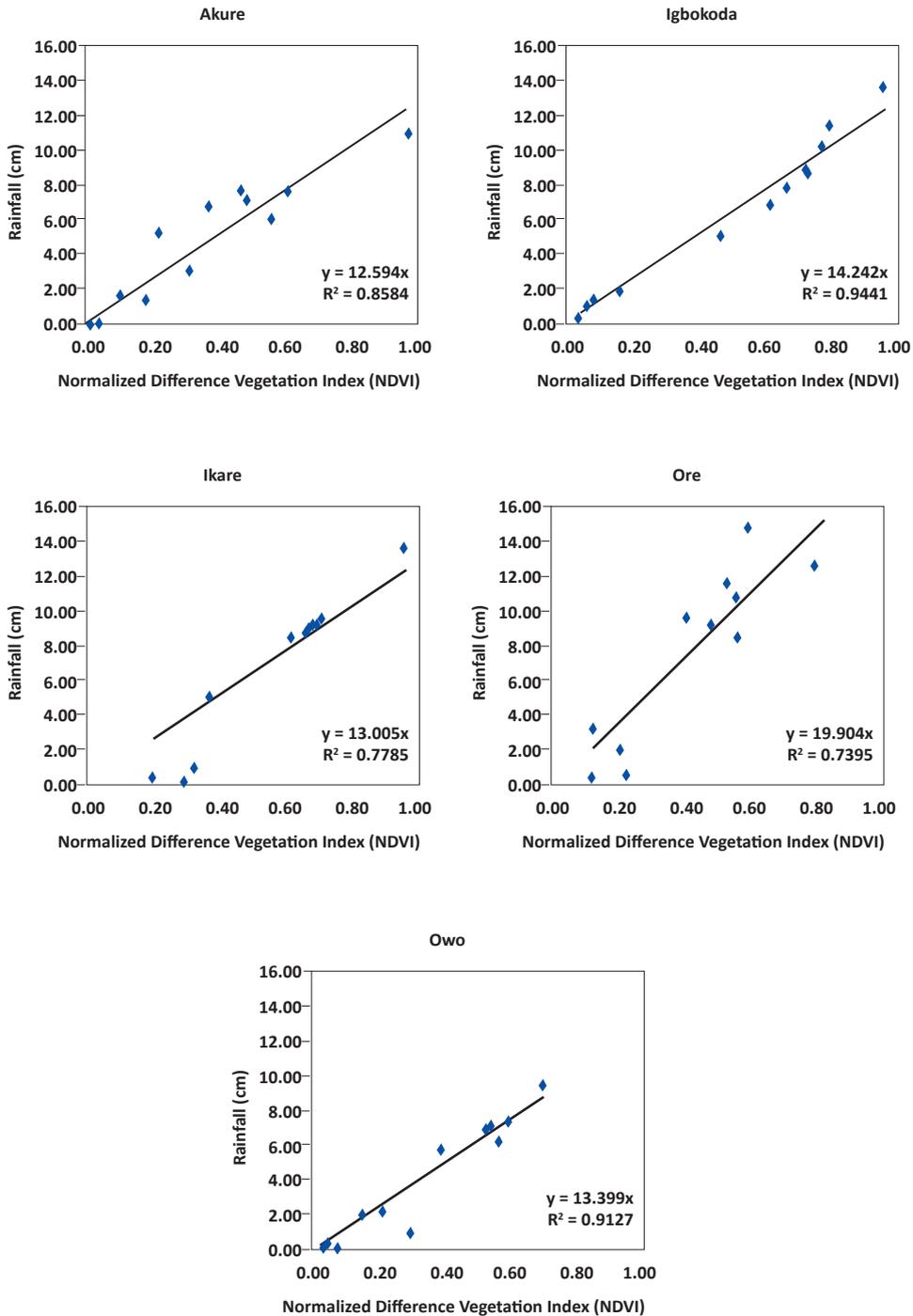


Subsets of twenty four complete images corresponding to two images per month were extracted covering Ondo-State, south western, Nigeria for a whole year in 2006. The subsets of images were geometrically corrected to the UTM WGS84 Coordinate System using MODIS Re-projection Tool (MRT) and re-sampled to 250m pixels. All images were stacked and classified in Erdas Imagine using supervised classification to allow extraction of data on NDVI statistics. NDVI time series datasets were extracted in a single pixel at five different locations in the study sites. NDVI and rainfall data were analysed and correlated for the year 2006 using linear regression equation.

RESULTS AND DISCUSSION

The fundamental objective of this study was to find an alternative data source that can be integrated into the existing one for possible improvement towards a better understanding of the magnitude of climatic variability. Taking into consideration that phenological cycle of vegetation is an indicator of climate change and rainfall is the most variable element of climate in the study area. Rainfall data from meteorological stations and greenness of vegetation derived from NDVI were correlated using linear regression equation to develop a climate change model (Figure 2).

Figure 2 : Linear regressions of rainfall and Normalized Difference Vegetation Indices (NDVI), Ondo-State, Nigeria



The relationship is strong with coefficient of determination (R^2) ranging from 0.74 to 0.94, though it varies spatially, with Igbokoda having the highest R^2 with the value of 0.94, Owo 0.91, Akure 0.86, Ikare 0.78 and Ore has the lowest value of 0.74. The result shows that:

- Increase in rainfall coincides with an increase in NDVI
- Reflection of climate change is possible from NDVI datasets
- NDVI datasets can be used for extreme events early warning
- Model developed from linear regression equations can be used for planning adaptation strategies

Although it is just one years set of data that was used for this study, showing seasonal fluctuation of both rainfall and NDVI, the high value of R^2 shows the potential that the time-series NDVI datasets derived from remote sensing can be a way forward in the direction of advancement in data availability. This study marks the beginning of further investigation and longer term studies; however, the results obtained can still be exploited to develop adaptation strategies for future occurrence of extreme events resulting from climatic variability, even when the study area is experiencing scarcity of meteorological data.

CONCLUSION AND FURTHER RESEARCH

The results obtained, fulfils the primary aim of this study which was to find an appropriate data source that can be integrated into the currently existing ones with the intention of using an annual dataset as a starting point for longer term studies and further investigation. The result is an improvement in data availability that expresses the magnitude of climatic variability in the study area, even though it is a depiction of intra-annual variability but useful in planning adaptation strategies.

There are many challenges: these include; uncertainty in the level of risks involve in the impact of climate change determination, scarcity of basic long term time-series datasets and downscaling of climate change interpretation to local levels. Future work will aim at examining a longer term meteorological data for over 20 years, analysing archived NDVI datasets from satellite sensors with very high spatial and temporal resolution including using multi-sensor remote sensing approach and exploring the possibility of establishing flux towers for eddy covariance measurements.

ACKNOWLEDGMENT

The Author wishes to thank the Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation ACP-EU (CTA), Centre de Suivi Ecologique (CSE)/Ecological Monitoring Centre, International Development Research Centre (IDRC) and Department for International Development (DFID) within Climate Change Adaptation in Africa Program (CCAA) for their financial support making it possible for him to participate and travel to Senegal for International Colloquium on Climate Change Adaptation.

REFERENCES

- Cayan, D., Maurer, E., Dettinger, M., Tyree, M. and Hayhoe, K., 2008, Climate change scenarios for the California region. *Climatic Change*, 87, pp. 21-42.
- Costa, M. and Foley, J., 2000, Combined effects of deforestation and doubled atmospheric CO₂ concentrations on the climate of Amazonia. *Journal of Climate*, 13, pp. 18-34.
- Danson, F.M., Ogunbadewa, E.Y., Armitage, R.P., 2009, The potential of medium resolution satellite data for monitoring woodland leaf area index in the UK *The Remote Sensing and Photogrammetry Society (RSPSoc)*, 8-11 September 2009 Leicester, UK pp. 141-144.
- Donohue, R.J., Roderick, M.L. and Mcvicar, T.R., 2007, On the importance of including vegetation dynamics in Budyko's hydrological model. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, p. 983.
- Friedlingstein, P., Bopp, L., Rayner, P., Cox, P., Betts, R., Jones, C., Von Bloh, W., Brovkin, V., Cadule, P. and Doney, S., 2006, Climate-carbon cycle feedback analysis: results from the C4MIP model intercomparison. *Journal of Climate*, 19, pp. 3337-3353.
- Giorgi, F., 2006, Climate change hot-spots. *Geophysical Research Letters*, 33, p. L08707.
- Goward, S.N., Markham, B., Dye, D.G., Dulaney, W. and Yang, J., 1991, Normalized difference vegetation index measurements from the Advanced Very High Resolution Radiometer. *Remote Sensing of Environment*, 35, pp. 257-277.

- Huete, A., Justice, C. and Liu, H., 1994, Development of vegetation and soil indices for MODIS-EOS. *Remote Sensing of Environment*, 49, pp. 224-234.
- Haerberli, W. and Burn, C., 2002, Natural hazards in forests: glacier and permafrost effects as related to climate change. *Environmental Change and Geomorphic Hazards in Forests*, pp. 167–202.
- Jensen, J. and Lulla, K., 1987, Introductory digital image processing: a remote sensing perspective. *Geocarto International*, 2, pp. 65-65.
- Lillesand, T., Kiefer, R. and Chipman, J., 1994, *Remote sensing and image interpretation* (John Wiley & Sons New York).
- McMichael, A., Woodruff, R. and Hales, S., 2006, Climate change and human health: present and future risks. *The Lancet*, 367, pp. 859-869.
- Mestre-Sanchís, F. and Feijóo-Bello, M., 2009, Climate change and its marginalizing effect on agriculture. *Ecological Economics*, 68, pp. 896-904.
- Notaro, M., Vavrus, S. and Liu, Z., 2007, Global Vegetation and Climate Change due to Future Increases in CO₂ as Projected by a Fully Coupled Model with Dynamic Vegetation. *Journal of Climate*, 20, pp. 70-90.
- O'neill, B., Crutzen, P., Grübler, A., Duong, M., Keller, K., Kolstad, C., Koomey, J., Lange, A., Obersteiner, M. and Oppenheimer, M., 2006, Learning and climate change. *Climate Policy*, 6, pp. 1-6.
- Ogunbadewa, E.Y., 2009, Evaluating medium resolution satellite data for monitoring seasonal vegetation dynamics. *PhD thesis*, University of Salford, UK.
- Ogunbadewa, E.Y and Ribeiro Da Rocha, H., 2009, An investigation of variation in vegetation canopy with hemispherical photography and satellite data. In Bindi, M., Brandani, G., Dessì, A., Dibari, C., Ferrise, R. and Moriondo, M., (eds) *Impact of climate change on natural and agricultural ecosystem* (Firenze: University Press, Italy) pp. 215-223.
- Prentice, I., Bondeau, A., Cramer, W., Harrison, S., Hickler, T., Lucht, W., Sitch, S., Smith, B. and Sykes, M., 2007, Dynamic global vegetation modeling: quantifying terrestrial ecosystem responses to large-scale environmental change. *Terrestrial ecosystems in a changing world*, pp. 175-192.

- Rosenzweig, C., Karoly, D., Vicarelli, M., Neofotis, P., Wu, Q., Casassa, G., Menzel, A., Root, T., Estrella, N. and Seguin, B., 2008, Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. *Nature*, 453, pp. 353-357.
- Running, S.W. and Nemani, R.R., 1991, Regional hydrologic and carbon balance responses of forests resulting from potential climate change. *Climatic Change*, 19, pp. 349-368.
- Rouse, J.W., Hass, R.H., Schell, J.A. and Deering, D.W., 1974, Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *Proceedings, Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, Greenbelt*.
- Schott, J., 2007, *Remote sensing: the image chain approach* (Oxford University Press, USA).
- Schowengerdt, R., 2007, *Remote sensing: models and methods for image processing* (Academic Press, San Diego).
- Schaepman-Strub, G., Schaepman, M.E., Painter, T.H., Dangel, S. and Martonchik, J.V., 2006, Reflectance quantities in optical remote sensing--definitions and case studies. *Remote Sensing of Environment*, 103, pp. 27-42.
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K., Tignor, M. and Miller, H., 2007, *Climate change 2007: The physical science basis* (University Press).
- Stenseth, N., Mysterud, A., Ottersen, G., Hurrell, J., Chan, K. and Lima, M., 2002, Ecological effects of climate fluctuations. *Science*, 297, p. 1292.
- Tobin, P., Nagarkatti, S., Loeb, G. and Saunders, M., 2008, Historical and projected interactions between climate change and insect voltinism in a multivoltine species. *Global Change Biology*, 14, pp. 951-957.
- Tucker, C.J., Pinzon, J.E., Brown, M.E., Slayback, D.A., Pak, E.W., Mahoney, R., Vermote, E.F. and El Saleous, N., 2005, An extended AVHRR 8-km NDVI dataset compatible with MODIS and SPOT vegetation NDVI data. *International Journal of Remote Sensing*, 26, pp. 4485-4498.

ANNEXES

1 - Allocutions prononcées lors de la cérémonie d'ouverture du Colloque

**Colloque International « Adaptation au changement climatique :
quelles stratégies d'échanges et de partage de l'information au bénéfice
des communautés ? »
06 Juillet 2010**

ALLOCUTION
Mme FATIMA DENTON,
*Chef d'Equipe du Programme Adaptation
aux Changements climatiques en Afrique*

Monsieur le Ministre d'État, Ministre de l'Environnement et de la Protection
de la Nature,
Monsieur le Président du Comité National Changement Climatique,
Monsieur le Directeur du Centre de Suivi Écologique,
Mesdames et Messieurs,
Chers Collègues,

Les Changements Climatiques restent un défi majeur pour l'humanité.
Ils menacent la sécurité humaine des populations les plus vulnérables qui
dépendent des services écosystémiques comme principal source de revenu.
Malgré sa contribution marginale aux émissions de gaz à effet de serre,
l'Afrique est aujourd'hui reconnue comme le continent le plus vulnérable aux
impacts des changements climatiques. La variabilité climatique continue à
fragiliser son économie et menace la sécurité humaine des africains les plus

pauvres qui subissent les impacts des nombreux événements climatiques extrêmes – inondations, sécheresse, baisse de pluviométrie etc. Par ailleurs, les coûts d'adaptation aux changements climatiques seront très élevés alors que la plupart des économies africaines restent relativement faibles.

La variabilité climatique et les changements climatiques sont des phénomènes préoccupants, principalement parce que nous sommes en zone sahélienne, où la productivité agricole est fortement liée à la pluviométrie. Face à ces risques, les populations vulnérables n'ont aucun choix – ils doivent s'adapter. L'adaptation n'est toutefois pas un phénomène étranger en zone sahélienne – les populations ont historiquement développé des stratégies d'adaptation à la variabilité climatique : la variation des espèces, les méthodes zai, les techniques de demi-lune, et la migration.

Cependant, les événements extrêmes seront plus fréquents, plus sévères et vont tester la capacité de résilience des communautés. La recherche africaine a, à cet effet, un rôle singulier à jouer, afin de relever les nombreux défis que pose cette problématique émergente et complexe. Elle doit se positionner pour saisir les nombreuses opportunités inhérentes à l'adaptation. Il faudrait saisir l'opportunité de générer des connaissances, les tester, les relayer dans un espace où ces connaissances pourraient être contestées. La recherche africaine doit être proactive, suivre les priorités nationales et régionales, mais aussi et surtout rester proche des préoccupations des populations vulnérables.

Mesdames, Messieurs,

L'échange et le partage de l'information sont au cœur de la reconnaissance et de la valorisation de nos résultats de recherche. C'est la raison pour laquelle le programme Adaptation aux Changements Climatiques en Afrique (ACCA), en marge des projets de recherche qu'il appuie, a lancé une plateforme continentale d'échange et de partage de l'information sur les changements climatiques en 2009, sous la conduite de trois institutions africaines ENDA Tiers Monde, le Centre de prédictions climatiques et d'action de l'IGAD, FARA, et Université de Sussex en Angleterre.

Nous reconnaissons que la recherche africaine sur l'adaptation aux changements climatiques, si elle se veut efficace dans sa mise en œuvre et son appropriation, doit répondre aux besoins et préoccupations exprimés par les communautés vulnérables d'Afrique. Cela ne saurait être possible,

si elle ne s'appuie pas sur les connaissances des communautés locales comme fondement à ses propres investigations. Cela ne veut pas dire que la recherche doit être statique, mais qu'elle peut tirer avantage des stratégies locales d'adaptation à la variabilité climatique, existantes en Afrique, pour définir ses orientations de recherche en termes d'adaptation aux changements climatiques. C'est ce que le programme ACCA fait, à travers un projet qu'il appuie en Afrique de l'Est et qui est mené par le Centre de prédictions climatiques et d'action de l'IGAD. Ce projet travaille sur la génération de prévisions consensuelles fondées sur la combinaison des prévisions climatiques modernes et locales.

Nous reconnaissons également que le leadership de la recherche africaine sur l'adaptation aux changements climatiques doit être entier, dans la mesure où ce sont les populations africaines qui sont les plus affectées par le phénomène. L'Afrique doit être conceptrice de ses propres agendas de recherche, pour en assurer la pertinence et l'appropriation. Cela ne saurait cependant être effectif si nous ne formons pas les jeunes chercheurs africains dans le sens d'une meilleure compréhension des occurrences climatiques futures et de leurs impacts sur le continent. Il demeure, en effet clair qu'aujourd'hui, même si des avancées notables ont été faites, nos connaissances sur les prévisions à moyen et à long terme du phénomène peuvent être encore améliorées. C'est une des raisons pour lesquelles, le programme ACCA a lancé en 2008, un Programme de bourses de perfectionnement en adaptation aux changements climatiques en Afrique afin d'aider des professionnels et des chercheurs africains à poursuivre des études supérieures liées aux changements climatiques et à l'adaptation. 45 spécialistes africains de 18 pays ont été choisis pour recevoir ces bourses. L'objectif est de former une masse critique de chercheurs œuvrant au sein des gouvernements et des organismes de recherche afin de renforcer les capacités techniques. Ce projet est conduit par le *Institute of Resource Assessment* (IRA) de l'Université de Dar-Es Salam.

Mesdames, Messieurs,

Dans ses actions en faveur du développement, le Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI) met de plus en plus l'accent sur la gestion équitable des ressources naturelles comme porte d'entrée pour réduire la vulnérabilité et consolider le patrimoine. Il veille également à combler le fossé entre l'amélioration de la gestion locale des ressources

et l'élaboration des politiques, en apportant un soutien financier aux programmes et aux institutions qui renforcent le cadre institutionnel propice à la mise en œuvre de politiques aptes à améliorer la capacité d'adaptation des populations rurales pauvres.

Le programme Adaptation aux changements climatiques en Afrique (ACCA) par la recherche et le renforcement des capacités qui s'inscrit dans les objectifs précités, est le plus grand programme de recherche sur l'adaptation aux changements climatiques en Afrique. Le développement des capacités institutionnelles et techniques reste une priorité – il permettra de mobiliser les fonds qui devraient être mis à la disposition des pays pour entamer des activités concrètes d'adaptation, de mettre en exécution des projets et des programmes stratégiques sur l'adaptation, d'accompagner les pays bénéficiaires du fonds d'adaptation, d'éclairer le processus politique et de travailler ensemble avec les populations vulnérables afin de mettre en œuvre des solutions concrètes et pérennes. Le programme ACCA est né d'intérêts de recherche communs entre le CRDI du Canada et le *Department for International Development* (DFID) du Royaume Uni. Lancé en 2006, le programme finance à date 41 projets de recherche sur tout le continent pour un investissement global de 42 millions de dollars CAD. Ces projets de recherche portent sur différents thèmes en rapport avec l'adaptation aux changements climatiques. Il s'agit de l'agriculture, la santé, l'eau, les ressources côtières, et les vulnérabilités urbaines.

Mesdames, Messieurs,

Le colloque qui nous réunit, devra nous permettre de partager nos expériences scientifiques mais aussi et surtout d'avancer dans la proposition d'alternatives concrètes et de pistes de recherche sur l'échange et le partage de l'information sur l'adaptation au bénéfice des communautés vulnérables.

Nous félicitons le Centre de Suivi Écologique d'avoir pris cette initiative et pour la place qu'elle occupe sur la scène nationale et internationale des institutions de recherche qui travaillent sur l'adaptation aux changements climatiques en Afrique. Je termine par une citation d'un philosophe allemand qui dit que: *'knowing is not enough – we must apply, willing is not enough, we must do'* (à traduire) "Connaitre ne suffit pas – Nous devons appliquer. Vouloir ne suffit pas, nous devons passer à l'acte".

Je vous remercie.

DISCOURS DE
MONSIEUR ASSIZE TOURÉ
DIRECTEUR GENERAL DU CENTRE DE SUIVI ECOLOGIQUE (CSE)

COLLOQUE INTERNATIONAL
**« Adaptation au changement climatique : quelles stratégies d'échange et de
partage de l'information au bénéfice des communautés »**
Hôtel Méridien Président, Dakar
6 juillet 2010

Monsieur le Ministre d'Etat, Ministre de l'Environnement et de la Protection
de la Nature

Monsieur le Directeur Régional du CRDI

Mesdames et Messieurs les Elus Locaux

Excellences, Messieurs les Ambassadeurs

Honorables Députés

Mesdames et Messieurs les Représentants des Organisations Non
Gouvernementales

Mesdames et Messieurs les Directeurs et Chefs de Services nationaux,
régionaux et départementaux

Madame le Chef d'Equipe du Programme Adaptation aux Changements
Climatiques en Afrique (ACCA)

Chers invités

Mesdames et Messieurs

Pendant trois années, le projet de recherche « Plateforme participative
d'information pour l'adaptation des communautés vulnérables aux
changements climatiques » (Infoclim) a travaillé à la réalisation d'une
Plateforme Participative d'Information qui faciliterait l'intégration de
l'information scientifique et des savoirs endogènes dans les stratégies
locales d'adaptation. Cette approche entre en droite ligne dans les politiques
de réduction de la pauvreté des ménages ruraux au Sénégal.

Ce travail s'est fait en étroite collaboration entre le Centre de Suivi
Ecologique (CSE), les institutions de recherche, la société civile et les
communautés à la base. Permettez-moi de citer parmi celles-ci l'Agence
Nationale de la Météorologie du Sénégal (ANAMS), le Laboratoire de Physique

de l'Atmosphère (LPA), le Laboratoire Genre et Recherche de l'Université Cheikh Anta Diop, la Fédération des ONG du Sénégal (FONGS), GREEN Sénégal, le Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse (CERAAS) de l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole. Mais, aussi les Communautés Rurales de Taiba Ndiaye, Notto Diobass et Fandène, la Ville de Thiès et la Région de Thiès.

Nous nous réjouissons que les Elus Locaux et les Autorités Territoriales aient bien voulu répondre aussi massivement à notre invitation. Ils constituent pour nous des partenaires privilégiés.

Tous ces partenaires nous ont fait l'honneur d'être ce matin, à nouveau, à nos côtés. Qu'ils en soient remerciés.

Nos sincères remerciements vont au Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI) dont je salue la présence, parmi nous, du Dr Fatim Denton, Chef d'Equipe du Programme Adaptation aux Changements Climatiques en Afrique (ACCA). C'est en effet grâce au soutien financier du CRDI et du DFID, à travers le Programme Adaptation au Changement Climatique en Afrique (ACCA), que nous avons pu mener ce travail de recherche dont la pertinence n'est plus à démontrer.

Monsieur le Ministre d'Etat, Mesdames et Messieurs,

Durant ces trois dernières années, l'équipe du Projet Infoclim a organisé, selon une approche de Recherche Action Participative (RAP), des forums et des échanges qui ont permis d'approfondir les connaissances sur les perceptions des changements climatiques par les divers acteurs et intervenants dans les zones ciblées. Ces forums, qui se sont tenus dans chacune des 4 Communautés locales, ont également permis de bâtir des axes stratégiques pour une meilleure sensibilisation des acteurs (les populations, les autorités locales, les agents de développement et les ONGs) sur l'adaptation au changement climatique et aussi sur l'utilisation de l'information scientifique comme outil d'aide à la prise de décision. A chaque forum, les besoins en information ont été clairement définis et les modalités d'accès à ces informations définies et planifiées.

Toutes ces activités ont fourni les bases pour l'élaboration d'une plateforme pour la collecte, le traitement et le partage des informations sur les changements climatiques et leurs impacts sur les ressources naturelles, l'agriculture, la foresterie, l'élevage, la santé et les conditions de vie de populations.

Parallèlement, plusieurs études ont été menées pour approfondir certaines questions clefs. Je vous citerai à titre d'exemple celle portant sur « GENRE ET STRATEGIES D'ADAPTATION FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES» et celle relative à « La recherche agricole dans la région de Thiès : propositions pour ajuster et améliorer les systèmes de production en vue de les adapter au contexte climatique de la zone».

Au moment où se tient cette rencontre, nos équipes sont en train de finaliser, pour chaque communauté rurale, un observatoire qui comprendra en plus des informations énumérées plus haut, la cartographie multi-date des modes d'occupation des sols en combinant l'imagerie satellitaire haute résolution et les travaux de terrain.

L'intérêt et l'engouement suscités par le projet nous a conduit à engager avec les communautés bénéficiaires et les partenaires du projet la réflexion sur les mécanismes de consolidation et de démultiplication de l'expérience acquise. A cet effet, un Comité Régional de pilotage, concrétisé par un arrêté, a été mis en place sous la Présidence du Conseil Régional de Thiès et sous l'autorité de Monsieur le Gouverneur de la Région de Thiès.

Monsieur le Ministre d'Etat, Mesdames et Messieurs,

Comme vous le voyez, le présent Colloque nous offre l'opportunité d'un enrichissement mutuel à travers le partage des principaux résultats du projet InfoClim de ceux obtenus par d'autres venant d'horizons divers. Nous avons en effet l'honneur de compter parmi nous des chercheurs venant de plus de 20 pays à travers l'Afrique et le monde. Nous apprécions à sa juste valeur l'intérêt suscité par le Colloque et je puis vous assurer que nous avons déjà pris toutes les dispositions afin que les résultats qui en sortiront puissent être largement diffusés.

Je voudrais, à la suite de Monsieur le Ministre d'Etat, réitérer mes remerciements au CRDI, au DFID pour leur soutien. Ce soutien est également celui d'autres partenaires tels que le CTA et le RIPIESCA qui nous ont apporté leur assistance dans l'organisation de ce colloque.

Je ne saurai terminer sans renouveler ma gratitude et mes sincères remerciements à tous les partenaires qui nous ont accompagnés pendant toutes ces années dans notre développement.

Je vous remercie de votre bien aimable attention.

DISCOURS D'OUVERTURE DE
MONSIEUR LE MINISTRE D'ETAT
MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT
ET DE LA PROTECTION DE LA NATURE

COLLOQUE INTERNATIONAL sur
« Adaptation au changement climatique : quelles stratégies d'échange et de
partage de l'information au bénéfice des communautés ? »
Hôtel Méridien Président
6 juillet 2010

Excellences, Messieurs les Ambassadeurs,
Honorables Députés,
Mesdames et Messieurs les Représentants des Partenaires au Développement,
Mesdames et Messieurs les Représentants des Organisations Non
Gouvernementales
Mesdames et Messieurs les Directeurs nationaux,
Chers invités.

C'est pour moi, un réel plaisir d'être parmi vous, ce matin, pour présider la cérémonie d'ouverture du Colloque international organisé par le Centre de Suivi Ecologique, placé sous la tutelle de mon département et dont le thème principal est « *Adaptation au changement climatique : quelles stratégies d'échanges et de partage de l'information au bénéfice des communautés ?* ».

Ce Colloque se tient quelques mois après le Sommet de Copenhague sur le climat. Un Sommet, qui s'est tenu dans un contexte marqué d'une part, par la perspective de la fin de la première période d'engagement du Protocole de Kyoto adopté en 1997 et de l'impérative nécessité affirmée, depuis la rencontre de Bali en 2007, de discuter d'un nouvel accord multilatéral à la hauteur du défi climatique, et impliquant tous les pays développés et émergents.

Ce Sommet, qui a mobilisé l'opinion internationale dans toute sa diversité, restera sans aucun doute dans la mémoire des acteurs de la problématique du Climat. Les négociations ont été certes difficiles. Mais comme l'a reconnu la communauté internationale, « ***l'accord final de Copenhague est un accord politique qui marque une prise de conscience collective au plus haut niveau et qui donne les arbitrages essentiels. Il constitue un point de départ pour***

encadrer les actions de lutte contre le changement climatique de tous les pays et de solidarité avec les pays les plus vulnérables face à ses impacts ».

Toutefois, il faut reconnaître que l'Accord de Copenhague n'a pas répondu à toutes les attentes des Parties à la Convention climat conformément aux espoirs issus des discussions initiées à Bali en 2007. Mais, une des satisfactions reste quand même le renforcement du consensus sur les éléments clés du Plan d'Action Bali (PAB), à savoir : une vision commune de l'action concertée à long terme, l'atténuation, l'adaptation, le financement, la technologie et le renforcement des capacités, en général et l'adaptation, en particulier.

C'est dans ce sens qu'il faut saluer la concrétisation en actes de la mise en place d'une nouvelle source de financement pour l'adaptation dans le cadre du protocole de Kyoto. Celui-ci prévoit un prélèvement sur les crédits carbone issus du mécanisme pour un développement propre pour constituer un « Fonds d'adaptation » qui permettra un accès plus rapide des pays vulnérables au financement de leurs projets.

Dans ces pays, les populations vivent de plus en plus les impacts du changement climatique dans les différents secteurs de la vie socio-économique. Les images des inondations dans les grandes villes africaines, l'érosion côtière de plus en plus intense, la famine dans d'autres certaines régions du continent du fait de la sécheresse sont encore vivaces dans nos esprits.

Mesdames et Messieurs,

Le temps est donc à l'action et ses coûts ne doivent pas constituer un blocage. Ce que le rapport de *Nicholas Stern* (2006) sur l'Economie du changement climatique rappelle avec force : « ce n'est pas le coût de l'action qui doit nous effrayer, mais bien le coût de l'inaction aux conséquences incalculables ».

Cette action de la communauté internationale est d'autant plus urgente que le Groupement d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (ou GIEC en anglais) a, par la suite dans son quatrième rapport publié en 2007, démontré que le réchauffement climatique était sans équivoque et que ses impacts allaient affecter pour plusieurs années encore les communautés vulnérables.

Le Gouvernement du Sénégal, à l'image de plusieurs pays africains, n'a pas attendu. En effet, dans divers documents ou instruments d'orientation politique de l'Etat à l'image du Plan de Développement Economique et Social, le Document de Stratégie de réduction de la pauvreté (DSRP), la Stratégie de Croissance Accélérée (SCA), la lettre de politique sectorielle sur l'Environnement, notre pays a mis un accent assez important sur la problématique du changement climatique et de ses impacts.

C'est pourquoi, il est aisé de comprendre que notre Pays ait effectué un premier travail d'inventaire des gaz à effet de serre (GES) en 1994 avant de concevoir et d'élaborer sa première communication nationale sur les GES en 1997. En 2006, le Plan d'Action National pour l'Adaptation (PANA) au changement climatique a été élaboré avec la participation de tous les acteurs concernés. La seconde communication sur les GES est déjà finalisée.

Pour en revenir à l'adaptation, dans le PANA du Sénégal, les secteurs les plus vulnérables identifiés sont l'agriculture/Foresterie, les ressources en eau et la zone côtière avec toutes les activités qui s'y développent.

C'est dans cette dynamique qu'il faut placer les divers projets de renforcement des capacités initiés à travers le Point Focal de la Convention sur le Changement Climatique (la DEEC), mais aussi le développement de projets majeurs comme la Grande Muraille Verte, les Bassins de Rétention, les Eco-Villages pour ne citer que ceux-là.

Dans toutes ces initiatives, les acteurs de la recherche nous ont toujours accompagnés. Ils sont présents dans la stratégie de mise en œuvre de la Convention sur le changement climatique initiée mon département. Dans ce sens, diverses études sur l'agriculture, les espèces végétales adaptées à la sécheresse, les ressources en eau et l'érosion côtière ont été confiées à des chercheurs.

Ceci est d'autant plus important qu'un des grands défis auxquels nous sommes confrontés dans la compréhension de l'évolution climatique de notre planète est, entre autres, celui de l'accès aux informations et connaissances appropriées pour soutenir la prise de décision et faciliter l'adaptation

En effet, la disponibilité d'une information de qualité est un atout important dans la réussite des programmes et projets qui sont développés et mis en œuvre. Dans ce sens, le rôle de la recherche est extrêmement important.

Mesdames et Messieurs,

C'est pourquoi, il me plaît de remercier les nombreux partenaires internationaux qui appuient le développement de la recherche en Afrique, en général et au Sénégal, en particulier.

Il sera difficile de les citer tous, mais je citerai à titre d'exemple le canadien de recherche pour le développement International (CRDI), la France avec le projet RIPESCA, l'Union Européenne avec le programme Analyses multidisciplinaires de la Mousson Africaine en Afrique (AMMA).

Dans le cadre de cette rencontre, j'aimerais saluer l'initiative du Centre canadien de recherche pour le développement International (CRDI) et du Département pour le Développement International (DFID) du Royaume-Uni qui ont initié le Programme Adaptation au Changement Climatique en Afrique (ACCA) par la recherche et le renforcement des capacités. En effet, ce programme apporte depuis sa création en 2005 une contribution fort appréciable dans le renforcement des capacités *« des populations et des organismes d'Afrique de s'adapter aux changements climatiques d'une façon qui soit bénéfique même aux plus vulnérables »*.

C'est dans le cadre de l'un des nombreux projets financés par ce programme, à savoir le que le projet INFOCLIM, conduit par le Centre de Suivi Ecologique, que le présent colloque est organisé.

Il me plaît ici de rappeler que le Sénégal bénéficie aujourd'hui de la première entité Nationale de mise en œuvre des projets du « Fonds d'adaptation », à travers le Centre de Suivi Ecologique, un maillon important du dispositif que mon département a mis en place pour assurer le suivi environnemental au niveau national.

Cette marque de confiance de la communauté internationale à l'égard du Sénégal est considérée comme un encouragement à persévérer dans la voie que nous nous sommes tracée.

Mesdames et Messieurs,

Je remercie le CRDI qui a financé la tenue de ce colloque avec l'appui du Centre technique pour l'Agriculture et la Coopération Rurale (CTA) et du Programme RIPIESCA (Recherche Interdisciplinaire et Participative sur les

Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat, et les Sociétés d'Afrique de l'Ouest).

Je ne saurais terminer cette allocution sans remercier aussi tous les partenaires au développement qui nous ont apporté toujours leur concours dans l'évolution du CSE, notamment le PNUD, l'Ambassade du Royaume des Pays Bas, le CRDI, l'ACDI, le PNUE, la Coopération Danoise (DANIDA), la FAO et la Coopération Italienne.

En vous souhaitant d'intenses moments de découverte et d'échanges, je déclare ouvert le Colloque international sur le thème «*Adaptation au changement climatique : quelles stratégies d'échanges et de partage de l'information au bénéfice des communautés ?* ».

Je vous remercie de votre attention.

2 - RECOMMANDATIONS

Au titre des recommandations générales, nous retiendrons :

Dans le souci d'assurer la durabilité des actions en matière d'adaptation au changement climatique et une meilleure appropriation des acquis, il est important d'impliquer tous les acteurs de la conception au suivi/évaluation en passant par la mise en œuvre. A cet effet, il est recommandé de :

- **développer un partenariat dynamique basé sur les avantages comparatifs des uns et des autres dans une approche globale et intégrée ;**
- **assurer une bonne circulation de l'information entre acteurs pour une meilleure coordination des actions d'adaptation ;**
- **prendre en compte les aspects socio culturels dans les approches méthodologiques et mettre l'accent sur la sensibilisation de tous les acteurs ; particulièrement les communautés à la base et les décideurs ;**
- **mettre en place des réseaux sous régionaux et régionaux sur des actions et politiques d'adaptation au changement climatique.**

A l'attention des Décideurs :

Considérant les impacts du changement climatique et de ses corollaires sur le développement socioéconomique des communautés, le colloque recommande :

- ***d'intégrer les enjeux du changement climatique dans les différents processus de planification court, moyen et long terme dans une approche holistique et concertée privilégiant les synergies d'action ;***
- ***de renforcer les capacités en ressources humaines et matérielles des différents acteurs dans un domaine aussi important que l'observation spatiale ;***

- ***de renforcer les capacités des collectivités locales et des organisations communautaires de base dans la production, l'utilisation et le partage de l'information climatique.***

A l'attention de la Communauté scientifique et universitaire :

- ✓ ***Considérant la diversité des structures qui produisent des données sur le climat et l'insuffisance de la collaboration entre elles,***
- ✓ ***Compte tenu du fait que l'absence d'une harmonisation dans la collecte et le traitement de multitude d'informations existantes, affecte considérablement leur fiabilité et limite leur utilisation,***
- ✓ ***Conscients des difficultés que rencontrent les acteurs pour l'accès aux données,***

Il est recommandé :

- ***d'harmoniser les approches méthodologiques pour produire des données normées et fiables et surtout accessibles pour l'ensemble des utilisateurs ;***
- ***de mettre en place des mécanismes pour faciliter l'accès aux données aussi bien dans les institutions publiques que privées ;***
- ***de créer des réseaux de chercheurs en vue de développer des synergies fortes favorisant la complémentarité et la mutualisation des moyens ;***
- ***de renforcer les capacités en élaboration de projets collaboratifs bancables de tous les acteurs impliqués dans les actions d'adaptation au changement climatique.***

A l'attention des collectivités locales :

Compte tenu de l'importance de la pérennisation des acquis et de leur diffusion à grande échelle au bénéfice des communautés à la base, le colloque recommande :

- **de mettre en place au niveau local des mécanismes susceptibles de garantir la durabilité des impacts des actions d'adaptation au changement climatique ;**
- **de prendre les initiatives en termes d'identification d'actions prioritaires à mener et de mettre en place des mécanismes de partage de l'information à la base.**

	<p>Le Centre de Suivi Ecologique (CSE), BP 15532, Dakar, Sénégal, Site internet : http://www.cse.sn créé en 1986, le CSE est une association d'utilité publique placée sous la tutelle technique du Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature du Sénégal. Il est le résultat d'une collaboration inédite entre les universitaires, les instituts de recherche, l'Etat du Sénégal, le Programme des Nations Unies pour le Développement et divers partenaires au développement. L'idéal commun était, à l'époque, de faire bénéficier aux pays Sahéliens des technologies modernes d'analyse spatiale dans la lutte contre la sécheresse, la désertification et la dégradation des ressources naturelles qui menaçaient la survie des populations vulnérables au Sahel. Après plus de deux décennies d'exercice sous forme de projet, le CSE est devenu graduellement un Centre d'excellence spécialisé dans les technologies spatiales notamment en matière de collecte, de saisie, de traitement, d'analyse et de diffusion de données et d'informations sur l'environnement et les ressources naturelles. Son objectif ultime est d'aider et d'éclairer la prise de décision des différents acteurs de développement (gouvernement, élus locaux, populations à la base, organisations non gouvernementales, etc.).</p>
 <p>FONGS</p>	<p>Fédération des ONGs du Sénégal FONGS ACTION PAYSANNE B.P. 269 THIES : www.fongs.sn La Fédération des Organisations Non Gouvernementales du Sénégal (FONGS) est l'émanation de 3 000 groupements villageois et touche plus de 2 millions de personnes dont 65 % de femmes. La FONGS est un mouvement paysan autonome qui compte aujourd'hui plus de 150 000 membres actifs regroupés dans 32 associations paysannes de dimensions variées réparties sur l'ensemble des régions du Sénégal.</p>
 <p>GREEN</p>	<p>GREEN SENEGAL 19, HLM Route de Dakar B.P. 219 Thiès, Sénégal www.greensenegal.org La mission de GREEN SÉNÉGAL, Groupe de Recherche et d'Etudes ENvironnementales, est de contribuer à une sécurité alimentaire par la promotion d'une agriculture durable, à la protection et à la préservation de l'environnement. L'objectif principal de l'organisation est d'appuyer à partir d'une démarche participative toute initiative à la base à caractère communautaire.</p>
 <p>LPA</p>	<p>Laboratoire Physique de l'Atmosphère et de l'Océan BP 5085 Dakar Fann Sénégal, e-mail : atgaye@ucad.sn Activités de recherche : 1- Etude des systèmes précipitants (Systèmes Convectifs de Mésos-échelle ou MCS) (Analyse de la mousson et de la convection) 2- Etude et estimation des pluies par satellite et radar 3- Etudes pronostiques (du processus à l'opérationnel) 4- Recherche et développement</p>
 <p>ANAMS</p>	<p>Agence Nationale de la Météorologie du Sénégal BP 8257 Dakar Yoff SÉNÉGAL, http://www.meteo-senegal.net L'Agence a pour missions de promouvoir et de mettre en œuvre la politique gouvernementale en matière de météorologie. Elle a pour mission de surveiller l'atmosphère, l'océan superficiel, d'en prévoir les évolutions et de diffuser les informations correspondantes.</p>
<p>Labo Genre</p>	<p>Le Laboratoire Genre et Recherche Scientifique Institut Fondamental de l'Afrique Noire-IFAN Université Cheikh Anta Diop - UCAD BP: 206 IFAN, Website: http://www.senggenre-ucad.org Créé en novembre 2004 le Laboratoire a réussi à produire un corpus de connaissances dans des domaines nombreux et variés se rapportant tous au genre.</p>
<p>CRP</p>	<p>Comité Régional de Pilotage du projet InfoClim (Collectivités locales de Taïba Ndiaye, Fandène, Notto Diobass, commune de Thiès, Conseil Régional Thiès, services déconcentrés et ONGs). Personnes ressources : Ndiankou SEYE (Conseil Régional), Oumou Mb. SY (SRP/TH), Assane NDIAYE Taïba (CR Taïba Ndiaye), Aminata Sow KANE (ANCAR/TH), Souleymane DIOUM (CADL Keur Moussa), Yacine DIOP (DREEC/TH), Djiby NDIAYE (IREF/TH), Amadou DIAKHATE (CR Fandène),-Safiétou FAYE (Chef CADL/Notto),Omar BADIANE (CCT), Chimère NDIAYE (SRP/TH),-Daour NDIAYE (CR Taïba Ndiaye), Awa THIANDOUM (Notto), Boubacar KONE (Notto), Théophile TINE (Fandène), Ngalgou GUEYE (Commune), Pape NDIAYE (Green Sénégal)</p>



Adaptation aux impacts du changement climatique : quelles stratégies d'échanges et de partage de l'information scientifique ?

La communauté scientifique internationale est désormais quasi unanime sur la réalité des changements climatiques en l'occurrence l'augmentation de la température moyenne à la surface de la Terre et les événements extrêmes que cela peut engendrer. De même, toutes les études récentes indiquent que l'Afrique est le continent le plus vulnérable à la variabilité et à l'évolution climatique en raison de nombreux stress auxquels elle est soumise et de sa faible capacité d'adaptation. Certes, des stratégies d'adaptation sont en voie d'application, mais elles peuvent se montrer insuffisantes et inappropriées pour des changements climatiques ultérieurs (GIEC, 2007). Ainsi, les changements climatiques posent un véritable défi aux communautés sahéliennes, à savoir celui de leur survie dans un environnement fragile et en mutation rapide.

Le présent ouvrage résume les résultats de travaux de recherche sur cette problématique, menés au Sénégal et ailleurs en Afrique et présentés lors du colloque international « Adaptation aux impacts du changement climatique : quelles stratégies d'échanges et de partage de l'information scientifique ? ». Ce colloque marque la fin de trois années de recherches sur l'adaptation aux changements climatiques financées par le programme Adaptation aux Changements Climatiques en Afrique (ACCA), une initiative conjointe du centre de Recherche pour le Développement International du Canada (CRDI) et du Département pour le Développement International du Royaume Uni (DFID) Royaume Uni (DFID). Le colloque, tenu du 6 au 8 juillet 2010 à Dakar, a enregistré près de 250 participants provenant d'Afrique, d'Amérique du Nord, d'Asie et d'Europe. Près de 50 communications y ont été présentées.

Les communications ont été évaluées par le Comité Scientifique du colloque et les plus pertinentes retenues pour publication. L'accent est mis sur les problèmes émergents comme : « le partage de l'information dans la gestion des événements extrêmes et catastrophes naturelles », « l'utilisation et la dissémination de l'information : quels sont les rôles et attentes des communautés ? » et « la circulation de l'information vers ou venant des chercheurs, vers ou venant des décideurs ». De même, une attention particulière a été accordée aux sujets ci-après :

- Expériences de partage de plateformes d'information multi-acteurs.
- Modélisations climatiques, érosion côtière et Ressources en eau : quels produits pour l'adaptation ?
- Informations au niveau local pour l'adaptation au changement climatique
- Impacts du changement climatique sur l'agriculture, l'élevage, la pêche et les ressources naturelles.
- Savoirs endogènes et gestion des catastrophes climatiques : validité et stratégies de diffusion de l'information.
- Changements climatiques : La problématique de la diversité d'acteurs (genre, décideurs, bailleurs, communicateurs, ...) pour quelle synergie d'action ?

ISBN 978-2-9534155-2-0

Adaptation

IDRC  CRDI  DFID 

