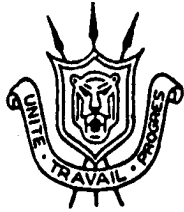


REPUBLIQUE DU BURUNDI



**MINISTRE DE L'EAU,
DE L'ENVIRONNEMENT
DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE
ET DE L'URBANISME**



**PROGRAMME DES NATIONS UNIES
POUR L'ENVIRONNEMENT**

**Rapport phase 1 d'Evaluation des Besoins Technologiques d'Adaptation aux
changement Climatiques**

Par Evariste SINARINZI & NAYISI Constantin

Décembre, 2016

TABLE DES MATIERES

	Pages
TABLE DES MATIERES	i
LISTE DES ABBREVIATIONS	iii
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES	x
LISTE DES GRAPHIQUES.....	xi
RESUME EXECUTIF.....	12
CHAPITRE I : INTRODUCTION.....	4
I.1 A PROPOS DU PROJET EBT.....	4
I.1.1 Les origines de l'EBT.....	4
I.1.2 L'EBT au Burundi.....	5
I.1.3 Les Objectifs de l'Évaluation des Besoins en Technologies (EBT)	5
I.2 CONTEXTE NATIONAL	6
1.2.1 Contexte physique et socioéconomique.....	6
I.2.2 Cadre socioéconomique.....	7
I.3. VULNERABILITE DU BURUNDI AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES	7
I.4 LES POLITIQUES NATIONALES RELATIVES A L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE, A L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUES ET AUX PRIORITES DE DEVELOPPEMENT.....	9
I.4.1 Politiques et Stratégies Nationales de Développement Durable.....	9
I.4.2 Politiques et Actions nationales d'adaptation aux changements climatiques.....	10
I.5. SELECTION DES SECTEURS.....	13
I.5.1 Aperçu sur les changements climatiques prévus et leurs impacts sur les secteurs vulnérables	13
I.5.2 Processus et résultats de sélection des secteurs	18
CHAPITRE II: ARRANGEMENT INSTITUTIONNEL DE L'EBT ET LA PARTICIPATION DES PARTIES PRENANTES.....	19
II.1 EQUIPE NATIONALE DU PROJET EBT.....	19
II.1.1.Comité Technique du projet EBT	19
II.1.2.La Coordination du Projet EBT	20
II.1.3.Le Groupe d'experts sectoriels	20

II.1.4.Les Consultants	20
II.2. PROCESSUS D'ENGAGEMENT DES PARTIES PRENANTES (PP) AU PROJET EBT	21
CHAPITRE III : IDENTIFICATION ET PRIORISATION DES TECHNOLOGIES DU SECTEUR « RESSOURCES EN EAU »	26
III.1 VULNERABILITES CLES AUXCHANGEMENTS CLIMATIQUE S DANS LE SECTEUR DES RESSOURCES EN EAU	26
III.2 CONTEXTE DE DECISION	33
III.3. LES OPTIONS TECHNOLOGIQUES D'ADAPTATION EXISTANTES POUR LE SECTEUR DES RESSOURCES EN EAU ET LEUR PRINCIPAUX AVANTAGES.....	36
III.4 CRITERES ET PROCESSUS DE PRIORISATION DES TECHNOLOGIES	41
III.4.1 Détermination des critères d'évaluation des performances des options technologiques	41
III.4.2 Notation et classement préliminaire des options technologiques.....	43
III.4.3. Standardisation des options technologiques et classement des options technologiques	44
III.4.4. Pondération des critères d'évaluation	46
III.4.5. Combinaison des scores et pondérations et calcul des résultats.....	47
III.4.6. Résultats de la priorisation des technologies.....	48
III.4.7.Analyse de sensibilité	49
CHAPITRE IV : IDENTIFICATION ET PRIORISATION DES TECHNOLOGIES_ POUR LE SECTEUR « AGRICULTURE ET ELEVAGE »	50
IV.1. Vulnérabilités clés aux changements climatiques dans le secteur de l'Agriculture et Elevage	50
IV.2 CONTEXTE DE DECISION	52
IV.3. LES OPTIONS TECHNOLOGIQUES D'ADAPTATION EXISTANTES DANS LE SECTEUR DE L'AGRICULTURE ET ELEVAGE ET LEUR PRINCIPAUX AVANTAGES.....	61
IV.4 CRITERES ET PROCESSUS DE PRIORISATION DES TECHNOLOGIES.....	66
IV.4.1 Détermination des critères d'évaluation des performances des options technologiques	66
IV.4.2 Notation et classement préliminaire des options technologiques.....	67
IV.4.3. Standardisation et classement des options technologiques.....	68
IV.4.4. Pondération des critères d'évaluation, combinaison des scores et calcul des résultats	70
IV.4.5. Résultats de la priorisation des technologies	71

IV.4.6 Analyse de sensibilité	72
CHAPITRE V: CONCLUSIONS	73
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	Erreur ! Signet non défini.
ANNEXE I : FICHES DES TECHNOLOGIES	76
A.SECTEUR DES RESSOURCES EN EAU	76
B.SECTEUR AGRICULTURE ET ELEVAGE	100
ANNEXE II: LES REUNIONS AVEC LES MEMBRES DU COMITE TECHNIQUE, LES PARTIES PRENANTES ET LES MEMBRES DES GROUPES D'EXPERTS SECTORIELS	126

LISTE DES ABBREVIATIONS

ACCES : Adaptation au Changement Climatique pour la protection des ressources en eau et sol

ADEP : Association du Développement et d'Encadrement des Pêcheurs de Rumonge

AHAMR : Agence de l'Hydraulique et d'Assainissement en Milieu Rural

AHR : Agence de l'Hydraulique Rural

ALT: Autorité du Lac Tanganyika

ARCT : Agence de Régulation et du Contrôle des Télécommunications

ARFIC : Agence de Régulation de la Filière Café

ATF: Antenna Technologie France

AVEPOMABU : Association des vendeurs de poissons du marché central de Bujumbura

AWS : Automatic Weather Station (Stations Météorologiques Automatique)

BAD : Banque Africaine de Développement.

BGR : Institut Fédérale de Géosciences et des Ressources Naturelles
(Bundesanstalt für Geowissenschaft und Rohstoffe)

BRARUDI: Brasseries et Limonaderie du Burundi

BURUNDISOL : Burundi Solidarité

BV: Bassin Versant

Cc : Changements climatiques

CCNUCC : Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique

CNCC : Communication Nationale sur le Changement Climatique

CNDAP : Centre National de Développement de l'aquaculture et de la pêche artisanale

CO₂: Dioxide de carbone

COGERCO: Compagnie de Gérance du Coton

COP : Conférence des Parties

COPEDECOBU : Coopérative des pêcheurs

CPDN : Contributions Prévues Déterminées au niveau National

CSLP: Cadre Stratégique de Croissance et de Lutte contre la Pauvreté

DEPA : Direction des Eaux de Pêche et de l'Aquaculture

DFID : Department For International Development

DGA : Direction Générale de l'Agriculture

DGEPA : Direction Générale de l'Eau Potable et de l'Assainissement de Base

DGMAVA : Direction Générale de la Mobilisation et de la Vulgarisation Agricole

DGREA : Direction Générale des Ressources en Eau et de l'Assainissement

DOS : Document d'Orientation Stratégique

DPAE : Direction Provinciale de l'Agriculture et de l'Elevage

DPFS : Département pour la Protection et la Fertilisation des Sols

DPV : Département pour la Protection des Végétaux

DES : Direction de Suivi-Evaluation

DSS : Decision Support System (système de prise de décision)

EAC : Est African Community

EBT : Evaluation des Besoins en Technologies

EGAE: Etats Généraux de l'Agriculture et de l'Elevage

EMC : Evaluation Multicritères

FABI : Faculté d'Agronomie et de Bio ingénierie

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

FDL : Fond de Développement Local

FEM : Fonds pour l'Environnement Mondial

FMD: Fièvre Aphteuse

FPPFB : Fédération des Pêcheurs et des Fournisseurs du Poisson du Burundi

FACAGRO : Faculté des Sciences Agronomiques

GES : Gaz à Effet de Serre

GIEC : Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

GIRE : Gestion Intégrée des Ressources en Eau

GIZ : Coopération Internationale Allemande

GSM : Global System for Mobile Communication

GTS : Système de Télécommunication International

Hab : Habitant

HPAI : Grippe Aviaire Hautement Pathogènes

IBN : Initiative du Bassin du Nil

IGEBU : Institut Géographique du Burundi

ISABU : Institut des Sciences Agronomiques du Burundi

ITS: Institut Technique Supérieur

Kwh : Kilowath /heure

LSD: Dermatose nodulaire Contagieuse

LVEMPII : Lake Victoria Environnent Management Project II

LVWATSAN: Lake Victoria Water and Sanitation

Max : Maximum

MCA : Analyse MultiCritère

MEEATU : Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme

MEM : Ministère de l'Energie et des Mines

MINAGRIE : Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage

Min : Minimum

mm : Millimètre

MoU : Mémorandum of Understanding

NBDSS: Nile Basin Decision Support System

NCD: Maladie de NewCastle

N-E : Nord Est

NELSAP: Nile Equatorial Lakes Subsidiary Action program(Programme d'Actions Subsidiaries des Lacs du Nil Equatorial)

OBPE : Office Burundais pour la Protection de l'Environnement

ODD : Objectifs du Développement Durable

OHP : Office de l'Huile de Palme

OIE: Organisation Internationale contre les épizooties

OMD : Objectifs du Millénaire pour le Développement

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONCCS : Office National de Contrôle et de Certification des Semences

ONG : Organisme Non Gouvernemental

OTB : Office du Thé du Burundi

PETP : Potentiel d'Evapotranspiration

PA : Plan d'Action

PABVARC : Projet d'Aménagement des Bassins Versants et d'Amélioration de la Résilience aux Changements Climatiques

PAGIRE : Plan d'Action pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau

PAM : Programme Alimentaire Mondiale

PAN : Programme d'Action National

PANA: Plan d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques

PAOSA: Programme d'Appui institutionnel et Opérationnel du Secteur de l'Agriculture

PAT : Plan d'Action Technologique

PDNE : Plan Directeur National de l'Eau

PH : Potentiel d'Hydrogène

PIB : Produit Intérieur l Brut

PNA : Politique Nationale d'Assainissement

PNCC : Politique Nationale sur les Changements Climatiques

PNEeau : Politique Nationale de l'Eau

PNIA : Plan National d'Investissement Agricole

PNUD: Programme des Nations Unies pour le Développement

PP : Parties Prenantes

PPCDR : Programme Post-Conflict de Développement Rural

PPR : Pest des Petits Ruminants

PRASAB : Projet de Réhabilitation et d'Appui au Secteur Agricole

PRODAP : Projet d'Appui au Programme Régional d'Aménagement Intégré du Lac Tanganyika

PRODEFI : Programme de Développement des Filières

PRODEMA : Projet de Productivité et de Développement des Marchés Agricole

PROPAO : Projet Pour Accélérer a l'atteinte de l'OMD 1-c

PROSECEAU : Programme Sectoriel Eau

PRRSV : Syndrome Reproductive et Respiratoire du Porc

PVC : Polyvinylchloré

PVR : Pseudorage ou Maladies d'Aujeszky

RE : Ressources en Eau

RN : Route Nationale

RAFINA : Raffinage des produits agricoles

RATP: Regional Agricultural Trade and Productivity Project

RDC: République Démocratique du Congo

REGIDESO : Régie de Production et de Distribution d'Eau et d'Electricité

RTNB: Radio Télévision Nationale du Burundi

RVF: Fièvre de la Vallée du Rift

SAD: Système d'Aide a la Décision

SAP : Système d'Alerte Précoce

SARGIA: Système d'Alerte Rapide et Gestion de l'Information Agricole

SCNCC : Seconde Communication Nationale sur les Changements Climatiques

SE&DR : Sécurité en Eau et Développement Résilient

SETEMU : Services Techniques Municipaux

SGBD : Système de Gestion de la Base des Données

SIG: Système d'Information Géographique

SMOC : Système Mondial d’Observation du Climat
SNEB : Stratégie Nationale de l’Environnement au Burundi
SOGESTAL: Société de Gestion des Stations de Lavage
SOLIBU : Solidarité Internationale Burundi
SRDI: Société Régionale de Développement de l’Imbo
SWIM : Soil and Water Integrated Mode
TNA : Technology Needs Assesment
UNEPDTU : Partenariat entre l’Université Technique de Danemark et le PNUE
UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change
UNISDR : United Nations office for Disaster Risk reduction
USD: Dollar Americain
W.C: Water Closet
IWRMP : Integrated Water Resources Management Project
WWF : Water World Found
ZCIT : Zone de Convergence Intertropicale

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des impacts immédiats du changement climatique sur le secteur Agriculture et Elevage (SNCC).....	15
Tableau 2 : Synthèse des impacts immédiats du changement climatique sur le secteur ressources en Eau [SNCC]	17
Tableau 3 : Impact au niveau de l’information et de la communication pour l’adaptation au Changement Climatique.....	17
Tableau 4 : Analyse des Parties Prenantes ou matrice d’influence de la mise en place des technologies d’adaptation (SE&DR au changements climatiques, P27).....	22
Tableau 5 : Synthèse des paramètres hydrologiques.....	26
Tableau 6 : Situation des potentialités hydriques.....	27
Tableau 7 : Critères	42

Tableau 8: Notation des options technologiques.....	43
Tableau 9 : Résultats de standardisation des options technologique du secteur des Ressources en Eau	45
Tableau 10: Pondération des critères d'évaluation dans le secteur Ressources en Eau.....	46
Tableau 11 : résultats de la pondération des critères.....	47
Tableau 12 : Résultats de combinaison des scores et pondération.....	48
Tableau 13 : Sensibilité.....	49
Tableau 14 : Indicateur de réalisation pour la protection du capital productif.....	53
Tableau 15 : Indicateur de réalisations pour les périmètres irrigues.....	55
Tableau 16 : Indicateur de réalisations du sous-programme 3 du PNIA.....	57
Tableau 17 : Autres réalisations du sous-programme 3du PNIA(2012-2014).....	57
Tableau 18 : Indicateur de réalisations pour le développement de la pêche et pisciculture...	59
Tableau 19 : Indice de réalisations pour l'accroissement de la sécurité alimentaire , nutritionnelle et gestion de la vulnérabilité.....	60
Tableau 20 : Critères d'évaluation.....	67
Tableau 21 : Notation des options technologique dans le secteur Agriculture et Elevage.....	68
Tableau 22: Résultats de standardisation des options technologique dans le secteur Agriculture et Elevage.....	70
Tableau 23 : Pondération des critères d'évaluation, combinaison des scores et calcul des résultats dans le secteur Agriculture et Elevage.....	71
Tableau 24 : résultats de la priorisation des options technologique dans le secteur Agriculture et Elevage.....	72

Tableau 25 : Scenarios 1& 2 de la sensibilité.....	73
Tableau 26 :Scenario 3 de la sensibilité	73
Tableau 27 : Composition de l'utilisation de l'eau.....	83
Tableau 28 : Caractéristique du fourneau.....	117

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Position du Burundi sur la carte d'Afrique.....	6
Figure 2 : Pression démographique sur les terres	6
Figure3 : Impact du changements climatiques sur la production agricole.....	7
Figure 4&5 : Diminution du niveau d'eau du lac de retenu de Rwegura.....	8
Figure 6 : Impact du changements climatiques sur les infrastructures.....	8
Figure 7 : Structure organisationnelle du projet EBT au Burundi.....	19
Figure 8 : carte hydrographique du Burundi.....	27
Figure 9 : Carte de potentialité en eau souterraine	29
Figure 10 : Carte de vulnérabilité à l'érosion.....	30
Figure 11 : Carte de vulnérabilité à la sécheresse.....	31
Figure 12 : projection et scenario de la vulnérabilité à la sécheresse.....	32
Figure 13 : système de collecte et de stockage des eaux de pluie des maisons.....	81
Figure 14 : Schéma de stabilisation d'une rivière.....	85
Figure 15 : vulnérabilité aux glissements de terrain.....	86
Figure 16 : exemple d'une morphologie de terrain.....	87
Figure 17 : Exemple de stabilisation de rive d'une rivière.....	87

Figure 18 : les composants du SAD.....	94
Figure 19 : Exemple de terrasse radicale.....	103
Figure 20 : Exemple de fosses antiérosives.....	103
Figure 21 : Exemple des événements de GATUNGURU.....	107
Figure 22 : exemple de l'érosion de GATUNGURU.....	107
Figure 23 : Exemple de sécheresse précoce de KAYANZA.....	108
Figure 24 : Dispositif du four FTT.....	116
Figure 25 : Fourneau avec blaise.....	116
Figure 26 : Réparateur d'air du fourneau.....	116
Figure 27 : Collecteur d'huile.....	118
Figure 28 : système de générateur de fumée indirecte	119
Figure 29 : Casier du boîtier a filtre.....	119
Figure 30 : Exemple de création du lac de retenue collinaire.....	123

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique1 : Evolution des pluies à Kirundo	13
Graphique 2 : Evolution de la température minimale /Gisozi.....	14

RESUME EXECUTIF

Le projet actuel EBT Phase II a été conçu pour appuyer 25 pays dont le Burundi pour mener des évaluations des besoins technologiques dans le cadre de la CCNUCC.

La plupart de documentation disponible montre que les premières démarches pour l'évaluation des besoins technologiques pour l'adaptation aux Changements Climatiques remontent déjà vers l'année 2001 avec l'élaboration de la communication nationale initiale sur les changements climatiques (CNCC, 2001).

La seconde Communication sur les changements climatiques montre les secteurs les plus vulnérables aux impacts des Changements Climatiques au Burundi et les mesures à prendre pour l'adaptation dont le choix des technologies. L'étude faite sur la vulnérabilité du Burundi aux effets néfastes des Changements Climatiques dans le cadre du projet GIZ/ACCES confirme le rapport sur la contribution nationale aux efforts de réduction des émissions mondiales dénommé : « Contributions Prévue Déterminées au niveau National (CPDN) présenté à la COP21 montre aussi le degré de la vulnérabilité aux Changements Climatiques au Burundi, les engagements et les moyens à mettre en œuvre pour l'adaptation aux Changements Climatiques . Parmi ces moyens, les besoins en technologies d'adaptation sont mis en évidence.

L'évaluation des technologies d'adaptation s'inscrit dans le même cadre que les études d'adaptation et l'analyse des contributions prévues déterminées à l'échelle nationale (CPDN). Comme ces premières études, cette étude a pour objectif principal la mise en évidence des options technologiques pour l'adaptation qui répondent aux besoins nationaux en matière de développement socio-économique et de lutte contre les changements climatiques tout en réduisant la vulnérabilité aux effets néfastes de ces derniers .

Le Burundi avait toujours exprimé le besoin en évaluation des besoins technologiques tant pour la mise en œuvre des programmes et ou projets, mais il n'y avait jamais eu de suite favorable.

Concernant les politiques, ce rapport montre les documents de politique nationale qui appuient le développement et la mise en œuvre du projet « EBT » et la cohérence entre le cadre politique, légal et institutionnel du Burundi en matière de développement durable, à savoir la Vision « Burundi 2025 » et le Cadre Stratégique de Lutte Contre la Pauvreté deuxième génération (CSLPII) qui prévoient le besoin et la nécessité du transfert des technologies ainsi que les domaines d'application respectifs.

La Politique Nationale sur les Changements climatiques élaborée en 2013 qui vient d'être adoptée par le Gouvernement en novembre 2014 montre que l'adaptation aux effets des changements climatiques est d'une importance primordiale et donc une priorité pour notre pays, avec une vision : « *un Etat qui promeut un développement résilient aux effets néfastes des changements climatiques* ».

Le Gouvernement dispose en outre d'un cadre légal et institutionnel adéquat pour la mise en œuvre du projet EBT. En effet, le dit projet est logé au Ministère en charge de l'Eau et de l'Environnement qui l'exécute conjointement avec d'autres institutions publiques, parapubliques et privées ainsi que des Organisations de la Société Civile. Chaque institution intervient dans son secteur tandis que le Ministère en charge de l'eau et de l'environnement joue le rôle de coordination.

Le présent rapport qui s'inscrit dans le même cadre s'articule autour de quatre chapitres:

Le premier chapitre porte sur la présentation du projet EBT, le contexte national, les politiques de développement socio-économique et la réduction de la vulnérabilité aux effets des changements climatiques.

Après l'analyse de la vulnérabilité des secteurs, deux secteurs à savoir le secteur des Ressources en Eau et de l'Agriculture et Elevage ont été retenus.

Le deuxième chapitre porte sur les arrangements institutionnels et l'implication des parties prenantes pour l'évaluation des besoins technologiques pour le développement et la mise en œuvre du projet EBT;

Le troisième et le quatrième chapitre sont consacrés à l'identification et à la priorisation des technologies d'adaptation aux changements climatiques. Après avoir fait une sélection par rapport aux priorités du pays exprimées dans les différents documents de politique et de stratégies nationales, parmi une liste des technologies présentées par les parties prenantes, les experts sectoriels et le consultant (22 dans le secteur des Ressources en Eau et 31 dans le domaine de l'Agriculture et Elevage) seules 7 technologies dans le secteur des Ressources en Eau et 6 technologies dans le secteur de l'Agriculture et Elevage ont été retenues pour la priorisation.

Il s'agit :

Pour le secteur des Ressources en Eau

1. Suivi de la quantité de l'eau ;
2. Collecte et valorisation de l'eau de pluie des toits des maisons ;
3. Maîtrise de la dynamique pluviale des rivières de la région de Mumirwa ;
4. Télégestion du réseau de production et de distribution d'eau potable ;
5. Mise en place d'un Système d'alerte précoce de la variabilité climatique ;
6. Etablissement des Systèmes d'Aides à la prise de Décision (DSS) par unité hydrographique ;
7. Protection et gestion des zones inondables.

Pour le secteur de l'Agriculture et l'Elevage

1. Systèmes de conservation des sols par les dispositifs antiérosifs végétalisés associés à l'agro foresterie ;
2. Retenues collinaires pour la collecte des eaux de pluie à des fins agricoles ;
3. Développement de la variété du riz à cycle court ;
4. Systèmes d'alerte précoce communautaire;
5. Vaccination contre les principales maladies du bétail ;

6. Fumage moderne du poisson.

Après la priorisation suivant les critères bien établis par tous les parties prenantes, en utilisant l'outil MCA, trois technologies ont été retenues pour le secteur des Ressources en Eau et trois pour le secteur de l'Agriculture et Elevage.

Pour le secteur des Ressources en Eau, il s'agit :

1. Collecte et valorisation de l'eau de pluie des toits des maisons ;
2. Suivi de la quantité de l'eau ;
3. Maitrise de la dynamique pluviale des rivières de la région de Mumirwa

Pour le secteur de l'Agriculture et Elevage, il s'agit :

1. Fumage moderne du poisson.
2. Retenues collinaires pour la collecte des eaux de pluie à des fins agricoles
3. Systèmes de conservation des sols par les dispositifs antiérosifs végétalisés associés à l'agro foresterie ;

Des recommandations ont été formulées au niveau du dernier chapitre concernant la conclusion.

CHAPITRE I : INTRODUCTION

I.1 A PROPOS DU PROJET EBT

I.1.1 Les origines de l'EBT

Le transfert de technologies a été mis au point depuis le Sommet de Rio en 1992, où les questions liées au transfert de technologies ont été incluses dans l'Agenda 21 ainsi que dans les articles 4.3, 4.5 et 4.7 de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC).

En réponse à la demande de la treizième Conférence des Parties (CdP ou COP13), le FEM a proposé un programme stratégique de Poznan sur le transfert de technologies, qui a été approuvé par la CdP 14. Il se compose de trois fenêtres de financement : (i) évaluation des besoins technologiques (EBT); (ii) les projets technologiques prioritaires de pilotage et (iii) la diffusion des technologies démontrées avec succès.

Le processus EBT découle donc de la fenêtre 1 du Programme stratégique de Poznan sur le transfert des technologies, établi à la quatorzième Conférence des Parties (CdP 14) à la CCNUCC. Le sous-programme EBT permet d'accroître les investissements et le développement des pays par le transfert des technologies écologiquement viables.

Dans les deux (1^{ère} et 2^{ème}) communications nationales sur les changements climatiques, des actions d'adaptation ont été proposées mais le degré de leur mise en œuvre reste faible.

Le Gouvernement du Burundi, à travers le CPDN, s'est engagé à initier des actions prioritaires qu'il entend mettre en œuvre afin de donner sa contribution dans la lutte contre les changements climatiques. Toutes ces actions nécessitent des technologies appropriées, disponibles ou pas au pays.

Une EBT peut être définie comme un ensemble d'activités participatives, impulsées par un pays, menant à l'identification, la priorisation et la mise en œuvre des technologies écologiquement rationnelles en vue de réduire les émissions de CO₂ (atténuation) et ou à réduire la vulnérabilité aux changements climatiques (adaptation)¹. Ce processus doit être en cohérence avec les priorités nationales et ses activités visent le développement global du pays concerné.

¹ Subash Dhar, 2014. ClimateTechWiki Webinar, le 25 Février, 2014

L'évaluation des besoins technologiques est un processus participatif impliquant toutes les parties prenantes, partant du postulat que la technologie est comprise, acceptée, soutenue et mise en œuvre à tous les niveaux ciblés, que ce soit les niveaux ministériels, des ONGs, des associations de producteurs ou des ménages pris isolément.

Il est important donc d'identifier toutes ces parties prenantes à un stade suffisamment précoce pour leur implication et engagement tout au long du processus ETB.

Le projet actuel, EBT Phase II, a été conçu pour appuyer 25 pays dont le Burundi pour mener des évaluations des besoins technologiques dans le cadre de la CCNUCC.

Les évaluations impliqueront l'analyse en profondeur et la hiérarchisation des technologies, l'analyse des obstacles potentiels entravant le transfert des technologies prioritaires ainsi que l'élaboration d'un Plan d'Actions Technologiques qui décrira les éléments essentiels d'un cadre favorable au transfert de technologie.

Ainsi, le plan d'actions détaillé servira de base pour la préparation ultérieure des idées de projets susceptibles d'être financés.

I.1.2 L'EBT au Burundi

Sur demande du Gouvernement du Burundi, l'UNEP DTU a accepté d'assister le pays pour conduire le processus de l'EBT et un Mémoire d'entente (MoU) fut signé le 01 Mars 2015 entre l'IGEBU et le Partenariat entre l'UNEP et le DTU portant sur le projet EBT-Burundi n° 82220/URC327. L'IGEBU s'est engagé à impliquer les parties prenantes pertinentes jusqu'à la fin du processus EBT prévue au mois de septembre 2017.

Il importe cependant de constater que le démarrage du projet a connu un retard considérable car le Coordonnateur du projet et le Comité Technique ont été mis en place en octobre 2015.

Le présent travail du Consultant en EBT du domaine adaptation s'inscrit dans le cadre dudit projet.

I.1.3 Les Objectifs de l'Évaluation des Besoins en Technologies (EBT)

Le processus EBT a trois objectifs principaux:

- I. L'identification et la priorisation des technologies nécessaires pour l'adaptation et l'atténuation des changements climatiques dans les secteurs hautement vulnérables comme l'Agriculture et Elevage, les Ressources en Eau, l'Energie et les déchets ;
- II. L'identification, l'analyse et l'élimination des obstacles entravant le déploiement et la diffusion des technologies prioritaires et la définition d'un cadre propice pour le transfert de ces technologies identifiées;
- III. L'élaboration d'un plan d'actions technologiques (PAT) basé sur des résultats obtenus à partir des deux précédentes étapes, avec des suggestions de mesures ou actions présentées en termes d'idées de projets.

Les trois objectifs sont à leur tour traduits en trois résultats concrets qui sont:

- 1) Le rapport EBT sur la priorisation des technologies d'adaptation dans les deux secteurs;
- 2) Un rapport sur l'analyse des Barrières et du cadre propice (BAEF) et;
- 3) Un Plan d'Actions technologiques(PAT), y compris les idées de projets avec leurs coûts et mécanismes de financement potentiels.

I.2 CONTEXTE NATIONAL

1.2.1 Contexte physique et socioéconomique

Le Burundi, pays totalement enclavé, se trouve entre 2°20'-4°25' de latitude Sud, et 29°00'-30°25' de longitude Est. Il partage ses frontières avec le Rwanda au Nord, la République-Unie de Tanzanie à l'Est et au Sud, et la République Démocratique du Congo à l'Ouest par le lac Tanganyika.



Figure 1: Position du Burundi sur la carte d'Afrique (PNEau, 2010)

Aperçu du cadre physique et humain

Le Burundi se situe entre les méridiens 29°00'-30°25' Est et les parallèles 2°20'-4°25' Sud. Sa superficie est 27834 km² et appartient à deux bassins hydrographiques à savoir le bassin du Nil avec une superficie de 13.800 km² et le bassin du fleuve Congo avec une superficie de 14.034 km². Il est caractérisé par 5 zones éco-climatiques à savoir la plaine basse de l'Imbo, la région escarpée de Mumirwa, la zone montagneuse de la Crête Congo-Nil, les plateaux centraux et les dépressions du Kumoso et du Bugesera.

1. Le climat du Burundi est de type tropical humide tempéré par l'altitude qui varie entre 772 m au niveau du Lac Tanganyika et 2670 m au sommet du mont Heha (rapport hydrologique, 2010) La répartition des pluies dans l'année est caractérisée par l'alternance saison sèche - saison des pluies. Il pleut de septembre en avril et tous ces mois reçoivent des précipitations dont l'intensité est plus ou moins grande. Le maximum est atteint au mois d'avril. De mi-décembre à mi-février, les pluies diminuent ou elles s'arrêtent parfois pendant quelques semaines. En général, les pluies tarissent en mai et c'est le début de la saison sèche.

2. Le paysage du pays est varié, aux altitudes comprises entre 772 m et 2 670 m, ce qui permet de distinguer onze régions naturelles aux caractéristiques climatiques, pédologiques et hydrographiques différentes



3. Le Burundi est un des pays les plus densément peuplés d'Afrique. Sa population qui est essentiellement rurale avec un taux de croissance tournant autour de 3% (PNEau, 2010), est aujourd'hui estimée sur base du dernier recensement de la population de 2008 à 10 281 534 habitants qui, rapporté à sa superficie de 25 834 km² de terre ferme, lui donne une densité moyenne de 398 habitants/ km².

Figure 2 : Pression démographique sur les terres (AV-Burundi, 2014)

I.2.2 Cadre socioéconomique

1. L'économie burundaise est dominée par le secteur agricole qui contribue pour 39,6% du Produit Intérieur Brut (Rapport annuel BRB, 2014), apporte 69% des recettes d'exportations et fournit 95% de l'offre alimentaire (Rapports ENAB, 2015). L'industrie et l'artisanat ne représentent que 17 à 18 % du PIB tandis que le secteur du commerce et de services ne représentent qu'environ le tiers du PIB (PNEau, 2009).

La structure actuelle de la production, dominée par l'agriculture de subsistance, rend l'économie très vulnérable et fragile car tributaire des conditions climatiques.

La faiblesse structurelle de l'économie burundaise réside dans le manque des infrastructures d'appui à la production. On relève à cet effet l'insuffisance énergétique, le mauvais état et entretien des réseaux de transport et de télécommunication. Ce manque d'infrastructures constitue un obstacle, non seulement à l'augmentation et à la diversification de la production, mais aussi à sa commercialisation. En effet, la consommation d'électricité au Burundi est de 25 KWH/hab/ménage/an quand la moyenne africaine est de plus de 500 Kwh et la part de l'électricité dans le bilan énergétique est de 4% (rapport de la Commission Nationale de la Bonne Gouvernance et de la Privatisation au sein de l'Assemblée National, sur la REGIDESO, 2012) .

I.3. VULNERABILITE DU BURUNDI AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Exemple de quelques Impacts des changements climatiques

La plupart des scientifiques (Rapport du GIEC, 2009) considèrent que l'Afrique sera plus gravement éprouvée par le changement climatique que d'autres régions du monde. Selon eux, l'Afrique va enregistrer des hausses de température plus marquées, une élévation du niveau des mers préjudiciable pour la majorité des habitants, une modification du régime des précipitations, ainsi qu'une plus grande variabilité du climat, du fait qu'elle est traversée par l'équateur.

Le Burundi, pays africain avec une très faible capacité d'adaptation face à une vulnérabilité climatique, est déjà victime des risques graves tels que, la sécheresse, les inondations, la perte ou réduction des superficies arables, le déclin de l'Agriculture, la faim chronique, la pénurie d'eau et de l'énergie, les mouvements massifs de la population conduisant à l'agitation sociale, etc..

D'une manière générale, les impacts des changements climatiques auront les résultats suivants :

1. **Une diminution de la production agricole** suite à une baisse des rendements agricoles consécutive à l'accentuation du phénomène d'érosion et aux pertes de récoltes occasionnées par les inondations et la sécheresse prolongée (voir photo ci- contre).



Cette situation aura pour conséquence le maintien de l'insécurité alimentaire pour un nombre croissant de ménages et la malnutrition qui devient progressivement un réel problème de santé publique au Burundi.

Figure 3 : Impact des changements climatiques sur la production agricole (PCNCC, 2005)

En effet, la prévalence du retard de croissance chez les enfants de moins de 5 ans est de 52,5% ce qui représente un des taux les plus élevés d'Afrique sub-saharienne.

2. **Une baisse des productions halieutiques** suite aux changements des conditions écologiques des lacs consécutives à l'augmentation de la température de l'eau et à sa pollution par des apports excessifs de sédiments, d'engrais et autres produits utilisés dans l'agriculture ainsi que des déchets industriels ;
3. **La persistance de la pénurie de l'énergie** pour les ménages et les secteurs économiques suite à la dégradation des forêts et boisements ainsi qu'une baisse de la production des centrales hydroélectriques par manque d'eau en quantité suffisante dans les lacs de retenue. La figure 4 et 5 montre comment l'eau du lac de retenue du barrage de Rwegura a sensiblement baissé dans ces dernières années. Actuellement, il n'y a plus de trop plein.



Figure 4&5 : Diminution du niveau d'eau du lac de retenue de Rwegura)

4. **Une détérioration de la santé des populations** consécutive à la prolifération des maladies causées par l'insalubrité du milieu suite aux inondations et à l'augmentation des températures (choléra, paludisme, fièvre typhoïde,...) ;
5. **Une forte fréquence des mouvements de terrains** consécutive à une pluviométrie plus abondante et agressive et qui vont occasionner la destruction d'infrastructures diverses et des cultures (voir la figure 6).



Figure 6 : Impact des changements climatiques sur les infrastructures (destruction d'une route dans la ville de Bujumbura)

Les glissements de terrains provoquent fréquemment des coupures de voies de communication dont des routes nationales (RN1; RN3; RN7; constituant ainsi une entrave à la circulation des personnes et des biens et occasionnent des dépenses importantes pour le dégagement de ces voies.

Dans la région de l'Imbo, les longues sécheresses sont à l'origine d'une diminution progressive des ressources en eau, avec une baisse importante du niveau du lac Tanganyika, et un tarissement des sources d'eau.

Dans la région du Mumirwa surplombant la plaine de l'Imbo, les fortes pluies provoquent localement d'importantes érosions et des glissements de terrain suivies des destructions des infrastructures, notamment des routes et des bâtiments dans la ville de Bujumbura. Les sécheresses entraînent des diminutions des ressources en eau et des chutes de production agricole ;

Dans la région des Plateaux centraux, il y a une tendance à l'allongement des saisons sèches, allant de 4 à 6 mois, des débuts tardifs de la saison pluvieuse et une fin précoce de celle-ci. Cela est à l'origine de la perturbation des saisons culturales et du dessèchement des cultures. La sécheresse cause le tarissement d'un nombre considérable de points d'eau potable ; alors que les pluies trop abondantes provoquent des inondations avec des pertes conséquentes sur la production agricole.

Dans les dépressions au Nord et à l'Est du pays, avec une pluviométrie déjà faible, l'irrégularité et la diminution des précipitations ont déjà causé un tarissement des sources d'eau peu profondes et une diminution des productions agricoles, avec pour conséquence la malnutrition, les maladies, l'exode et la mendicité des populations. En cas de pluies intenses, des inondations sont observées dans les marais, occasionnant des pertes énormes de la production agricole [PNCC].

Les principaux secteurs identifiés comme les plus vulnérables aux changements climatiques sont l'Agriculture et l'Elevage, les Paysages, les Ressources en Eau, les Infrastructures de transmission de l'électricité, les Ecosystèmes naturels et la Santé.

La poursuite du réchauffement global va aggraver la situation conduisant à une vulnérabilité accrue de l'économie, de l'environnement, des communautés rurales et des groupes sociaux particulièrement vulnérables comme les femmes, les enfants et les jeunes, les personnes âgées et les personnes vivant avec le VIH/sida.

I.4 LES POLITIQUES NATIONALES RELATIVES A L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE, A L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUES ET AUX PRIORITES DE DEVELOPPEMENT

I.4.1 Politiques et Stratégies Nationales de Développement Durable

L'objectif de développement durable proposé par les Nations-Unies est de satisfaire les besoins de la génération actuelle sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs besoins. Malgré les innovations institutionnelles mises en place depuis deux décennies, la réalisation de cet objectif inscrit dans les stratégies de développement du Burundi a connu peu de succès suite aux différentes crises sociopolitiques que traverse le pays.

Cela constitue un défi majeur pour le Burundi car le développement durable vise à concilier ensemble *une économie dynamique*, une cohésion sociale (éducation appréciable, promotion de la santé et de la bonne gouvernance) et une protection de l'environnement ; le tout dans un monde en paix et respectueux de la diversité culturelle.

En effet, la pauvreté et les désordres sociaux, le manque d'énergie, la faible production agricole, la prolifération des déchets, les menaces pour la santé publique, la mauvaise gestion des ressources naturelles, la perte de la biodiversité, la mauvaise utilisation des sols, tout cela exacerbé par les changements climatiques, sont autant de problématiques qui ont suscité

l'intérêt du gouvernement à penser à une vision 2025 soutenue par la stratégie Nationale de croissance et de lutte contre la pauvreté CSLPI (2005-2010) et CSLPII (2010-2015).

Le CSLP II avait prévu dans son chapitre 5, la considération des questions des changements climatiques comme un problème environnemental qui contrarie le développement durable et la gestion rationnelle et intégrée des ressources en eau comme une des solutions efficaces de lutte contre les Changements Climatiques et combattre la pauvreté. Dans la première et deuxième communication nationale sur les changements climatiques, des actions d'adaptation ont été proposées mais le degré de leur mise en œuvre reste faible.

Le Gouvernement du Burundi, à travers la CPDN, s'est engagé à faire des actions prioritaires qu'il va effectuer en vue de donner sa contribution dans la lutte contre les changements climatiques. Toutes ces actions nécessitent des technologies appropriées disponibles au pays ou pas. Dans le cadre de sa Contribution Prévue Déterminée au niveau National (CPDN), le Burundi réaffirme sa détermination à contribuer à l'effort mondial de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de renforcer sa résilience aux changements climatiques tout en continuant à relever ses défis de développement.

I.4.2 Politiques et Actions nationales d'adaptation aux changements climatiques

Au regard des impacts des changements climatiques, le Burundi a initié une série de lois, de codes, de politiques et de stratégies sectorielles visant à réduire les impacts des changements climatiques à travers des activités d'adaptation appropriées à chaque degré de vulnérabilité identifiée. On pourrait notamment citer: le CSLP II duquel découle la Politique Nationale sur les Changements Climatiques, la Stratégie Nationale et le Plan d'Actions sur les Changements Climatiques (2014), la Politique Nationale de l'Eau (2010), la Stratégie Nationale de l'Eau, la Politique Nationale sur l'Assainissement (2013), le Code de l'Eau (2012), le Code de l'Environnement (2000), le Plan d'Actions National de la Mise en Ouvre de la PNA (2013), le Code Foncier révisé (2012), la Stratégie Nationale Agricole 2008-2015 (2008), la Stratégie Nationale et PA contre la dégradation des sols 2011-2016, le PANA (2005), le Plan d'Action et Stratégies Nationales de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PAGIRE, 2009), la Stratégie Nationale de l'Environnement (SNEB, 1997) ; la Stratégie Nationale et Plan d'Actions sur la Biodiversité (2013-2020), la Première et la Deuxième Communications Nationales sur les Changements Climatiques de 2001 et 2010 respectivement, etc.

Traditionnellement, les agri-éleveurs du Burundi ont toujours essayé de s'adapter aux perturbations climatiques à travers certaines pratiques comme : (i) l'échelonnement des semis pour prévenir toute perte due aux aléas climatiques, (ii) la culture des tubercules (manioc, patates douces) plus résistantes aux extrêmes des changements climatiques, (iii) la conservation des récoltes dans des greniers pour garantir la sécurité alimentaire au niveau de chaque famille, (iv) la conservation des ressources génétiques sous forme d'épis ou des graines sèches, (v) la pratique de la transhumance dans le domaine de l'élevage, etc.

Pour faire face aux problèmes de sécurité alimentaire tout en s'adaptant aux aléas climatiques, le Burundi a initié des projets d'aménagement des périmètres irrigués pour la riziculture dans les plaines et a même développé la diffusion de la variété de riz de montagne.

Des plans nationaux de développement comprenant de nombreuses actions prioritaires d'adaptation aux changements climatiques sont en cours de réalisation.

Il s'agit essentiellement des plans suivants:

- ❑ Dans le cadre du PANA (2005), les actions prioritaires suivantes ont été envisagées :
 - Améliorer les prévisions climatiques saisonnières pour l'alerte précoce ;
 - Préserver les boisements existants et reboiser les zones dénudées ;
 - Renforcer la gestion des aires protégées existantes et ériger en aires protégées et les écosystèmes naturels identifiés comme menacés et vulnérables ;
 - Vulgariser les techniques de collecte des eaux de pluie pour des usages agricoles ou ménagers ;
 - Mettre en place des dispositifs pour le contrôle de l'érosion dans le pays ;
 - Etablir et protéger des zones tampons stratégiques dans la plaine inondable du lac Tanganyika et autour des lacs du Bugesera ;
 - Identifier et vulgariser des essences forestières résistantes à la sécheresse ;
 - Vulgariser les cultures vivrières à cycle court et celles résistantes à la sécheresse ;
 - Vulgariser les techniques d'élevage en stabulation permanente ;
 - Identifier et vulgariser les techniques améliorées d'utilisation du bois et les énergies nouvelles et renouvelables.
 - Contrôler la dynamique des cours d'eau et torrents dans le Mumirwa et à Bujumbura;
 - Former et informer les décideurs et autres intervenants sur les méthodes d'adaptation;
 - Identifier et vulgariser l'élevage d'espèces adaptées aux conditions locales du climat;
 - Multiplier les microcentrales hydroélectriques.

❑ *Le Plan d'Action GIRE (2009)* et la Stratégie Nationale de l'Eau se réaliseront à travers la nouvelle approche de gestion intégrée des ressources en eau adoptée par le Burundi et qui cadre parfaitement avec la situation qui sera induite par le changement climatique et qui se traduira notamment par une pénurie de l'eau et des inondations par endroits.

« La gestion intégrée des ressources en eau implique une gestion consensuelle et participative des ressources en eau entre plusieurs parties prenantes ayant des intérêts divergents et des positionnements variés et à différents niveaux. Les actions proposées dans le PAGIRE sont articulées autour de trois axes stratégiques qui ont des liens avec l'adaptation au changement climatique. Ces actions consistent notamment à :

- Mettre à jour le système de collecte de données météorologiques et hydrologiques ;
- Evaluer les ressources en eau souterraine du Burundi afin de pallier rapidement aux lacunes actuelles dans la connaissance y relative ;
- Elaborer une modélisation hydrologique des bassins versants comme une étape importante pour apprécier la capacité des ressources disponibles à répondre aux besoins présents et futurs et de servir de support à la planification ;
- Evaluer la demande future sur différents horizons (2015, 2025, 2050) et pour tous les secteurs à des fins de planification ;
- Développer un système d'évaluation de la bonne gestion des écosystèmes du Burundi;
- Développer une stratégie d'intégration de la femme burundaise à tous les niveaux dans le processus de mise en place du concept GIRE ;

- Développer une stratégie de mise en œuvre de l'utilisation optimale des ressources en eau du Burundi, intégrant les aspects liés à la quantité et à la qualité et pour tous les secteurs ;
- Elaborer et mettre en œuvre une stratégie d'éducation de toutes les parties prenantes, dans tous les aspects de la GIRE ;
- Assurer un assainissement de base et évacuer les eaux pluviales et usées pour la protection des eaux de surface et souterraines.

Le PAGIRE est en cours d'application, notamment: la carte des potentialités en eaux souterraines est disponible et permet d'évaluer le potentiel des eaux souterraines sur tout le territoire et peut orienter les décideurs sur les technologies à utiliser dans le sens de la protection et l'utilisation de cette ressource. Le système de collecte des données hydrométéorologiques et du système d'aide à la prise de décision (DSS) qui ont été développés, permettront aux décideurs de prendre des mesures nécessaires pour la planification, la protection et l'utilisation de cette ressource. Le Code de l'Eau promulguée en mars 2012 contient des dispositions pénales pour la protection de la ressource eau.

Une zone pilote de la GIRE est entrain d'être expérimentée dans le sous bassin pilote de DAMA-MUREMBWE et, une fois concluant, ce plan sera mis en échelle dans tout le Pays.

❑ *Pour le Programme National d'Investissement Agricole (PNIA)*, quatre programmes ont été identifiés et portent sur : (i) l'accroissement durable de la production et de la sécurité alimentaire ; (ii) la professionnalisation des producteurs et promotion de l'innovation ; (iii) le développement des filières et de l'agro-business ; (iv) le renforcement des institutions publiques.

Beaucoup d'actions prioritaires ont été identifiées en rapport avec l'adaptation au changement climatique et portent notamment sur :

- Aménagement et protection de 500 000 ha de bassins versants ;
- Reforestation et protection des réserves naturelles ;
- Développement des infrastructures hydrauliques pour l'irrigation ;
- Développement des aménagements et des réhabilitations de marais de moyenne et haute altitude ;
- Aménagement des périmètres irrigués dans les régions affectées par la sécheresse (le Bugesera, la plaine de l'Imbo et le Kumoso) ;
- Développement de la petite irrigation collinaire ;
- Développement du programme national d'insémination artificielle ;
- Réhabilitation et aménagement des étangs piscicoles ;
- Mise en place d'un Système d'alerte précoce de la variabilité climatique ;
- Constitution de stocks de sécurité alimentaire.

A travers ces différents plans d'actions, le Gouvernement a mis un accent particulier sur le renforcement des capacités institutionnelles, techniques et humaines, qui contribueraient à s'adapter au changement climatique. Il s'agit notamment de:

i) Au niveau institutionnel :

- Renforcer les capacités humaines et techniques du service météorologique national en vue d'établir des prévisions climatiques saisonnières fiables ;
- Mettre en place un système d'alerte et de prévention des catastrophes naturelles ;

ii) Au niveau technique et humain:

- Renforcer les capacités dans la promotion des techniques permettant l'économie du bois-énergie ;
- Promouvoir la gestion rationnelle des plantations forestières ;
- Renforcer les capacités nationales pour l'évaluation des ressources en eau disponibles et leur utilisation optimale ;
- Renforcer les capacités nationales pour la maîtrise de l'eau pour la production alimentaire ;
- Former et informer les décideurs et les autres intervenants, y compris les communautés locales, sur les méthodes d'adaptation à la variabilité climatique, la GIRE, etc.

❑ La Politique Nationale de la Recherche scientifique et de l' Innovation Technologique, son Plan d' action et sa stratégies de mise en œuvre 2014-2018 traitent partiellement les secteurs des ressources en Eau ainsi que le secteur de l'agriculture et élevage .

1.5. SELECTION DES SECTEURS

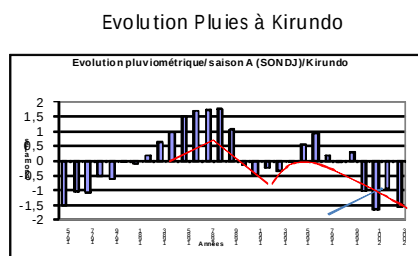
1.5.1 Aperçu sur les changements climatiques prévus et leurs impacts sur les secteurs vulnérables

❑ Contexte climatique :

Il importe de signaler que le Burundi est classé parmi les 6 pays les plus pauvres du monde et se trouve confronté aux problèmes de vulnérabilité aux changements climatiques avec des capacités très limitées d'adaptation. Le système climatique du Burundi est sous la dynamique de la convergence intertropicale ZCIT dominé par les alizés du Sud –Est apportant de l'air humide de l'océan indien.

❑ Evolution des précipitations

L'analyse de l'évolution temporelle des précipitations sur une période normale de 30 ans révèle un caractère cyclique, avec une périodicité de plus ou moins 10 ans, de l'alternance de périodes d'excédent avec celles de déficit pluviométrique par rapport à la normale.



30/11/2015

Ewaste UNEPRBO CDM CB project

15

Graphique1 : Evolution des pluies à Kirundo(AV-Bdi,2014)

L'évolution pluviométrique interannuelle est caractérisée par une tendance fortement à la baisse comme le montre le graphique 1 et fait apparaître que le climat sera marqué par des irrégularités dans la répartition temporelle et spatiale de la

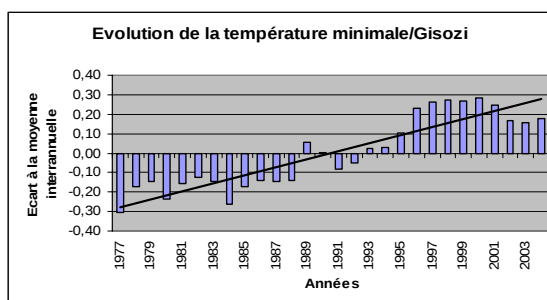
pluviométrie, des irrégularités du début et de la fin des saisons pluvieuses, des fréquences élevées des événements climatiques extrêmes ainsi que des épisodes sèches plus fréquents.

Les projections climatiques à l'horizon 2050 montrent clairement qu'en présence des changements climatiques on assistera à :

- une hausse de la pluviométrie variant de 3 à 10 % pour le groupe de mois pluvieux de novembre à avril ;
- une diminution de la pluviométrie de 4 à 15 % au cours des mois de mai à octobre et la saison sera plus sèche que d'habitude ;
- une variabilité cyclique quasi décennale des précipitations va se conserver;
- une tendance prononcée à la hausse de la pluviométrie à partir des années 2030 ;
- la saison sèche qui durait normalement 4 mois sera de plus en plus longue 6-7 mois, s'étendant de mai à octobre.

Ce changement du régime pluviométrique se répercute automatiquement sur le régime hydrologique qui sera caractérisé par une baisse généralisée des ressources en eau en saison sèche et des crues inondant les terres basses et des bas-fonds en saisons pluvieuses.

❑ Evolution de la température :



L'analyse de l'évolution de la température moyenne montre une hausse persistante de celle-ci par rapport à la normale à partir des années 1990 et s'accélère au niveau de presque toutes les stations d'observations météorologiques du pays mais le réchauffement sera plus important dans les régions d'altitudes (voir le graphique 2).

Graphique 2 : Evolution de la température minimale à Gisozi

Les changements du régime pluviométrique et l'augmentation des températures auront des impacts négatifs sur le mode d'existence de la population burundaise. Les secteurs identifiés comme les plus vulnérables sont : (i) l'Agriculture -Elevage ; (ii) les ressources en eau; (iii) la production de l'énergie hydroélectrique; (iv) les écosystèmes naturels et (v) la santé humaine.

1.5.1.1. Vulnérabilité future du secteur Agriculture – Elevage

Le changement climatique frappe le secteur Agricole de plein fouet. Les projections des rendements agricoles de la quasi-totalité des cultures vivrières pour les saisons agricoles A et B montrent une tendance en baisse très accentuée à partir de 2010.

Les cultures industrielles ne seront pas épargnées par les changements climatiques car tout excès de précipitations au-delà du seuil de référence favorisera la prolifération des maladies et ravageurs qui provoqueront une diminution de rendement.

Les pertes du cheptel bovin, caprin, ovin et volaille seront plus importantes suite à des sécheresses plus prolongées et plus fréquentes avec des probabilités d'occurrence entre 40 et 60% [SCNCC, janvier 2010].

Au Burundi, l'Agriculture étant à plus de 97% pluviale, pourrait chuter de 50% d'ici 2020. On anticipe que la production agricole et l'accès à la nourriture seront durement touchés avec de lourdes conséquences en matière de sécurité alimentaire et de malnutrition. Le tableau suivant (tableau 1) montre les impacts immédiats du changement climatique sur ce secteur.

Tableau 1: Synthèse des impacts immédiats du changement climatique sur le secteur de l'Agriculture et Elevage [SCNCC, janvier 2010]

Impacts immédiats	Résultats des impacts du changement climatique attendu	Besoins en investissement pour l'adaptation
Inondations des marais et des zones basses	Pertes des cultures des marais Destruction des infrastructures socio-économiques et des bâtiments	• Aménagement intégré des bassins versants incluant le reboisement, les dispositifs de lutte antiérosive • Plantation des cultures résistantes aux fortes pluies (tubercules : manioc, patate douce,...)
Sécheresse prolongée	Perte des cultures n'ayant pas atteint la phase de maturité	• La vulgarisation des techniques de collecte des eaux de pluie pour des usages agricoles ou ménagers
	Diminution de la production agricole et d'élevage	• Développement des techniques de micro irrigation • Gestion et utilisation des eaux pluviales à des fins agricoles et ménagères • Diffusion et vulgarisation des cultures vivrières à haut rendement et à croissance rapide
	Diminution de la productivité de l'élevage suite à la diminution de la quantité et qualité de fourrage	• Promotion de l'élevage en stabulation permanente • Vulgarisation du petit bétail comme les caprins, lapins, volaille, etc.
	Diminution/disparition des poissons dans les lacs suite à la hausse de la Température	• Développement de la pisciculture
	Dégradation des forêts et boisements et pénurie de bois-énergie	• Promotion des essences forestières résistantes à la sécheresse
Dégradation des terres et pertes de la fertilité des sols	Baisse des rendements agricoles et de la production	• Protection des bassins versants par le reboisement favorisant l'infiltration de l'eau et la recharge des nappes aquifères
	Perte de la fertilité des sols due à l'érosion des terres arables productives	• Mise en place de dispositifs pour le contrôle de l'érosion dans les régions sensibles
	Eutrophisation des eaux des lacs et diminution des productions halieutiques	• Développement de la pisciculture.

Impacts immédiats	Résultats des impacts du changement climatique attendu	Besoins en investissement pour l'adaptation
	Insécurité alimentaire et malnutrition	• Mise à la disposition des populations des infrastructures communautaires pour la conservation des récoltes et des semences des cultures vivrières

En conclusion, les technologies pour l'adaptation dans le secteur de l'Agriculture et l'Elevage devront parfaitement répondre aux besoins d'investissement pour augmenter la résilience du système productif face aux impacts des changements climatiques en cours et à venir.

Il faut garder à l'esprit que l'Agriculture au Burundi est pluviale, elle dépend donc des pluies qui constituent le véritable facteur important de l'agriculture et qui dictent et orientent les saisons.

1.5.1.2. Vulnérabilité future des ressources en eau

L'analyse du comportement des ressources en eau d'une manière générale en fonction des changements projetés a abouti à une augmentation des débits moyens annuels de l'ordre de 7 % d'ici l'an 2050. La vulnérabilité future des ressources en eau se manifeste de la manière suivante :

Pendant la saison sèche de 6 mois on assistera à :

- un assèchement des lacs du Nord peu profonds; un tarissement des cours d'eau de faible débit et disparition de certaines végétations aquatiques;
- une réduction de la production des centrales hydroélectriques ;
- une concurrence accrue dans l'exploitation des ressources en eaux souterraines qui restent encore aujourd'hui mal connues.

Pendant la saison des pluies qui durera aussi 6 mois on aura :

- de plus grandes érosions pluviales et des envasements des rivières ;
- une détérioration de la qualité de l'eau de surface et souterraine ;
- des inondations des basses terres et des bas-fonds.

Le tableau suivant (tableau 2) donne la synthèse des impacts immédiats du changement climatique sur le secteur des ressources en eau et le tableau 3 des impacts au niveau de l'information et communication sur les changements climatiques. . .

Tableau 2 : Synthèse des impacts immédiats du changement climatique sur le secteur des Ressources en Eau [SNCC, janvier 2010]

Impacts immédiats	Résultats des impacts du changement climatique attendu	Besoins en investissements dans la technologie
Inondations des marais et des zones basses	• Erosion collinaire	• Aménagement intégré des bassins versants incluant le reboisement, les dispositifs de lutte antiérosive, • Plantation des cultures résistantes aux fortes pluies (tubercules : manioc, patate douce,)
	• Envasement rapide des lacs de retenue et des cours d'eau	
	Proliférations des maladies hydriques dans les zones rurales et urbaines inondées	• Assainissement collectif des quartiers inondables dans la ville de Bujumbura, Rumonge et Nyanza-Lac. • Contrôle de la dynamique fluviale des cours d'eau et des torrents dans le Mimirwa y compris la ville de Bujumbura
Sécheresse prolongée : Pénurie d'eau potable	Dessèchement des lacs et sources d'eau	• Approvisionnement en eau potable des populations
	Baisse de la production de l'énergie hydroélectrique suite à la baisse du niveau de l'eau des lacs de retenues	• Promotion d'autres sources d'énergies alternatives (solaire, éolienne, ...)
Dégradation du milieu aquatique	Pollution de l'eau par une forte charge en éléments solides	• Etablissement et protection des zones tampons stratégiques dans la plaine inondable autour des lacs naturels et de retenue d'eau

Tableau 3 : Impact au niveau de l'information et de la communication pour l'adaptation au Changement Climatique

Impacts immédiats	Résultats attendus	Besoins en investissements
Information sur le risque potentiel climatique	Manque d'information sur le risque climatique	• Mise en place d'un système d'alerte précoce de la variabilité climatique
Information pour la planification à court	Insuffisance de données	• Mettre à jour le système de collecte des données météorologiques et

moyen et long terme de l'adaptation aux Changements Climatiques	pour la prise de décision	hydrologiques
	Une planification incomplète et non intégrée sur l'adaptation aux changements climatiques	•Evaluer les ressources en eau souterraine du Burundi pour servir de soutien à une planification intégrée
		•Elaborer une modélisation hydrologique pour chaque bassin versant et apprécier la capacité des ressources disponibles à répondre aux besoins présents et futurs et de servir de support à la planification

En conclusion, les technologies pour l'adaptation dans le secteur des Ressources en Eau devront parfaitement répondre aux besoins d'investissement pour augmenter la résilience face aux impacts des changements climatiques en cours et prévus.

Il faut signaler que le secteur des ressources en eau est le plus exposé aux variabilités et aux changements climatiques et que leur disponibilité en quantité et qualité est menacée.

1.5.2 Processus et résultats de sélection des secteurs

Deux secteurs d'importance capitale pour la nation burundaise ont été sélectionnés pour l'EBT afin que les technologies identifiées puissent réellement contribuer à l'adaptation. Il s'agit du secteur de l'**Agriculture et l'élevage** ainsi que le secteur des **Ressources en eau**.

Depuis l'indépendance, le Burundi a toujours basé son économie sur l'Agriculture qui apporte 39,6% du PIB (Rapport annuel BRB, 2014)et occupe plus de 84% de la population burundaise. Depuis les années 1980s, des efforts considérables ont été investis dans le secteur agricole, même s'ils ont été contrariés par les différentes crises sociopolitiques qui s'en sont suivies.

L'Eau c'est la vie et de ce fait, on ne pourrait pas parler du développement du Burundi sans mentionner la disponibilité et la gestion de la ressource eau pour tous les secteurs socio-économiques dont l'Agriculture et l'Energie.

Eu égard à la vulnérabilité croissante des secteurs de l'Agriculture et des Ressources en Eau aux changements climatiques, le Gouvernement du Burundi les a déclarés et inscrits comme une priorité dans tous les plans et stratégies nationaux de développement que ce soit dans la vision 2025, le CSLPII, le PANA, les Communications Nationales aux Changements Climatiques et dans d'autres documents de planification macroéconomique et sectorielle. C'est pourquoi, le Comité Technique de l'EBT les a sélectionnés pour l'Evaluation des Besoins Technologiques en vue de l'adaptation aux changements climatiques.

CHAPITRE II: ARRANGEMENT INSTITUTIONNEL DE L'EBT ET LA PARTICIPATION DES PARTIES PRENANTES

II.1 EQUIPE NATIONALE DU PROJET EBT

L'organisation du projet EBT au Burundi est fondée sur plusieurs structures : le Comité Technique, le Coordinateur National, les Consultants nationaux d'atténuation et d'adaptation et les Groupes de Travail Sectoriels d'atténuation et d'adaptation comme le montre le schéma suivant:

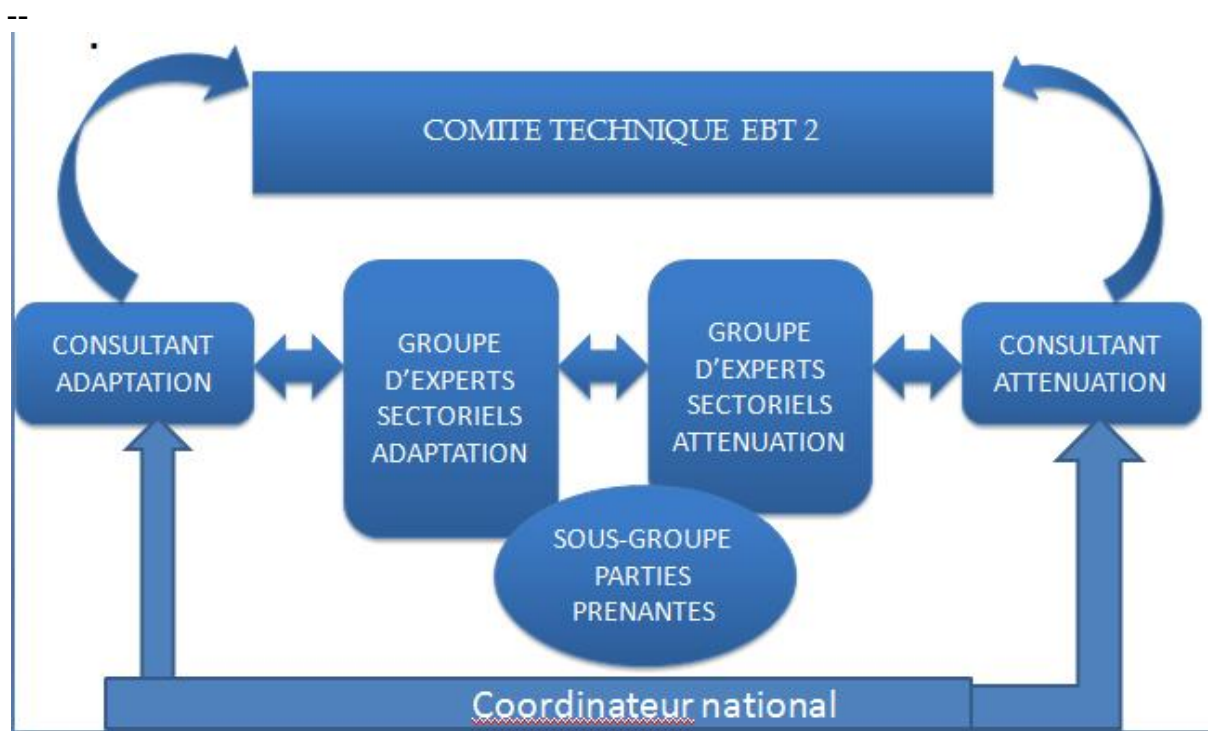


Figure7. Structure organisationnelle du projet EBT au Burundi

II.1.1.Comité Technique du projet EBT

Le cadre institutionnel du projet a été pris par l'ordonnance ministérielle n° 770/1285/2015/du 15/10/2015 portant nomination des membres du Comité Technique. Le Comité Technique est une instance d'orientation, de suivi et d'évaluation. Il est chargé d'identifier les secteurs vulnérables et les besoins prioritaires en technologies, de constituer les groupes de travail sectoriels technologiques, d'approuver les stratégies sectorielles d'adaptation et d'atténuation, d'approuver les plans technologiques basés sur la politique et les stratégies du changement climatique, d'élaborer un plan d'actions national transversal en technologies (PAT) pour l'atténuation et l'adaptation, de valider les résultats des activités d'évaluation des besoins en technologies, notamment des études, analyses et synthèses réalisées par les consultants. Il est composé des représentants de:

- Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme (Cabinet, OBPE, IGEPU-Météorologie nationale, DGREA) ;
- Ministère de l'Énergie et Mines (Direction Générale de l'Énergie);
- Ministère en charge de l'Industrie et du Commerce;

- Ministère en charge de l'Agriculture (DGA et ISABU);
- Université du Burundi (Recherche Scientifique);
- Ministère en charge des Transports (transports intérieurs) ;
- Ministère en charge de la Planification du Développement ;
- Ministère en charge de la Santé Publique (Promotion santé et Hygiène);
- Services Techniques Municipaux de Bujumbura (SETEMU);
- Un représentant du partenariat national de l'eau.

II.1.2. La Coordination du Projet EBT

Elle est chargée de la coordination et de la gestion du processus EBT global. Elle donnera l'orientation et encadrera le projet d'une façon globale, en facilitant la communication avec les membres de l'équipe Technique EBT et en gérant les activités de sensibilisation des parties prenantes, la formation des groupes de travail pour l'acquisition d'information, la coordination et la communication de tous les résultats. Elle est composée de :

- Coordonnateur du Projet EBT;
- Assistante Administrative et Financière.

II.1.3. Le Groupe d'experts sectoriels

Il est composé de six experts provenant des Ministères et/ou organismes des secteurs sélectionnés pour l'évaluation des besoins technologiques.

Le groupe est chargé d'appuyer les consultants en matière de collecte des données, analyse des barrières et consolidation des rapports des consultants par des informations vérifiées.

Sa composition est la suivante :

- Deux représentants du Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage;
- Un représentant du Ministère en charge de l'Eau et de l'Environnement;
- Un représentant du Ministère en charge de la santé publique ;
- Un représentant de la Municipalité de Bujumbura pour les aspects en rapport avec les déchets ;
- Un représentant du Ministère en charge de l'énergie.

II.1.4. Les Consultants

Ils travaillent en étroite collaboration avec le Coordonnateur national du projet et l'Équipe Technique EBT. Leur mission consiste à l'encadrement technique de l'intégralité du processus d'EBT depuis l'identification des besoins en technologies jusqu'à l'élaboration du plan d'Actions Technologiques Nationales et rédiger les rapports intermédiaires et finaux.

Au Burundi, les consultants individuels retenus sur une longue liste de compétition sont :

- Pour l'Adaptation des secteurs Agriculture et Elevage et Ressources en Eau : Feu Evariste SINARINZI qui a été remplacé officiellement par Monsieur NAYISI Constantin désigné par le Comité Technique du projet EBT ;
- Pour l'atténuation des secteurs clés de l'Energie et Déchets : Monsieur Diomède NYENGAYENGE.

II.2. PROCESSUS D'ENGAGEMENT DES PARTIES PRENANTES (PP) AU PROJET EBT

Les parties prenantes jouent un rôle central dans le processus du projet EBT car elles sont étroitement impliquées dans sa mise en œuvre. Il est donc important de les identifier dès le début du projet. Les PP peuvent provenir des services publics chargés de la formulation et la réglementation de politiques des secteurs vulnérables, d'industries des secteurs privés utilisateurs et/ou de fournisseurs technologiques, d'associations, et d'organismes de contrôle, d'institutions financières, de ménages, de petites entreprises et autres (organisations internationales, bailleurs de fonds).

En ce qui concerne le secteur Agriculture, le Burundi, sur la base de la vision 2025 et du Plan National d'Investissement Agricole(PNIA), a mis en place des institutions étatiques pour le développement agricole. Il s'agit notamment de la Direction Générale de l'Agriculture, la Direction Générale de l'Elevage, la Direction Générale de la Mobilisation pour l'Autodéveloppement et la Vulgarisation Agricole, la Direction Générale de la Planification Agricole et de l'Elevage et l'Institut des Sciences Agronomique du Burundi(ISABU).

Les parties prenantes du ressort de ce secteur ont été identifiées dans les structures susmentionnées. Ces structures détentrices de technologies dans le secteur de l'Agriculture travaillent en étroite collaboration avec les populations rurales qui seront les bénéficiaires de la mise en œuvre des technologies identifiées dans le cadre du projet.

L'accès à l'eau potable est une situation préoccupante à court terme. Dans le CSLPII, il est devenu un droit parmi les droits fondamentaux de l'homme, d'où une priorité pour le Gouvernement qui a créé des structures étatiques de surveillance et de gestion de la Ressource en Eau. Il s'agit notamment du MEEATU, avec à son sein l'IGEBU, la DGRE, l'OBPE et le MEM comme tutelle de l'AHAMR, la DGEPA (voir le tableau 4).

Dans toutes ces structures étatiques, les parties prenantes ont été impliquées et ont participé avec intérêt dans tout le processus depuis l'identification des secteurs vulnérables et la priorisation des options technologiques à travers des ateliers organisés par la coordination, des séances de travail ponctuelles avec les consultants ainsi que des échanges réguliers de correspondances.

Come le montre le tableau 4, parmi les Parties prenantes se trouve aussi le secteur privé, les institutions Universitaires et de Recherche, les Organisations de la Société Civile détentrices ou utilisatrices des technologies et ont été impliquées dans l'évaluation des technologies appropriées a travers les sections des groupes de travail .

Tableau 4 : Analyse des Parties Prenantes ou matrice d'influence de la mise en place des technologies d'adaptation

Catégories de Parties Prenantes (PP)	Parties Prenantes Pertinentes (PPP)	Mandat ou Fonction	Influence : Faciliter (F) ou Entraver (E)	Importance Intérêt prioritaire (G, M, F)	Intérêt: Avantages (A) ou Impact négatif (IN)
Institution Publiques chargées de la formulation et de la réglementation des politiques du secteur Agriculture	DGA : Direction Générale de l'Agriculture	▪ Fertilisation des sols par engrais ; ▪ Promotion des Semences et plants ; ▪ Protection des végétaux par insecticides; ▪ Travaux du Génie rural; ▪ Transformation agro-alimentaire(CNTA)	F	G	A
	Direction Générale de l'Elevage DGE	▪ Production animale ; ▪ Pêche et Aquaculture; ▪ Santé animale	F	G	A
Institution Publiques et projets chargés de la mise en œuvre de la politique Agricole	DGMAVA: Direction Générale de la Mobilisation pour l'Autodéveloppement et la Vulgarisation Agricole	▪ Formation et Vulgarisation agricole ; ▪ Recherche et Développement ; ▪ Encadrement production par les DPAEs	F	G	A
	Les Projets du MINAGRIE	PAOSA, PRODEFI, PRODEMA, PROPAO	F	G	A
	Institution personnalisée	SRDI, OTB, ARFIC, OHP, COGERCO	F	G	A

Catégories de Parties Prenantes (PP)	Parties Prenantes Pertinentes (PPP)	Mandat ou Fonction	Influence : Faciliter (F) ou Entraver (E)	Importance Intérêt prioritaire (G, M, Faible) (N)	Intérêt: Avantages (A) ou Impact Négatif (IN)
Institution Publiques chargées de la formulation et de la réglementation des politiques du secteur Eau	Cabinet du Ministre MEEATU	▪ Gestionnaire politique des questions Environnementales	F	G	A
	DGRE : Dir. Générale des Ressources en eau et de l'Assainissement	▪ Gestion intégrée des RE (GIRE); ▪ Assainissement et contrôle de la qualité de l'Eau ;	F	G	A
	IGEBU : Institut Géographique du Burundi	▪ Fournisseur de l'information et prévisions météo, climatologiques et hydrologiques; ▪ Alerte précoce d'impacts des changements climatiques;	F	G	A
	OBPE: Office Burundais de la Protection de l'Environnement	▪ Aménagement et gestion des forêts ; ▪ Protection de l'Environnement ; ▪ Politique et stratégies des changements climatiques.	F	G	A
	AHAMR : Agence de l'Hydraulique et d'Assainissement	▪ Approvisionnement en eau potable en milieu Rural	F	G	A

Catégories de Parties Prenantes (PP)	Parties Prenantes Pertinentes (PPP)	Mandat ou Fonction	Influence : Faciliter (F) ou Entraver (E)	Importance Intérêt prioritaire (G, M, F)	Intérêt: Avantages (A) ou Impact négatif (IN)
	ent en Milieu Rural				
	DGEPA : Dir. Générale d'Eau Potable et d'assainissement de Base	Infrastructures hydrauliques & Assainissement	F	G	A
Communautés rurales Bénéficiaires	Associations des usagers de l'eau		F	M	A
Associations privées utilisateur /Fournisseur de technologies de l'Eau / Agricoles	Producteurs d'eau minérale		F	M	A
Bailleurs de fonds des secteurs vulnérables	Coopération Allemande (PROSECEAU)		F	G	A
Industries technologiques	BRARUDI	Industrie alimentaire : Brasserie			
	AFRITEXTILE	Industrie Textile rejet des eaux usées	F	G	A
	SAVONOR	Fabrique de Savons			
	TANERIE	Traitement du cuir et rejet des eaux usées			

Catégories de Parties Prenantes (PP)	Parties Prenantes Pertinentes (PPP)	Mandat ou Fonction	Influence : Faciliter (F) ou Entraver (E)	Importance Intérêt prioritaire (G, M, F) négatif (IN)	Intérêt: Avantages (A) ou Impact négatif (IN)
	SOGESTAL Usines à café	Dépulpage du café et rejet des eaux usées	F	G	A
			F	G	A
Institutions académiques et de recherche locale des secteurs AGRICULTURE et EAU	UB: Université du Burundi et autres institutions universitaires		F	G	A
Recherche scientifique et technologique	ISABU : Institut de Recherche Agronomique du Burundi	FSA, ITS,	F	G	A

Ce tableau montre que presque toutes les parties prenantes intéressées ont soit une influence de facilitation, soit un intérêt prioritaire et ou un avantage particulier dans le projet EBT.

CHAPITRE III : IDENTIFICATION ET PRIORISATION DES TECHNOLOGIES DU SECTEUR « RESSOURCES EN EAU »

III.1 VULNERABILITES CLES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LE SECTEUR DES RESSOURCES EN EAU

L'eau au Burundi, comme ailleurs, est une ressource limitée et vulnérable : elle est limitée par les conditions climatiques souvent défavorables dans certaines régions, l'inégale distribution spatio-temporelle des pluies et la nécessité de partager les ressources en eau disponibles avec les pays voisins.

Les potentialités hydriques du Burundi comprennent les Ressources en eaux pluviales, les Ressources en eaux de surface et les Ressources en eaux souterraines comme le montre le tableau 5.

Tableau 5 : Synthèse des paramètres sur la disponibilité de l'eau (PNEau, 2010)

Composants du bilan hydrologique	Débits	Lame d'eau
Précipitations annuelles moyennes	1011 m ³ /s	1274 mm
Evapotranspiration moyennes	692 m ³ /s	872 mm
Eaux superficielles	82 m ³ /s	103 mm
Eaux souterraines	237 m ³ /s	299 mm
Eaux de ruissellement	82 m ³ /s	103 mm
Ressources partagées	335 m ³ /s	422 mm
Eaux exportées	661 m ³ /s	783 mm

Pour les Ressources en eaux pluviales, le Burundi connaît une alternance de la saison sèche (Juin à Août) et de la saison pluvieuse (Septembre à Mai). La moyenne annuelle nationale des précipitations est de 1274 mm, ce qui correspond à un débit de 1011 m³/s. Dans les régions de hautes altitudes (Crête Congo-Nil, Plateaux centraux), le bilan climatique est largement excédentaire tandis que dans les régions à faible altitude (Imbo et dépressions du Nord-Est, il est déficitaire. (voir le tableau 6).

De par sa position géographique qui le situe entre les bassins du Congo et du Nil, le Burundi ne profite pas des eaux en provenance des autres pays. La région de la crête Congo-Nil plus arrosée joue un rôle très important dans le bilan hydrique du pays et les faibles quantités en eaux superficielles se rencontrent dans la région du Bugesera. Les trois grands lacs que connaît le Burundi sont tous situés aux frontières du pays.

Le lac TANGANYIKA, constitue un réservoir immense d'eau douce d'un volume de 18.880 km³ et d'une superficie de 32.400 km² dont 2600 Km² de superficie burundaise. Sa période de renouvellement est extrêmement longue, ce qui rend le lac vulnérable aux pollutions.

Le lac COHOHA d'un volume de 0,53 km³ avec une superficie burundaise de 59 km² constitue un réservoir peu profond de 11 m.

Le lac RWERU d'un volume de 0,37 km³, caractérisé par une profondeur de 5m avec une superficie burundaise de 91 km², est en communication hydraulique avec la rivière Kagera, tributaire du lac Victoria.

Pour les ressources en eaux souterraines, le Burundi, possède beaucoup de potentialités qui sont en cours d'exploitation. La carte d'orientation hydrogéologique : « potentialités en eaux souterraines au Burundi », élaborée par SOGREAH en 1993 et le Plan Directeur National de l'Eau de 1998, permet de distinguer les zones à faibles, moyennes, bonnes et hautes potentialité en eaux souterraines suivantes :

- Les zones à hautes potentialités en eaux souterraines : les régions de la crête Congo-Nil et des plateaux centraux du Mugamba, Bututsi, Buyenzi et Bweru ;
- Les zones de bonnes potentialités en eaux souterraines : localisées dans les formations alluvionnaires de bas-fonds et des roches calcaires le long de la rivière Kanyaru, le long de la Ruvubu ainsi que dans la cuvette du Bugesera, autour des lacs Rweru et Cohoha;
- Les zones de potentialités moyennes : localisées dans les dépressions granitiques en communes de Butaganzwa, Muhanga Rango, Rutegama, Nyabihanga, Gitega, Makebuko, Itaba et dans le parc de la Ruvubu, ainsi que dans les marais de la Nyamuswaga;
- Les zones à faibles potentialités : l'Imbo, le Kumoso et le Bugesera sont les régions naturelles aux ressources les plus faibles. La région de Bugesera est la plus défavorisée en eaux totales (PNE, 2009).

La carte des potentialités en eaux souterraines suivante, élaborée avec l'appui de la GIZ à travers BGR confirme cette situation.



Figure 9 : Carte des potentialités en eau souterraine

Malgré cette richesse en potentialité des ressources en eau, le Burundi, dont la population est fortement dépendante surtout des ressources naturelles, connaît des pénuries alimentaires et des famines récurrentes. La destruction des écosystèmes et la dégradation des ressources en eau sont dues entre autres, à la forte pression exercée sur les terres et surtout à une mauvaise gestion de l'eau, ainsi qu'à la surexploitation des ressources forestières.

Ces problèmes environnementaux sont encore aggravés par le changement climatique et constituent une menace pour le développement socioéconomique et sanitaire du pays.

Cette situation peut être aggravée par le changement climatique et la variabilité du climat, avec comme répercussion majeure la dégradation de la disponibilité et de la qualité de l'eau. Dans le but de mieux comprendre ces effets du changement climatique, une projection a été faite pour le Burundi. Cette projection considère les années 1970 à 1999 comme période de référence et une analyse de variations annuelles et saisonnières des précipitations et de la température a été faite pour les périodes futures de 2031-2060 et de 2071-2099.

La vulnérabilité à l'érosion est due à l'augmentation des précipitations et selon l'ISABU, 100 tonnes de terre ont été perdues par hectare avant 1993. Cette vulnérabilité à l'érosion est déterminée à partir des modèles déjà développés.

La partie inférieure des cartes de vulnérabilité 11 et 12 montre la carte d'exposition du modèle, la carte de sensibilité et la carte de capacité d'adaptation. L'exposition est ici représentée par le modèle d'érosion du sol élaboré à partir du modèle « *RUSLE* ».

On constate que les « hotspots de vulnérabilité » se trouvent dans le Nord-Ouest et le Nord du pays. La pente de la crête (pas la crête directement!) vers la plaine de l'Imbo dans l'Ouest et les structures topographiques au Nord et sur le plateau central présentent les régions les plus

vulnérables à l'érosion. Les causes en sont surtout le relief très accidenté, ainsi que la forte sensibilité de ces régions. En comparant les trois cartes du bas avec la carte de vulnérabilité, on peut constater quelques phénomènes spécifiques:

- Les provinces de Bujumbura rural, Bubanza et Cibitoke sont les plus vulnérables, car elles sont les plus exposées et les plus sensibles à l'érosion;
- Tout le Nord du pays présente une forte sensibilité et une faible capacité d'adaptation, deux aspects qui augmentent la vulnérabilité de la région;
- La Province de Bururi est moins vulnérable que les autres provinces de la crête en raison d'une sensibilité (et ici d'une densité de la population) moins élevée;
- La Mairie de Bujumbura est la moins exposée au risque d'érosion; la capacité d'adaptation de la capitale est par ailleurs la plus élevée du pays;
- En dépit de fortes pentes, le risque d'érosion dans le parc national de la Kibira, est moins élevé en raison de la couverture végétale - la forêt naturelle stabilisant le sol;
- Les limites administratives sont parfois très accidentées, par exemple entre la Province de Bujumbura et la Province de Bururi. Même si les conditions naturelles ne changent pas entre ces deux provinces (comme le montre le modèle d'érosion du sol), la carte met en évidence une vulnérabilité moins élevée à Bururi qu'à Bujumbura du fait de leurs sensibilités différentes. En général, la résolution des cartes peut être améliorée avec des données plus précises, étant donné que la plupart de celles utilisées dans le document étaient principalement disponibles au niveau des provinces.

Les cartes de vulnérabilité suivantes montrent les projections de la vulnérabilité à l'érosion pour les périodes 2031-2060 et 2071-2099 et le RCP 8.5, basées sur le modèle climatique pour le Burundi; 2031-2060.

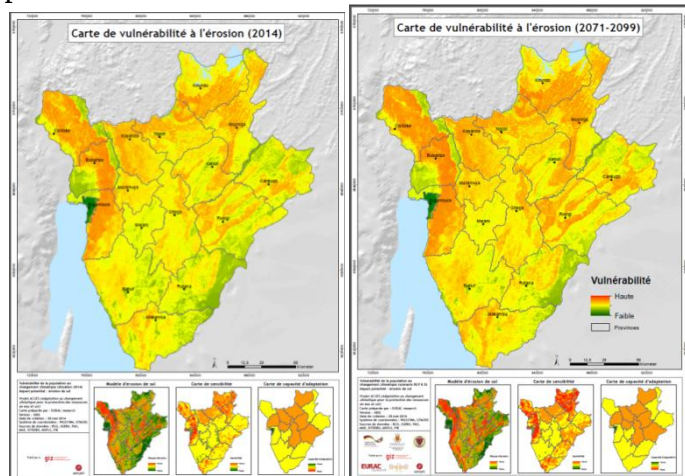


Figure 10: Cartes de Vulnérabilité à l'érosion (AV-Bdi, 2014)

En comparant les projections avec la carte de 2014, on ne constate pas un grand changement en termes de vulnérabilité. On note seulement une hausse de la vulnérabilité dans le Nord-Ouest et le Nord-est (notamment à Kirundo). Cette différence est due à l'augmentation de la densité de population et donc à la sensibilité plus élevée dans la région.

La figure 11 montre la vulnérabilité à la sécheresse pour l'année 2014. Elle présente également dans le cadre inférieur les cartes d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation.

L'exposition à la sécheresse est représentée par le modèle de disponibilité d'eau élaboré à partir du modèle hydrologique appelé Soil and Water Integrated Model (SWIM) qui est un modèle intégré de l'eau et du sol.

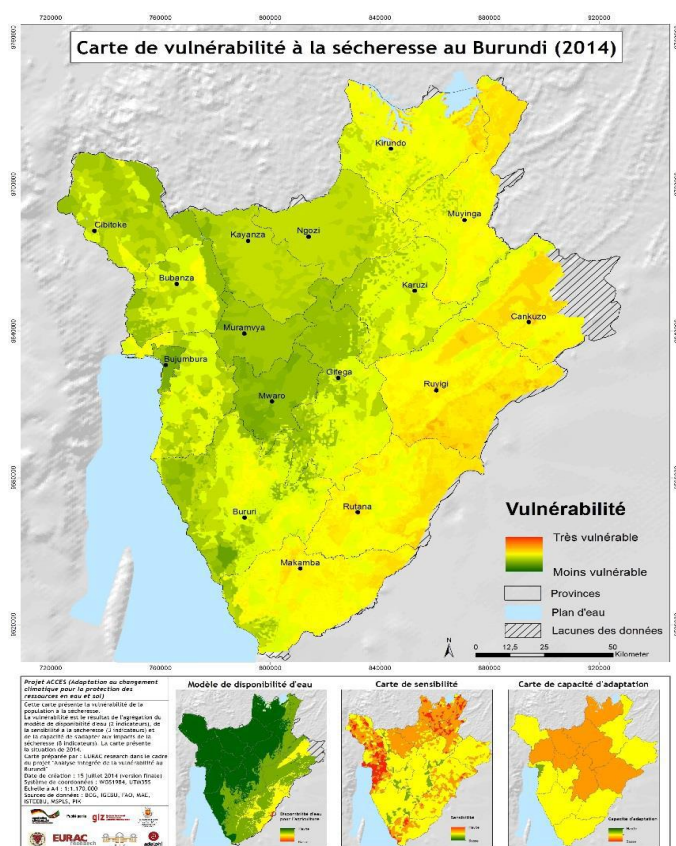


Figure 11 : Carte de vulnérabilité à la sécheresse au Burundi (AV-Bdi, 2014)

On constate que la vulnérabilité à la sécheresse dans l'ensemble du Burundi est moins accentuée que la vulnérabilité à l'érosion, par exemple. Le modèle intégré de l'eau et du sol (en bas à gauche de la carte) reflète notamment une situation assez favorable pour l'essentiel du pays. Si l'on compare les différentes régions du pays, il apparaît que la vulnérabilité à la sécheresse est la plus marquée dans le Sud-est et le Nord-est du pays. Par contre, le plateau central et l'Ouest du Burundi sont moins vulnérables. Ce gradient entre le Sud-est et le Nord-Ouest du pays se remarque aussi dans le modèle de disponibilité d'eau, mais le Nord-est est plus humide que le Sud-est du Burundi. La vulnérabilité du Nord-est vient donc aussi de la Sensibilité à la sécheresse plus élevée dans cette région.

La figure 12 qui suit, montre la vulnérabilité à la sécheresse pour les projections et le scénario RCP 8.5:

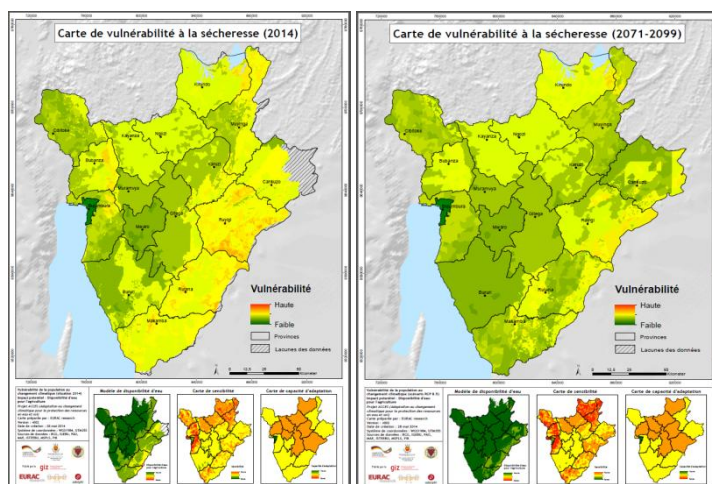


Figure 12 : Cartes de vulnérabilité à la sécheresse pour les projections et le scénario RCP 8.5 (AV-BDI, 2014)

Les projections montrent que l'eau disponible continuera à augmenter dans l'ensemble du pays. Pour la dernière période de 2071-2099, la quasi-totalité du Burundi disposera d'une quantité suffisante d'eau pour l'Agriculture. Seules la sensibilité et la capacité d'adaptation contribueront à une vulnérabilité plus élevée. Bien que la sensibilité augmente dans le Nord-est et le Nord-Ouest du pays, la vulnérabilité diminue par rapport à la situation de l'année 2014, en raison du surplus d'eau disponible. Le modèle de disponibilité contribue fortement à la présence d'une faible vulnérabilité à la sécheresse dans tout le pays. Cependant, il faut noter que le modèle ne montre que la disponibilité d'eau pendant l'année mais ne peut pas indiquer sa distribution spatio temporelle. Il est donc bien probable que la disponibilité d'eau en tant que telle va augmenter pour toute l'année mais qu'elle montre des véritables variations mensuelles pendant l'année avec des conséquences plus défavorables.

Après une analyse de vulnérabilité au niveau national qui a permis notamment d'identifier des « régions hotspots » au niveau de la vulnérabilité du Burundi à l'érosion et à la sécheresse face aux conséquences du changement climatique (voir chapitre 2 de ce rapport), une analyse de vulnérabilité au niveau locale a été menée.

Trois sous-bassins versants pilote de 4ème ou 5ème ordre (« mini-bassins ») vulnérables face à l'actuelle variabilité du climat et au changement climatique à venir ont été identifiés au sein de ces « régions hotspots » afin de bénéficier des mesures spécifiques d'adaptation au changement climatique. Ces trois sous-bassins sont situés dans la commune de Mutambu et dans la commune d'Isale de la Province de Bujumbura et en commune Marangara en Province de Ngozi.

Les deux communes à savoir Isale et Mutambu se trouvent dans la région de MUMIRWA, région la plus vulnérable aux changements climatiques surtout au glissement de terrain.

Il existe dans ces communes plusieurs zones menacées par des glissements de terrain dû à des pluies diluviennes et on observe un mouvement des populations qui quittent leurs terres pour aller s'installer notamment à Kabezi.

Les impacts des changements climatiques attendus à l'avenir sont notamment les inondations dans les bas-fonds, les glissements de terrain pouvant avoir beaucoup d'impacts sur les récoltes et les habitations. Il y a également des craintes que le barrage de Mugere puisse être

emporté par des pluies diluviennes si le bassin versant en amont n'est pas protégé contre l'érosion.

Au niveau de l'exposition, les impacts d'une forte pluviométrie sont plus importants dans les deux zones de la région des Mumirwa, parce qu'elle entraîne une très forte érosion des sols, des glissements de terrain provoquant une perte des terres agricoles, la destruction des cultures, des habitations et des infrastructures socio-économiques (routes et pistes).

Au niveau de la sensibilité, la zone de Marangara a une sensibilité aux changements climatiques plus faible que les zones d'Isale et Mutambu. En effet, le taux d'érosion y est plus faible (18 t/ha/an contre 100 t/ha/an dans le Mumirwa) et en cas de sécheresse prolongée, l'Agriculture dans les marais reste encore possible.

Au niveau de la capacité d'adaptation, les zones d'Isale et Mutambu semblent avoir un peu plus de capacités d'adaptation que la zone de Marangara pour les raisons suivantes:

- (i) Les ressources financières des ménages sont un peu diversifiées;
- (ii) L'accès aux intrants agricoles (semences maraîchères, produits vétérinaires, engrais, pesticides) semble être facilité par la proximité de la ville de Bujumbura.

Des mesures d'adaptation pour protéger les ressources de subsistance des populations et faire face aux impacts négatifs des changements climatiques, mais également tirer profit des opportunités pouvant être induites par ce dernier (hausse de la pluviométrie, par exemple) ont été proposées notamment l'accès aux technologies d'adaptation et l'accès aux connaissances et aux informations météorologiques.

Les mesures qui ont été proposées sont en rapport avec la collecte et la gestion des eaux pluviales, la lutte antiérosive, la protection des berges des rivières, la gestion intégrée des ressources en eau, etc. Ces mesures correspondent aux technologies proposées (GIZ, décembre 2014).

III.2 CONTEXTE DE DECISION

Au regard des impacts des changements climatiques, le Burundi a initié une série de lois, de codes, de politiques et des stratégies sectorielles visant à réduire les impacts des changements climatiques à travers des activités d'adaptation appropriées à chaque degré de vulnérabilité identifiée.

On pourrait notamment citer: la vision 2025, le CSLP II duquel découle la politique nationale sur les changements climatiques, la Stratégie nationale et PA sur le changement climatique, la politique nationale de l'Eau, la politique nationale sur l'Assainissement, le code de l'Eau, le code et la stratégie nationale de l'Environnement, le Code Foncier, la Stratégie Nationale Agricole, la Stratégie Nationale et PA contre la dégradation des sols, le PANA, 2005, le Plan d'Actions stratégiques de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PAGIRE), etc...

Le CSLP II avait prévu dans son chapitre 5 la considération des questions des changements climatiques comme un problème environnemental qui contrarie le développement durable ; et la gestion intégrée des ressources en eau comme une des solutions efficaces d'adaptation aux changements climatiques et pour combattre la pauvreté.

Le Gouvernement du Burundi a alors initié des projets et des programmes pour essayer de faire face aux effets néfastes des changements climatiques. En guise d'exemple, rappelons qu'en date du 22 décembre 2012, le deuxième Vice-Président de la République a procédé à la

sensibilisation des décideurs sur l'utilisation de l'outil DSS développé dans le cadre de l'Initiative du Bassin du Nil (IBN) pour une bonne planification et gestion des Ressources en eau.

Mais jusqu'à maintenant cet outil n'est pas exploité suffisamment faute des ressources humaines suffisante spécialisées en la matière. L'amélioration et l'utilisation à grande échelle de cet outil permettront aux décideurs de prendre des bonnes décisions dans la gestion des ressources en eau.

Dans le cadre du projet PABVARC, 21 stations météorologiques ont été réhabilitées et 21 stations hydrologiques installées ainsi que 12 ouvrages de stockage d'eau de pluie dont deux retenues collinaires. Mais ces infrastructures restent faibles par rapport à la taille du pays.

Dans le cadre de l'Autorité du Lac Tanganyika (ALT) : Des courbes de niveau, le reboisement dans la Province de Makamba, l'amélioration de la pêche dans le Lac Tanganyika et la protection des zones tampons du Lac Tanganyika ont été initiés. Toutefois, la zone d'action est insignifiante par rapport à la superficie du pays.

Au niveau du Bassin du Lac Victoria, deux projets régionaux ont été montés. Il s'agit du Lake Victoria Environmental Management Project Phase II (LVEMPII) et Lake Victoria Water and Sanitation (LVWATSAN). Ces projets contribuent à la protection des bassins versant et à l'adduction en eau potable mais les activités menées restent insuffisantes par rapport aux besoins.

Malgré un effort accru d'adduction d'eau, on constate que la REGIDESO accuse une perte d'eau de plus de 39% (en 2012) en milieu urbain et cette fuite d'eau est très importante. Le coût de revient à travers les factures devient grand pour la population car le coût des pertes est intégré dans la facture.

Un programme d'installation des compteurs cash water a été initié pour diminuer les pertes mais cette technologie n'a pas pu continuer faute de la maîtrise de cette dernière. En effet, La REGIDESO a installé des compteurs cash water dans certains établissements publics de la ville de Bujumbura, mais cette bonne initiative n'a duré que le temps de la rosée. Une source proche de la Direction de l'eau à la REGIDESO a fait savoir que les quartiers qui utilisent déjà la cash water étaient des quartiers pilotes. Mais le projet a échoué à cause des contraintes technologiques. C'est pourquoi cette société publique a suspendu momentanément le projet pour se donner du temps de bien l'élaborer (Net Press, 15 janvier 2014). Pour répondre à ces défis, la télégestion pourra être expérimenté encore dans la ville de Bujumbura et mise à l'échelle nationale dans les années à venir. Cette nouvelle technologie permettra donc de surveiller toutes les installations avec un minimum de personnel, d'améliorer le rendement des équipements et ouvrages de production d'eau, de prévenir des pannes, de réduire le temps d'intervention grâce aux commandes à distance et de diminuer les coûts liés à la consommation d'énergie électrique, aux déplacements multiples effectués par les exploitants. Elle permettra aussi à la REGIDESO de gérer rationnellement l'eau en tenant compte de la variabilité climatique.

Au niveau des risques et catastrophe liés à l'eau, une plateforme nationale de la prévention des risques gestion des catastrophes a été mise en place et le plan de contingence est déjà

disponible, mais la capacité d'intervention est très faible faute du manque des technologies appropriées et des moyens matériels et humains.

C'est dans cette optique que la 12^{ème} réunion du Conseil Sectoriel sur le Transport, les Communications et la Météorologie tenue à Arusha en République Unie de Tanzanie en date du 21 au 24 septembre 2015, a sorti une recommandation d'« informer le public à travers les publications à poster sur le site web des données de la météorologie et des changements climatiques ». Ceci a suscité, sur demande du Chef du Cabinet de la Présidence de la République du Burundi, l'ARCT à organiser une réunion de réflexion sur les changements climatiques avec les intervenants clés dans ce domaine.

Sur ce, l'ARCT va mettre à la disposition de l'IGEBU un numéro vert qui va lui permettre de communiquer au public les prévisions du temps au moment opportun afin de réduire les impacts liés aux changements climatiques (cas d'inondations, sécheresse, vent violent etc.).

Il convient alors de doter l'IGEBU des moyens financiers, techniques et humains en vue de produire des données météorologiques fiables à la disposition du public.

Des documents stratégiques sont entrain d'être mis en œuvre mais faute de moyens, le taux d'exécution est encore bas.

Des institutions de mise en œuvre de ces documents stratégiques sont mises en place. Il s'agit pour le secteur des ressources en eau, du Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme (MEEATU) qui dispose en son sein d'une Direction Générale des Ressources en Eau et de l'Assainissement chargée d'élaborer des politiques de gestion rationnelle des ressources en eau et de l'Assainissement. Par ailleurs, il existe des structures comme l'IGEBU chargé de l'évaluation des ressources en eau en vue de mettre à la disposition des données fiables pour les planificateurs du développement durable du secteur des ressources en eau.

Comme indiqué plus haut, des plans nationaux de développement contiennent de nombreuses actions prioritaires d'adaptation aux changements climatiques comme :

- Le Plan d'Actions National d'Adaptation au changement climatique (PANA) ;
- Le Plan d'Actions pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PAGIRE) ;
- La Stratégie Nationale de l'eau (SNE) ;
- Le Plan d'Actions de la mise en œuvre de la politique Nationale d'Assainissement ;

sont en cours de réalisation. Cependant, par manque de moyens financiers et des technologies appropriées, le taux de réalisation est très faible par rapport aux besoins. En se basant sur la vulnérabilité aux changements climatiques du secteur des Ressources en Eau, en collaboration avec toutes les parties prenantes identifiées, et sur base d'alignement aux politiques et aux stratégies nationales et régionales ci-haut citées, une liste des technologies a été proposée pour la priorisation. Ces technologies sont importantes pour faire face aux impacts liés aux changements climatiques.

III.3. LES OPTIONS TECHNOLOGIQUES D'ADAPTATION EXISTANTES POUR LE SECTEUR DES RESSOURCES EN EAU ET LEUR PRINCIPAUX AVANTAGES

Les technologies retenues d'adaptation dans le secteur des ressources en eau apporteront de nombreuses opportunités pour ce que l'on appellera actions d'adaptation « sans regret ». Une adaptation « sans regret » est celle qui « générerait des avantages sociaux et/ou économiques, indépendamment de l'effectivité du changement climatique d'origine anthropique ».

Les parties prenantes réunies dans un atelier du 19/04/2016 ont fourni une liste des options technologiques prioritaires possibles dans le secteur des Ressources en Eau.

Dans cette réunion, on a réuni une grande liste de 22 options technologiques apportées par le consultant dans le secteur des Ressources en Eau. Dans cet atelier, à base des priorités exprimées dans les différents documents de politiques et des stratégies nationales ci-haut citées, ainsi que les documents d'orientation tel que la vision 2025, le CSLPII, les ODD etc., les experts sectoriels et même les autres parties prenantes qui étaient présents ont sélectionné sept technologies à soumettre à la priorisation à savoir:

➤ Suivi de la quantité de l'eau

Le Burundi dispose de nombreuses sources avec un débit d'environ 6 600 litres d'eau par seconde et dont la majorité s'adapte facilement aux aménagements hydro agricoles, hydrauliques et aux adductions d'eau potable (PNE, 2009).

Une évaluation exhaustive des disponibilités en eau sur tout le territoire national s'avère nécessaire pour prévoir les interventions à faire dans le cadre d'adaptation aux changements climatiques.

La technologie de suivi de la quantité d'eau consiste à faire le suivi régulier de la quantité des eaux de surface et souterraines dans le temps et dans l'espace. Ce suivi comprend l'installation et la maintenance des équipements, la collecte des données, leur analyse et traitement, l'archivage et publication de l'information sur la quantité des ressources eau.

La meilleure maîtrise de la disponibilité des ressources en eau au niveau national, permettra aux régulateurs du secteur de bien répartir l'eau en quantité suffisante aux différents usagers. La connaissance de la disponibilité des Ressources en Eau en temps réel et dans l'espace permettra aussi d'ajuster la gestion de cette ressource suivant la variabilité climatique.

➤ Collecte et valorisation de l'eau de pluie des toits des maisons

Dans de nombreux cas au Burundi, les eaux souterraines ou les eaux superficielles peuvent être inaccessibles ou impropres à la consommation humaine à cause de la pollution soit bactériologique ou chimique. C'est le cas de RUMONGE dont les eaux de distribution présentent une concentration de fer un peu élevée. La plupart des sources d'eau potable dans tout le pays présentent un indice de pollution bactériologique.

Le Burundi est considéré comme disposant de ressources en eau relativement abondantes, mais leur répartition est inégale et la croissance démographique accentue les pressions sur cette ressource. Le débit des sources tend à diminuer régulièrement et d'autres connaissent des tarissements en saison sèche. La plupart de la population rurale n'a pas alors l'accès facile aux sources à cause des pentes accidentées et à longue distance. Or, la gestion rationnelle des ressources en eau doit impérativement tenir compte des phénomènes climatiques extrêmes et des conditions de la population.

Dans ce cas on fait recours à l'eau de pluie pour les usages qui ne nécessitent pas de l'eau potable, à travers l'eau collectée à partir des toits des maisons. Cette technologie de la collecte des eaux de pluie des toits de maisons est l'une des solutions efficaces et parfois peu coûteuses.

Cette technologie consiste en un système de collecte et de stockage de l'eau pluviale dans la perspective d'une utilisation ultérieure. La mise en place d'une installation spécifique, qui peut varier dans sa complexité suivant l'utilisation finale, est très nécessaire économiquement.

Elle présente des avantages qui sont le plus souvent d'ordre économique ou écologique. Cependant, dans certains milieux, de telles installations sont indispensables pour suppléer à une alimentation en eau courante insuffisante, défectueuse ou même inexistante. De même, suivant le relief et les saisons, certains ménages ruraux n'ont pas l'accès facile aux sources d'eau potable (pentes fortes, glissements).

Cette technologie offre beaucoup d'avantages. En effet dans les villes comme Bujumbura, le coût d'eau de distribution par la REGIDESO devient de plus en plus cher pour la population. Cependant, certains usages d'eau ne nécessitent pas que l'eau soit potable. Par exemple, dans les villes ou centres à vocation urbaine, on constate que les activités comme le bain, la douche, le WC, la lessive, le nettoyage (des maisons, des véhicules, ...) sont les plus consommatrices en eau, ce qui fait que la facture de la REGIDESO augmente énormément pour des usages non comestibles.

Or, ce sont ces mêmes activités qui n'ont pas nécessairement besoin que l'eau soit très propre. L'usage de l'eau de pluie dans ces activités serait très économique pour les familles surtout, car elles enregistreraient une diminution de la facture sur l'eau d'environ 90% et par là, cet argent pourrait être investi dans d'autres activités.

Cette technologie est avantagée au niveau des impacts environnementaux car ça évite aussi les inondations dans certaines villes. En effet, elle contribue à la lutte contre le gaspillage de l'eau au moment où la population n'a pas assez d'eau par rapport à la demande surtout pendant la saison sèche qui se prolonge parfois suivant la variabilité des changements climatiques.

➤ **Maîtrise ou la stabilisation de la dynamique pluviale des rivières de la région de Mumirwa**

Au Burundi, les rivières traversant la région de Mumirwa surtout celles traversant la ville de Bujumbura sont une menace pour la population et les infrastructures de développement. Le cas de GATUNGURU, NYARUHONGOKA, RUTUNGA (GITAZA) etc. est un témoignage éloquent justifiant la vulnérabilité de la région de Mumirwa aux effets de changements climatiques vu la perte des vies humaines et la destruction des infrastructures qui ont été observées à ce moment.

En effet, les crues, l'augmentation plus ou moins brutale du débit d'un cours d'eau, fournissent l'énergie capable de transporter les sédiments et même des gravats de pierres.

Elles représentent le moteur du système fluvial et leur puissance dépend de la pente du relief et du débit «plein bord» (débit avant débordement) de la rivière.

La dynamique fluviale ou l'évolution des cours d'eau est plus ou moins rapide selon l'énergie de la rivière, la quantité de sédiments transportés et la résistance des berges.

Les processus dynamiques affectent l'ensemble des composantes du système « rivière » : la morphologie, l'hydraulique et la biologie. Cette dynamique s'exerce selon les quatre dimensions du cours d'eau (longitudinale, transversale, verticale et temporelle).

Les techniques de protection du bassin versant de Mumirwa et la stabilisation des rives des rivières de cette région apporteront des solutions durables pour le pays, surtout que cette région contient des routes qui approvisionnent la ville de Bujumbura en vivres, voie de commerce et du tourisme. Ces techniques sont diversifiées suivant les moyens et la morphologie.

Cela nécessite des technologies appropriées et spécifiques. Ce sont des technologies variées dont la plupart doivent utiliser une main-d'œuvre très importante, ce qui contribue sensiblement à la réduction du chômage. Ces technologies nécessitent du savoir-faire et des engins appropriés. Le coût d'investissement est relativement élevé mais elle est très importante pour la protection des vies humaines et les infrastructures tant publiques que privées.

➤ **Télégestion du réseau de production et de distribution d'eau potable**

Au Burundi, la Régie de Production et de Distribution d'Eau et d'Electricité (REGIDESO) est la seule société qui est chargée de produire et de distribuer à la population urbaine et dans des villes à vocation urbaine de l'eau potable, tandis que l'Agence de l'Hydraulique et de l'Assainissement en Milieu Rural (AHAMR) s'occupe du milieu rural. Cependant, on observe qu'en milieu urbain, la fuite d'eau est très importante et représentait 39,8% en 2012. Le coût de revient à travers les factures devient grand pour la population car le coût des pertes est intégré dans la facture. Les fuites dans les systèmes de distribution sont un problème majeur pour les services d'eau au Burundi. Pour répondre aux enjeux liés à l'eau dans le futur, une gestion rationnelle et intelligente des réseaux de production et de distribution d'eau potable est cruciale. C'est la télégestion. Ainsi, les compteurs cash-water, les caméras de surveillance et d'inspection, les logiciels de gestion etc. sont des équipements requis pour cette nouvelle technologie.

L'intégration des nouvelles technologies de l'information et de la communication dans les réseaux de production et de distribution d'eau permet de les rendre communicants. Elle offre aux gestionnaires une connaissance approfondie et une meilleure maîtrise des infrastructures afin d'en contrôler et diagnostiquer les problèmes, prioriser et gérer en continu et à distance, les opérations de maintenance. Elle permet aussi d'utiliser les données fournies pour optimiser tous les aspects de la performance des réseaux de production et de distribution d'eau, et aux abonnés de maîtriser leurs consommations d'eau.

➤ **Etablissement des Systèmes d'Aides à la Prise de décision (SAD) par unité hydrographique**

La protection des ressources en eau s'inscrit dans la droite ligne du Gouvernement du Burundi.' Le SAD est un système qui est basé sur l'informatique pour la résolution de problème :

Il est composé de :

- ✓ Matériel (informatique et communication) ;
- ✓ Logiciel (Base de Données / SIG, modèles, etc.) ;
- ✓ Les données, informations, connaissances ;
- ✓ Les gens, les institutions qui peuvent aider à faire les choix non-trivial entre des solutions de rechange dans des domaines complexes et controversées.

Le Système d'Aides à la Décision(SAD) prend en charge la prise de décisions. Le SAD intègre donc les capacités de Système de Gestion de Base de Données, les modèles, l'optimisation, le SIG, et un système expert dans une structure ouverte et modulaire avec une interface générale d'utilisateur.

Pour bien gérer cette ressource en eau commune, des outils d'aides à décision et de modélisation ont été déjà développés et les autres sont à l'état d'actualisation au Burundi. Ce système a été développé dans le cadre du Bassin du Nil seulement, mais il n'est pas très développé au Burundi. Elle n'est pas encore utilisée à grande échelle faute des ressources humaines spécialisées en la matière.

Une fois ces outils maîtrisés, ils permettront de bien gérer les ressources en eau partagées et de planifier une Agriculture plus productive et économiquement et environnementalement viable dans le pays.

➤ **Mise en place d'un système d'alerte précoce de la variabilité climatique**

Une information météorologique fiable à plus ou moins court terme permet aux sociétés dépendantes des conditions climatiques de mieux adapter leur mode de vie et les moyens de subsistance aux aléas climatiques et de mettre en place un système d'alerte précoce (SAP) performant en cas d'évènement climatique extrême.

En effet, la population rurale, représentant 90% de la population burundaise, a besoin de connaître les prévisions météorologiques pour adapter son mode de production agricole et son comportement dans la prévention et dans la gestion des risques et des catastrophes.

Par ailleurs, le déficit ou l'excès de précipitations sont des aléas pouvant provoquer des catastrophes (sécheresses, inondations, incendies, glissements de terrains...). Mais il est possible d'anticiper, grâce au SAP, pour amortir le choc causé par les dégâts humains, sanitaires, et matériels.

A titre d'exemple, le gouvernement à travers l'IGEBU, a déjà commencé de diffuser les informations météorologiques à travers la RTNB pour que la population se prépare en conséquence. Mais la technologie utilisée n'est pas performante du fait qu'une grande partie de la population n'a pas accès à ces informations, car n'ayant pas de poste téléviseur.

Pour élaborer un SAP, quatre éléments principaux doivent être réunis :

- Connaissance du risque: collecte systématique des données et évaluation des risques ;
- Surveillance et service d'alerte : Développement de la surveillance des risques et des services d'alerte précoce ;
- Diffusion et communication: Communication des informations relatives aux risques et alertes précoces ;
- Capacité de réponse: Création de capacités de réponses nationales et Communautaires.

Cette technologie apportera des avantages aux planificateurs à bien préparer des réponses rapides aux catastrophes, à prévenir les risques de catastrophes liés aux changements climatiques ; à renforcer l'intervention locale lors des risques de catastrophes liés au climat et de guider la mise en œuvre des activités d'adaptation. Ceci grâce à l'usage d'outils de gestion des catastrophes climatiques pertinents et à la promotion des technologies d'adaptation dans les zones aussi bien urbaines que rurales, pour assurer la résilience socio-économique et le bien-être des communautés vulnérables.

➤ **Protection et gestion des zones inondables**

La ville de Bujumbura est située dans les basses terres de l'Imbo, en particulier identifiées par le PANA comme des sites vulnérables. Cette région reçoit beaucoup de torrents provenant des régions de la Crête Congo – Nil et de Mimirwa, qui sont très arrosés et raides. C'est une situation d'érosion très désastreuse caractérisée par des glissements de terrain et des dépôts de colluvions et alluvions dans les basses terres qui sont constamment observées et susceptibles d'être accentuées par les fortes pluies en raison du changement climatique. Ce type d'érosion destructrice affecte particulièrement les zones urbaines, en particulier la ville de Bujumbura.

Des pluies torrentielles dans les années 1937, 1941, 1950, 1960, 1961-1964, 1983, 1986, 1989 et 1991 ont causé des coupures régulières des routes combinées aux glissements de terrain et d'énormes dégâts aux infrastructures et inondations de la ville de Bujumbura. Dans la nuit du 9 février 2014 des pluies torrentielles sont tombées pendant environ 3 heures et ont provoqué des inondations, coulées de boue et glissements de terrain dans cinq communes de la capitale du Burundi, Bujumbura. Le 12 février deux autres zones et la Province de Bujumbura ont été touchées: 64 personnes ont été rapportées mortes, dont beaucoup étaient des enfants. Il est à craindre que beaucoup de gens ont peut-être été enterrés par les éboulements. Plus de 940 maisons ont été détruites et près de 12 500 personnes sont estimées sans-abri.

La vulnérabilité de cette région est due aussi à sa topographie avec des pentes longues et abruptes, ainsi que l'abondance du réseau hydrographique qui traverse la ville de Bujumbura et les basses terres de la plaine de l'Imbo. Face à cette situation, la technologie de protection et gestion des zones inondables sera mise en œuvre afin de protéger les basses terres de la plaine de l'Imbo surtout la ville de Bujumbura contre les inondations.. Cela peut inclure des structures d'élévation au-dessus de la plaine inondable, des dessins employant des matériaux de construction qui rendent les structures plus résistantes aux inondations et à prévenir les inondations de pénétrer dans des structures se trouvant dans la zone d'inondation (Linhm et Nicholls, 2010).

D'autres mesures d'accompagnement de la technologie seront mises en œuvre comme l'installation des fossés végétalisés pour la maîtrise de l'érosion afin de protéger les populations et préserver d'autres structures telles que les terres des communautés contre des risques plus élevés de l'érosion pluviale des hautes terres.

III.4 CRITERES ET PROCESSUS DE PRIORISATION DES TECHNOLOGIES

Pour le secteur de la Ressource Eau, la liste des 7 technologies sélectionnées est donnée ci-dessous sachant que les fiches technologiques détaillées sont fournies dans l'annexe I :

- Technologie 1 : Suivi de la quantité de l'eau ;
- Technologie 2 : Collecte et valorisation de l'eau de pluie des toits des maisons ;
- Technologie 3 : Maîtrise de la dynamique pluviale des rivières de la région de Mumirwa ;
- Technologie 4 : Télégestion du réseau de production et de distribution d'eau potable ;
- Technologie 5 : Mise en place d'un Système d'alerte précoce de la variabilité climatique ;
- Technologie 6 : Etablissement des Systèmes d'Aides à la prise de Décision (DSS) par unité hydrographique ;
- Technologie 7 : Protection et gestion des zones inondables.

Après l'identification des technologies à soumettre à l'outil d'Analyse Multicritères(AMC), un atelier des parties prenantes et du groupe d'experts sectoriels d'adaptation se sont réunis pour procéder à la priorisation en utilisant l'outil AMC.

III.4.1 Détermination des critères d'évaluation des performances des options technologiques

Dans cet atelier, les parties prenantes se sont convenues sur une dizaine de critères et leur pondération.

Les critères d'évaluation des besoins technologiques ont été identifiés selon un processus de concertation entre les différentes parties prenantes en présence des participants des deux groupes atténuation et adaptation lors du premier atelier de restitution qui a eu lieu le 8-9 Juin 2016. Cet exercice était dirigé par des consultants sur l'atelier de formation tenu à DAKAR du 23 au 26 février 2016.

Après explication des fondements de l'approche de priorisation des technologies basée sur la Méthode de l'Analyse Multicritères « AMC », un travail de brainstorming a eu lieu ensuite avec les participants, en vue de définir les critères d'évaluation des technologies pour l'atténuation et pour l'adaptation. Les critères sont organisés en catégories et en sous-catégories homogènes. Le rappel du contexte politique, social et environnemental burundais a été la base de ce travail.

Pour l'adaptation, à la suite d'un brainstorming, nous avons identifié et discuté trois groupes de critères divisés en sous-groupes comme le montre le tableau 7.

Tableau7 : Critères d'évaluation des besoins technologiques

Catégorie	Sous catégorie	critères
Avantage au développement durable	- Avantage économique	- Croissance économique
		- Balance de paiement
	- Avantage social	Lutte contre la pauvreté
		Création / préservation d'emplois
	- Avantage environnementaux	Réduction de la pollution
		Préservation de la biodiversité
Caractéristique de la technologie	- Caractéristique économique	Cout d'investissement
	- Caractéristique Technique	Potentiel de réduction de la vulnérabilité
		Faisabilité
	- Caractéristique Social	Acceptabilité

Le niveau de cohérence avec la stratégie nationale est considéré comme critère mais ce dernier a été beaucoup utilisé au niveau de l'identification de sept technologies à soumettre à la priorisation parmi les 22 qui ont été définies par les parties prenantes et les experts sectoriels. Les sept technologies sont les plus prioritaires par rapport aux stratégies et les plans d'actions du Gouvernement.

III.4.2 Notation et classement préliminaire des options technologiques

Après la réalisation de la présélection des technologies par les parties prenantes, le consultant avait préparé quelques critères et recueilli des avis d'experts sur la facilité de l'évaluation. Seuls 10 critères qui sont indépendants les uns des autres (ou mutuellement exclusifs) ont été retenus localement afin de prioriser les technologies d'adaptation.

Dans l'étape suivante, le résultat et la performance de chaque technologie sont évalués par rapport à chacun des critères. L'échelle de notation a été de 0 à 100, en utilisant 0 comme la technologie la moins préférée et 100 comme la technologie la plus préférée. Par la suite, le groupe d'experts a procédé à discuter de l'importance du critère puis a parvenu à un consensus sur le score pour chaque technologie par rapport à ce critère. De manière alternative, une notation d'experts individuelle a été réalisée et présentée sur une feuille de notation du facilitateur de l'AMC qui par la suite a alors calculé le score moyen et établi un classement préliminaire des technologies. Les notes des technologies sont consignées dans le tableau 8 ainsi que le classement préliminaire des options sous forme de moyenne.

Tableau 8 : Résultats des notations

	Avantages sur le développement durable						Caractéristiques technologiques				
	Importance économique		Importance sociale		Importance environnementale		de réduction	Maturité		Coût	
	Croissance	Contribution à la Balance	Lutte contre la pauvreté	Création d'emploi	Réduction de la pollution	Préservation de la biodiversité	Potentiel de réduction	acceptabilité	faisabilité	Coût	
											M O Y
Suivi de la qualité et de la quantité de l'eau	70	40	60	80	60	60	60	80	80	65	66
Collecte et valorisation de l'eau de pluie des toits des maisons	80	50	70	70	70	55	65	70	70	70	67

Maitrise de la dynamique pluviale des rivières de la région de Mumirwa	50	45	65	85	80	65	80	60	60	75	67
Télégestion du réseau de production et de distribution d'eau potable	65	65	55	75	40	50	55	65	55	55	58
Mise en place d'un Système d'alerte précoce de la variabilité climatique	60	35	50	45	35	45	75	75	75	60	56
Etablissement des Systèmes d'Aides à la prise de Décision (DSS) par unité hydrographique	75	60	45	40	50	40	50	65	65	50	54
Protection et gestion des zones inondables	55	55	40	55	75	75	70	55	50	63	59

III.4.3. Standardisation des options technologiques et classement des options technologiques

Cette étape consiste à calculer la notation relative qui consiste à convertir les nombres absolus en scores relatifs lorsqu'une valeur inférieure est préférable ou lorsqu'une valeur plus élevée est préférable.

a).La formule utilisée est la suivante lorsqu'une valeur inférieure est préférable:

$$\text{La notation relative}(Y_i) = 100 * (x_{\max} - x_i) / (x_{\max} - x_{\min})$$

b) La formule utilisée est la suivante lorsqu'une valeur plus élevée est préférable :

La notation relative(Y_i)= $100 * (x_i - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min})$

Où, Y_i est le score de l'option i (valeurs standardisées de la technologie) ; X_i , $X_{\min}$ et $X_{\max}$ sont respectivement la performance de l'option i . $X_{\min}$ et $X_{\max}$ sont les performances les moins élevées et les plus élevées parmi les options pour un même critère d'évaluation. Le tableau 10 suivant montre les résultats de la standardisation de ces technologies.

Tableau n° 9 : Résultats de la standardisation des options technologiques du secteur des RE

CRITERES OPTIONS	Croissance Economique	contribution à la balance de paiement	lutte contre la pauvreté	Création d'emploi	Réduction de la pollution	préservation de la biodiversité	Potentiel de la réduction	Acceptabilité	faisabilité	cout	moyenne des scores
1. suivi de la quantité de l'eau	66,67	16,7	66,67	88,89	55,56	57,14	33,33	100,00	100,00	40,00	60,33
2. Collecte et valorisation de l'eau de pluie des toits des maisons	100,00	50,00	100,00	66,67	77,78	42,86	50,00	60,00	66,67	20,00	61,67
3. Maitrise de la dynamique pluviale des rivières de la région de Mumirwa	0,00	33,33	83,33	100,00	100,00	71,43	100,00	20,00	33,33	0,00	59,64
4. Télégestion du réseau de production et de distribution d'eau potable	50,00	100,00	50,00	77,78	11,11	28,57	16,67	40,00	16,67	80,00	34,75
5. Mise en place d'un système d'alerte précoce de la variabilité	33,33	0,00	33,33	11,11	0,00	14,29	83,33	80,00	83,33	60,00	55,93

climatique											
6. Etablissement des systèmes d'Aide à la prise de Décision(DSS) par unité hydrographique	83,33	83,33	16,67	0,00	33,33	0,00	0,00	40,00	50,00	100,00	31,83
7. Protection et gestion des zones inondables	16,67	66,67	0,00	33,33	88,89	100,00	66,67	0,00	0,00	48,00	42,84

III.4.4. Pondération des critères d'évaluation

Après la réalisation de la notation des options technologiques par rapport aux critères d'évaluation, les parties prenantes, les experts sectoriels et le consultant ont procédé à la pondération des critères déjà identifiés.

C'est le deuxième niveau de priorisation des technologies qui fait intervenir les poids de pondération. La pondération est une opération mathématique visant à attribuer plus ou moins des poids au critère d'une technologie selon son avantage ou désavantage afin de la rendre plus prioritaire par rapport aux autres technologies. Le poids de critère a été évalué par rapport à l'importance de chaque critère. L'échelle de pondération a été de 0 à 100, tout en totalisant 100 pour tous les 10 critères.

Par la suite, le groupe d'experts a procédé à discuter de l'importance de chaque critère, puis il est parvenu à un consensus sur la pondération des critères en favorisant la catégorie de « caractéristique de la technologie » avec 60% et la catégorie du « développement durable » avec 40%. La pondération convenue pour chaque critère est exprimée dans le tableau 10 suivant :

Tableau10 : Pondération des critères

1. Croissance économique	10
2. Contribution à la Balance de paiement	5
3. Lutte contre la pauvreté	7
4. Création / préservation d'emplois	3
5. Réduction de la pollution	5

6. Préservation de la biodiversité	10
7. Coût d'investissement	5
8. Potentiel de réduction de la vulnérabilité	30
9. Faisabilité	15
10. Acceptabilité	10

III.4.5. Combinaison des scores et pondérations et calcul des résultats

Le score total de la technologie i est fourni par la formule suivante :

$$S_{ij} = \sum_{j=1}^n W_j S_{ij}$$

où S_{ij} est le score de la technologie i par rapport au critère j ;

W_j est le poids de pondération du critère j.

Après l'affectation des notes de pondération aux critères d'évaluation dans la matrice de standardisation des technologies, le résultat est introduit dans le logiciel TNAssess pour la priorisation. Les résultats de la combinaison des score des options technologiques et de la pondération des critères par la méthode d'analyse multicritère(AMC) sont présentés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Résultats de la combinaison des scores des options technologiques et de la pondération des critères

N°	Options technologiques	Poids des scores
1	Suivi de la quantité de l'eau	60, 3
2	Collecte et valorisation de l'eau de pluie des toits des maisons	61, 7
3	Maitrise de la dynamique pluviale des rivières de la région de Mumirwa	59, 6
4	Télégestion du réseau de production et de distribution d'eau potable	34, 7
4	Mise en place d'un système d'alerte précoce de la variabilité climatique	55, 9
6	Etablissement des systèmes d'Aide a la prise de Décision(DSS) par unité hydrographique	31, 8
7	Protection et gestion des zones inondables	42, 8

III.4.6. Résultats de la priorisation des technologies

L'outil MCA a donné des résultats sous forme d'un tableau montrant la classification de toutes les technologies priorisées.

Tableau 12: Résultats de priorisations des options technologiques

N°	Options	Poids des scores
1	Collecte et valorisation de l'eau de pluie des toits des maisons	61,7
2	Suivi de la quantité de l'eau	60,3
3	Maîtrise de la dynamique pluviale des rivières de la région de Mumirwa	59,6
4	Mise en place d'un système d'alerte précoce de la variabilité climatique	55,9
5	Protection et gestion des zones inondables	42,8
6	Télégestion du réseau de production et de distribution d'eau potable	34,7
7	Etablissement des systèmes d'Aide à la prise de Décision(DSS) par unité hydrographique	31,8

Cet outil MCA fait un classement des options technologiques sous forme de tableau précédent (tableau 12).

Par la suite, dans les 6 technologies retenues, le projet EBT-2 exige d'insister sur 3 technologies en premier lieu jusqu'à confectionner leurs fiches de projets à soumettre à concurrence pour financement dans le cadre du PNUE, ainsi les trois technologies d'adaptation priorisées dans le secteur des ressources en Eau qui ont été retenues :

1. Collecte et valorisation de l'eau de pluie des toits des maisons
2. Suivi de la quantité de l'eau
3. Maîtrise de la dynamique pluviale des rivières de la région de Mumirwa

Ces trois technologies sont aussi les premières dans le tableau des résultats de la standardisation des notations des options technologiques (voir tableau 9).

Cela montre qu'elles répondent alors à l'attente du Gouvernement car elles se trouvent dans priorités du Gouvernement à travers les plans et les stratégies nationaux de mise en œuvre des politiques nationales dans le secteur des Ressources en Eau. Donc ces technologies sont cohérentes au contexte de décision ci-haut décrit.

Donc, des interventions d'adaptation qui traitent des questions telles que la collecte et valorisation de l'eau de pluie des toits des maisons, le suivi de la quantité de l'eau ainsi que la maîtrise de la dynamique pluviale des rivières de la région de Mumirwa, créeront beaucoup d'avantages sociaux, économiques et environnementaux quels que soient les scénarios possibles au niveau du changement climatique

III.4.7. Analyse de sensibilité

Les différents scénarios en privilégiant la catégorie des critères des « caractéristiques de la technologie » ou même en privilégiant la catégorie des critères « le développement durable », les trois technologies priorisées dans le scénario de base restent prioritaires dans tous les scénarios et dans même ordre mais avec des scores différents (scénario 1&2). La collecte et valorisation de l'eau pluie des toits des maisons reste en tête pour les trois scénarios.

Tableau 13 : Résultats de la sensibilité

N°	Technologies	Scenario de base 40/60	Scenario 1 60/40	Scenario 2 50/50
1	Collecte et valorisation de l'eau de pluie des toits des maisons	61,7	68,8	66,5
2	suivi la quantité de l'eau	60,3	65,2	65,7
3	Maîtrise de la dynamique pluviale des rivières de la région de Mumirwa	59,6	53,1	55
4	Mise en place d'un système d'alerte précoce de la variabilité climatique	55,9	44,5	50,6
5	Protection et gestion des zones inondables	42,8	36,8	34,6
6	Télégestion du réseau de production et de distribution d'eau potable	34,7	42,2	41,4
7	Etablissement des systèmes d'Aide a la prise de Décision(DSS) par unité hydrographique	31,8	38,8	35,8

Enfin, les membres du groupe sectoriel se sont convenus après la comparaison des résultats issus des 3 scénarios que le scénario de base reste valable car ce scénario contient les trois

technologies prioritisées même dans les deux scénarios (1&2) avec la technologie de score élevé par rapport aux autres technologies.

Cela montre que ce résultat répond aux priorités du Gouvernement en matière de réduction de la vulnérabilité aux changements climatiques grâce à la mise en œuvre de ces trois technologies retenues dans le scénario de base. Cependant dans le développement de ces technologies l'ordre n'importe pas. Chacune des technologies sera développée individuellement.

CHAPITRE IV : IDENTIFICATION ET PRIORISATION DES TECHNOLOGIES POUR LE SECTEUR « AGRICULTURE ET ELEVAGE »

IV.1. Vulnérabilités clés aux changements climatiques dans le secteur de l'Agriculture et Elevage

Au Burundi, l'agriculture a toujours été considéré comme le moteur de l'économie nationale et devrait par conséquent être le garant de la sécurité alimentaire des populations, car représentant l'activité économique dominante dans le pays. Selon le rapport d'évaluation à mi-parcours du Programme National d'Investissement Agricole(PNIA), force est de constater que malgré quelques performances enregistrées, le taux de croissance annuel du secteur agricole (estimé à 2,6%) reste inférieur à celui de la croissance démographique (3% selon les estimations). Cette agriculture reste essentiellement d'autosubsistance. Les cultures vivrières qui occupent 90% des terres cultivées, contribuent pour 80% du PIB agricole et sont largement autoconsommées (à 80%). Le reste du secteur est occupé par les cultures d'exportation qui fournissent plus de 90% des devises avec en tête le café (représentant à lui seul 80% des devises). L'élevage contribue pour 14% du PIB national et 29% du PIB agricole. Le sous secteur a connu une régression en productions animales puisque certains programmes de prévention et de contrôle des principales maladies du bétail n'ont plus continué. De même, l'activité de pêche est affectée par la crise et a connue une régression considérable alors qu'elle est une source importante de revenu pour les populations riveraines du lac Tanganyika et des lacs du Nord (PNIA, 2015).

L'agriculture est pratiquée de façon rudimentaire par environ 1,6 million de ménages agricoles en milieu rural(représentant 90% des ménages totaux et 84% de la population) sur de très petites exploitations dont la taille moyenne par ménage est de 0,27 ha aujourd'hui. Les rendements sont très faibles en comparaison avec les moyennes africaines. Les engrais sont hors de portée des petits agriculteurs et essentiellement appliqués sur les cultures agro-industrielles (café, thé, coton, canne à sucre) et d'autres cultures telles que le riz, la pomme de terre ou le haricot (PNIA, 2015).

Les sols du Burundi sont d'une fertilité relativement faible (plus de 36% des sols sont acides avec une toxicité aluminique ; près d'un million d'hectares sont des sols acides d'altitude). Le relief du Burundi est dans l'ensemble accidenté, caractérisé par des collines au profil souvent convexe et dont les pentes fragilisent les sols vis-à-vis des risques d'érosion. Les

pertes de terre par érosion sont évaluées à quelques 4t/ha/an à l'est et 18t/ha/an au centre-ouest du pays et à plus de 100t/ha/an sur le Mumirwa, qui est pentu, arrosé et très peuplé. Les risques d'érosion sont également élevés sur les sols argileux et lourds des collines basaltiques du sud-est (Buragane, Kumoso sud) (PNIA, 2015).

La pression démographique sur les terres accentue les problèmes fonciers qui à leur tour aggravent le niveau de productivité et la détérioration de l'environnement. La coexistence du droit coutumier et de la loi écrite est à l'origine des conflits permanents entre les populations rurales, qui ont un impact négatif sur la production agricole (une terre sous litige étant difficile à mettre en valeur par l'exploitant qui n'y met pas l'investissement nécessaire pour augmenter sa productivité). Une législation foncière adéquate est en cours d'approbation. Le gouvernement considère que tout projet ou action de développement agricole devra comporter une composante de sécurisation foncière. Le rapatriement et la réintégration des immigrés burundais ont accentué le problème d'accès à la terre ainsi que la forte pression sur les capacités d'absorption des infrastructures socio-économiques déjà limitées (PNIA, 2015).

Par ailleurs, l'agriculture burundaise dépend presque entièrement de la pluviométrie, qui malheureusement est très irrégulière et imprévisible depuis des années. La sécheresse peut survenir en période normalement pluvieuse tandis qu'à d'autres moments des pluies diluviennes tombent en saison normalement sèche. Quant à l'irrigation, elle est encore peu pratiquée (PNIA, 2015).

Ainsi, la vulnérabilité des populations rurales s'amplifie et la paupérisation s'accélère dans une situation de déficit alimentaire croissant dans ces dernières années (près de 85% de la population sont en insécurité alimentaire (EGAE, 2014).

Pour palier à ces impacts de vulnérabilité du secteur Agriculture et Elevage face aux effets néfastes du changement climatique, des mesures technologiques d'adaptation sont plus que nécessaires. En matière d'adaptation au changement climatique, la technique de systèmes de conservation des sols par les dispositifs antiérosifs végétalisés associés à l'agroforesterie contribuera à l'augmentation de la production agricole en générale et au rétablissement de la sécurité alimentaire et nutritionnelle en définitif.

La vulgarisation de technique de transformation et de conservation des produits agricoles (tel que le poisson) augmenterait la valeur ajoutée du produit par rapport aux techniques de transformation traditionnelle existante et allongeraient en plus de manière conséquente sa durée de stockage ou de conservation.

Pour préserver la sécurité alimentaire, des techniques de retenus collinaire pour des fins agricoles (irrigation) contribueraient à la réduction de la vulnérabilité des populations à travers l'augmentation considérable de la production agricole, la diminution des dégâts causées par les inondations par sa réduction considérable des eaux de ruissellement, l'augmentation des débits des cours d'eau par recharge de la nappe phréatique et la restauration de l'environnement par préservation des espèces aquatiques(faune et flore).

La technologie de vaccination contre les principales maladies du bétail maîtrisée et contrôlée contribuera à la protection de l'environnement par la réduction des contaminations chez les animaux sauvages qui interagissent avec les animaux domestiques. La technologie de

vaccination contre les principales maladies animales et zoonoses, aura également contribué à la réduction de la vulnérabilité du bétail par le maintien de l'écosystème notamment à la protection des humains contre des éventuelles contaminations à travers la consommation des aliments et de l'eau souillés.

En conclusion, une liste de 31 technologies identifiées pour l'adaptation dans le secteur Agriculture et Elevage devraient parfaitement répondre aux besoins d'investissement pour augmenter la résilience du système productif et de transformation/conservation des produits agricoles post- récolte face aux impacts des changements climatiques en cours et prévus.

IV.2 CONTEXTE DE DECISION

Au regard des facteurs de vulnérabilité et les impacts des changements climatiques sur le secteur Agriculture et Elevage, le Gouvernement du Burundi a initié pas mal de stratégies sectorielles visant à réduire les impacts des changements climatiques à travers des activités d'adaptation appropriées à chaque degré de vulnérabilité identifiée dans le secteur Agriculture et Elevage.

En effet, en concertation avec tous les partenaires du secteur, il a été convenu de mettre en place un Programme National d'Investissement Agricole (PNIA) cohérent, priorisé et opérationnel capable de répondre à l'impératif de maîtrise de la gestion et de la coordination de toutes les interventions du secteur agricole.

Le PNIA s'est aligné sur la vision Burundi 2025 et reste cohérent avec les autres documents stratégiques du Gouvernement (Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté (CSLP), Stratégie Nationale Agricole (SAN), Document d'Orientation Stratégique Elevage (DOS Elevage), Programme National de Sécurité Alimentaire(PNSA)), avec les orientations du Programme Détaillé de Développement de l'Agriculture en Afrique(PDDAA) et les politiques agricoles communes régionales (Communauté Est Africaine(CEA), Communauté Economique de l'Afrique Centrale(CEEAC) et le Marché Commun de l'Afrique Orientale et Australe(COMESA)).

Les principes directeurs du PNIA s'inspirent de la vision que le Gouvernement s'est donnée spécifiquement pour le secteur agricole. Le PNIA est articulé sur quatre composantes dont la priorité est l'accroissement de la production et de la sécurité alimentaire. Dans cette axe d'intervention, les programmes de protection du capital productif, d'aménagement et la réhabilitation des périmètres irrigués/infrastructures rurales, d'intensification des productions agricoles, de développement de la pêche et de la pisciculture

On pourrait aussi citer d'autres mesures du Gouvernement dont notamment la politique nationale sur les changements climatiques, la Stratégie Nationale et Plan d'Actions sur le changement climatique 2013, la Stratégie Nationale Agricole, la Stratégie Nationale et le Plan d'Actions contre la dégradation des sols, le Plan d'Action Pour l'Adaptation aux Changements Climatiques(PANA) 2005, etc...

Aussi, des initiatives privés, des projets et programmes appuyés par les Partenaires Techniques et Financier(PTF), et des plans nationaux de développement qui tenant en compte des actions prioritaires d'adaptation aux changements climatiques sont en cours de réalisation. On cite à titre d'exemple le Programme National de Reboisement et de Lutte

Antiérosive(PNLAE) adopté par le Burundi pour favoriser l'infiltration des eaux de ruissellement ; le Projet de Réhabilitation et d'Appui au Secteur Agricole(PRASAB) et les projets/programmes des ONG, ...etc.

Dans le cadre du Programme National d'Investissement Agricole (PNIA 2012-2017), la protection intégrale du capital productif (patrimoine foncier) par l'approche aménagement des « Bassins versants» a été adoptée. Dans le même cadre du PNIA toujours, des pratiques agricoles conservatoires pour s'adapter aux changements climatiques et pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre (plantes fixatrices d'azote, etc) ont été adoptées.

Les résultats issus de ces initiatives du gouvernement et autres intervenants ont été entre autres la restauration de la fertilité des sols sur les zones d'intervention ; la réduction des pertes post récolte, la gestion rationnelle de l'eau d'irrigation, la sensibilisation de la population, et ainsi la biodiversité des réserves naturelles qui est sauvegardée.

En effet, le tableau 14 donne une vue d'ensemble sur indicateurs des technologies existantes dans le pays:

- Les indicateurs de réalisation pour la protection du capital productif.

Tableau 14 : Indicateurs de réalisation pour la protection du capital productif

Activités	Unités	Valeur cible 2017	Cumulé 2012-2014	Niveau d'atteinte des résultats (%) par rapport à 2017	Ecart par rapport à 2017
Superficie des bassins versants aménagés	ha	500 000	96 307	19,3	80,7
Nbre d'ouvrages hydrauliques mis en place : barrages	Nbre	4	0	0	100,0
Nbre d'ouvrages hydrauliques mis en place : Retenues collinaires	Nbre	40	0	0	100,0

Source : Rapport technique DSE, 2014

N.B : Les données sur les superficies des forêts ne sont pas disponibles au niveau ministériel.

Les écarts sont énormes (80,7% du moins par rapport aux prévisions) et sont essentiellement liés aux contraintes budgétaires. Le Gouvernement et la plupart des autres partenaires dans ce domaine y interviennent au titre de protection des marais aménagés sauf éventuellement les projets comme TAMP Kagera, LVEMP II, PABVARC notamment.

S'agissant des retenues collinaires, il y a des études sur les fonds de l'Etat en cours pour cinq retenues dans les provinces de Muyinga et Gitega à titre pilote. On peut supposer qu'elles seront mises en exécution au cours de la période allant jusqu'à la fin du présent PNIA en 2017.

A la fin de l'exercice 2014, 885 ha de bassins versants étaient en cours d'aménagement autour du barrage-réservoir sur la rivière Kajeke dans la commune et province Bubanza sur financement du Budget général de l'Etat. Parmi les éléments favorisant les bonnes réalisations dans le domaine des aménagements des bassins versants, il y a entre autres :

- Le fait que beaucoup d'ONGs locales se spécialisent progressivement dans les travaux d'aménagement des bassins versants, surtout à Gitega ;
- Ces ONGs se dotent progressivement des équipements nécessaires pour la réalisation des travaux d'aménagement des bassins versants ;
- Plusieurs systèmes de protection des bassins versants s'offrent en fonction essentiellement de la pente et de la nature du terrain sur lequel il faut intervenir : fossés antiérosifs, billons végétalisés, banquettes, fossés d'infiltration,... ;

Par contre, les éléments suivants ne sont pas favorables à ces aménagements :

- Les budgets alloués au volet qui concerne les aménagements des bassins versants, la construction des barrages hydro agricoles et les retenues collinaires restent faibles par rapport aux besoins ;
- Il a été, par le passé, difficile d'harmoniser les approches d'interventions suivant les différents partenaires ;
- La divagation du bétail sur les bassins versants aménagés ne permet pas aux herbes fixatrices installées sur les fossés antiérosifs de reprendre à un taux satisfaisant ;
- Le pays manque cruellement une expertise en aménagement des retenues collinaires.

➤ Indicateurs de réalisation pour les périmètres irrigués

Tableau 15 : Indicateurs de réalisation pour les Périmètres irrigués

Indicateurs	Unité	Cibles 2017 (attendue à l'issue du PNIA)	Valeur cumulée (mesurée de 2012 à 2014)	Niveau d'atteinte des résultats (%) par rapport au cible 2017	Ecart par rapport au cible 2017 (%)
1. Superficie de périmètres irrigués (plaine de l'Imbo, du Kumoso et du Bugesera) aménagés et réhabilités	ha	10 000	8 061	80,6	19,4

2. Superficie de marais de moyenne et haute altitude aménagés et réhabilités	ha	48 000	6 586	13,7	86,3
3. Irrigation collinaire					

Source : Rapport technique DSE, 2014

Le taux de réalisation pour les périmètres irrigués est très bon même si tous les périmètres concernés ne sont pas encore fonctionnels. En effet, certains travaux d'aménagement hydro agricoles entamés en 2014 restent en cours d'exécution tandis que d'autres sont terminés mais n'ont pas encore été réceptionné provisoirement. On peut espérer raisonnablement que les 19,4% restant seront aménagés d'ici la fin de la période du PNIA (2017).

Par contre, pour les marais de moyenne et haute altitude, leur aménagement ne suit pas le rythme voulu. En effet, le taux d'exécution reste très faible et se situe à moins de 15% alors qu'on est à la moitié de la période du PNIA.

Il est à signaler qu'en plus des activités réalisées, il y en a beaucoup d'autres en cours d'exécution dont:

- 3075,2 ha en cours d'aménagement dans les régions de l'Imbo et du Kumoso ;
- 1661,4 ha en cours d'aménagement dans les régions autres que l'Imbo et le Kumoso ;
- 184,5 ha en cours de réhabilitation dans les régions autres que l'Imbo et Moso.

Points forts:

- Le secteur de l'irrigation est l'un des secteurs qui pourraient contribuer dans la stabilité de la sécurité alimentaire. Le PNIA, via son programme I « accroissement durable de la production et de la sécurité alimentaire » et plus particulièrement dans son sous-programme 2 « aménagement et réhabilitation des périmètres irrigués », devrait permettre l'augmentation des superficies irriguées et partant un accroissement remarquable de la production agricole. Le même sous-programme englobe 40% du budget de ce programme;
- En matière d'intervention des bailleurs, le secteur de l'irrigation connaît actuellement des appuis importants ;
- Le gouvernement burundais affiche sa volonté de promouvoir le secteur des aménagements de marais et périmètres irrigués car il vient de créer des lignes budgétaires pour les salaires de 5 cadres du Génie Rural et 2 cadres du Génie Civil en charge du suivi et du contrôle des travaux.

Points faibles:

- Compte tenu des changements climatiques qui constituent un handicap majeur pour la sécurité alimentaire, le Burundi reste en arrière au niveau de la promotion des projets de collecte des eaux de pluies à l'instar des pays de la sous-région,

- En l'absence d'une base de données en matière d'aménagement, l'organisation du Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage ne permet pas la canalisation de l'information en matière d'aménagements ;
- En matière d'exécution des projets d'irrigation, les échecs souvent observés sont dus aux problèmes de conception et de suivi lors de la mise en œuvre, à la non actualisation du Schéma Directeur d'Aménagement des Marais, à l'absence d'une politique nationale de l'irrigation et à l'absence des mesures d'accompagnement marquée par une insuffisance prononcée du personnel technique au niveau communal ;
- Les problèmes de renforcement des capacités du personnel technicien sur terrain et de manque de moyens de déplacements pour effectuer des descentes dans le cadre de suivi.

En clair, le secteur de l'irrigation est l'un des secteurs qui pourraient contribuer énormément dans la stabilité de la sécurité alimentaire. Pour le moment, il englobe 40% du budget du programme 1 « accroissement durable de la production et de la sécurité alimentaire » qui en compte 5. Il connaît actuellement des appuis importants qui, malheureusement ne tiennent pas compte de mesures d'accompagnement en vue de la pérennisation des acquis des différents projets et ne développe pas suffisamment toutes les possibilités nécessaires pour tenir compte des changements climatiques notamment la collecte des eaux de pluies.

➤ **Indicateurs de réalisation pour l'intensification agricole**

Tableau 16: Indicateurs de réalisations du Sous-programme 3 du PNIA

Indicateurs	Unité	Cibles 2017 (attendue à l'issue du PNIA)	Valeur cumulée (mesurée de 2012 à 2014)	Niveau d'atteinte des résultats (%) par rapport cible 2017	Ecart par rapport cible 2017 (%)
1. Proportion des ménages utilisant des semences et/ou plants améliorés	Ratio (%)	20	Non disponible	Non applicable	-
2. Proportion des ménages utilisant des produits phytosanitaires	Ratio (%)	20	Non disponible	Non applicable	-
3. Proportion des ménages utilisant des fertilisants chimiques	Ratio (%)	50	Non disponible	Non applicable	-
4. Proportion des ménages utilisant des compostières	Ratio (%)	80	49,2	61,5	38,5
5. Nombre de vaches distribuées aux ménages	Têtes	200 000	19 620	9,8	90,1

6. Nombre de veaux redistribués aux ménages suite au fonctionnement de la chaîne de solidarité communautaire	Têtes	200 000	8 618	4,3	95,7
--	-------	---------	-------	-----	------

Source : DSE, rapport annuel 2014 et Rapports MINAGRIE

- Autres réalisations du Sous-programme 3 du PNIA (2012-2014)

Tableau 17: Autres réalisations du Sous-programme 3 du PNIA (2012-2014)

Indicateurs	Unité	Types	Cible	Réalisé	Taux de réal. (%)
Nombre d'animaux distribués aux ménages	Têtes	Caprins	26 366	28 903	109,6
	Têtes	Volailles	127 498	210 032	164,7
	Têtes	Lapins	2 136	1 980	92,6
	Têtes	Ovins	550	550	100
	Têtes	Porcs	33 373	755	2,2
Nombre de vaches inséminées	Doses	Bovins	31 257	26 805	85,7
Nombre de bovins vaccinés	Doses	Bovins	215 847	120632	55,8
Quantité de matériel sain distribué aux ménages	Rejets	Bananiers	2 147 500	2 531 534	117,8
	Tonnes	Semences de pomme de terre	3 119	847	27,15
	Boutures	Manioc	110 021 800	169 721 500	154,2
	Tonnes	Semences de Maïs	278	8	2,8
	Tonnes	Semences de Riz	6 577	388	5,9
	Plants	Palmier à	164 150	504 247	307

		l'huile			
	Plants	acadamia	190 000	215 000	113
Quantité d'engrais chimiques distribués aux ménages	Tonnes	Toutes catégories confondues	48 742	37 802.4	77,5
Nombre de plants fruitiers distribués	Plants	Fruitiers	1 800 000	340 009	18,9

Source : Tableau élaboré à partir des rapports annuels du MINAGRIE (2012-2013-2014)

D'après les résultats des réalisations du sous-programme 3 du PNIA, on constate que, sur les 3 ans écoulés, 2 indicateurs seulement ont déjà atteint un score non négligeable à savoir l'indicateur en rapport avec la multiplication et distribution du matériel sain de palmier à l'huile, du manioc, de bananiers et du macadamia ainsi que celui se rapportant à la mise à disposition des intrants agricoles (engrais). Ces résultats ont été rehaussés par la contribution du PNSEB et d'autres partenaires techniques et financiers du MINAGRIE ainsi que l'engagement du Gouvernement dans la promotion de certaines des 5 cultures jugées prioritaires.

Les autres indicateurs n'ont pas atteint leurs prévisions car ils sont soit, surdimensionnés (repeuplement du cheptel), soit il manque des moyens et/ou techniques pour le faire (insémination artificielle, vaccination, conservation des poussins,...), soit, leur collecte n'a pas tenu compte du dictionnaire des indicateurs formulés dans le PNIA, soit, les institutions habilitées ne s'impliquent pas comme il faut dans la redistribution des nouveaux nés dans la chaîne de solidarité communautaire où on observe une faible implication de l'administration.

Points forts :

- Existence d'un Programme National de Subvention des Engrais au Burundi (PNSEB) ;
- Mise en place des structures fonctionnelles (ONCCS pour la certification des semences, DPV et DPFS pour la protection des végétaux, la mise à disposition des semences de qualité, ISABU et FABI pour la recherche,...).

➤ **Indicateurs de réalisation pour le développement de la Pêche et Pisciculture**

Tableau 18 : Indicateurs de réalisation pour le développement de la Pêche et Pisciculture

Indicateurs	Unités	Cibles 2017 (attendue à l'issue du PNIA)	Valeur cumulée (mesurée de 2012 à 2014)	Niveau d'atteinte des résultats (%) par rapport cible 2017	Ecart par rapport cible 2017 (en %)
1. Nombre d'étangs piscicoles mis en place	Nombre	88	13 115	>>100	0
2. Nombre de stations piscicoles mises en place	Nombre	15	5	33,3	66,7
3. Nombre d'infrastructures post-récolte / chaîne de froid / production d'aliments mise en place	Nombre	2	9	>>100	0
4. Taux d'augmentation annuel du tonnage des captures	Ratio	20	Non applicable	Non applicable	-

Source : Enquête CNDAPA, Mai 2014

Les 13115 étangs piscicoles couvrent une superficie sous eaux de 40662 ares. Le nombre de personnes impliquées : 149 882 hommes et 180 209 femmes. La pisciculture a connu un bond grâce au financement accordé à l'Association des Démobilisés et des Ex Combattants pour l'Auto développement(ADECA), au budget des bonnes initiatives de la Présidence de la République et à l'implication du secteur privé. Le secteur des pêches a connu le soutien du Gouvernement, du Projet PRODAP financé par la Banque Africaine de Développement, de la FAO et de la Région des Pays de la Loire. Avec ces appuis, plusieurs actions ont pu être réalisées:

- Des infrastructures de gestion des pêches sur le lac Tanganyika ont été mises en place dont des clôtures de surveillance des pêches à Gitaza, Rumonge et des canaux d'évacuation des eaux usées et bétonnage des allées qui bordent les infrastructures de l'Unité Post-Capture du poisson(UPC) de Mvugo ainsi que diverses autres infrastructures dans diverses localités du pays ;
- 19 zones de frayères ont été identifiées et 9 ont été aménagées;
- Des actions d'amélioration des produits de la pêche ont été réalisées comme l'amélioration des techniques de fumage et de séchage du poisson pour augmenter la durée de conservation du poisson, le perfectionnement de la conservation du poisson sous glace;

- Des actions de lutte contre la pêche illégale, illicite et prohibée : Il a été procédé à des saisies et des destructions des engins de pêche prohibés, à la lutte contre la pêche des alevins sur les débarcadères, aux rives du lac dans les zones de frayères et sur les marchés;
- Des activités de renforcement des capacités à travers des réunions de sensibilisation, des formations techniques des associations de pêcheurs;
- Le service pêche a mis en place des infrastructures de gestion des pêches sur le lac Tanganyika, a entrepris des actions de recherche-développement en pêche, des mesures de lutte contre la pêche illégale, illicite et prohibée et la collecte des données statistiques.

➤ **Indicateurs de réalisation pour l'accroissement de la Sécurité Alimentaire, Nutrition et Gestion de la vulnérabilité**

Tableau 19 : Indicateurs de réalisation pour l'accroissement de la Sécurité Alimentaire, Nutrition et Gestion de la vulnérabilité

Indicateurs	Unités	Valeurs cibles 2017	Valeur cumulée 2012 -2014	Niveau d'atteinte des résultats (%) par rapport cible 2017	Ecart par rapport cible 2017
1. Taux de réduction du volume de l'aide alimentaire (nécessaire)	Ratio (%)	Non disponible	Non disponible	Non applicable	-
2. Proportion de ménages en situation de difficultés alimentaires touchés par des programmes d'assistance	Ratio (%)	100,0	Non disponible	Non applicable	-
3. Taux d'insécurité alimentaire	Ratio (%)		32	Non applicable	-
4. Taux de malnutrition aiguë global	Ratio (%)		5,5	Non applicable	-
5. Taux de malnutrition chronique global	Ratio (%)		48,8	Non applicable	-

Sources : DSE, Rapport EDS 2010, PAM – CFSVA, 2014

En effet, la technologie de conservation des sols par les dispositifs antiérosifs végétalisés associés à l'agroforesterie est intimement liée aux efforts de développement existants dans le pays. Comme valeur ajoutée/perspective d'avenir liées aux efforts existants dans le pays, les travaux de conservation des sols par les dispositifs antiérosifs végétalisés associés à

l'agroforesterie seront renforcés par les initiatives du Gouvernement d'une part et des partenaires d'autre part qui avanceront une nouvelle stratégie de lutte anti érosive par la mise en place des dispositifs antiérosifs végétalisés associés à l'agro foresterie.

Le processus devra être accompagné par des investissements importants en termes d'ouvrages de lutte antiérosive, de végétalisation de ces ouvrages au niveau national. Les préparatifs comme requête de financement concernent essentiellement :

- La conception d'un protocole de lutte anti érosive et l'intensification agricole basée sur la régionalisation des cultures ;
- La formation couplée d'une mobilisation des techniciens encadreur des activités sur 3000 collines ;
- Le piquetage, creusage des canaux, installation des herbes fixatrices et des plants agro forestiers,

Avec cette initiative, les sols conservés seront consolidés par des plantations agro forestières sur tous les sols très vulnérables à l'érosion repartis sur 3000 collines du pays. En effet, la présente technologie d'utilisation du four moderne est intimement liée aux efforts de développement existants dans le pays. Si les besoins financiers sont disponibles, comme valeur ajoutée/perspective d'avenir liées aux efforts existants dans le pays, la technologie sera bien justifiée grâce à ses meilleures conditions de transformation qu'elle offre, la mise sur le marché de produits de meilleure qualité et la possibilité de revenus additionnels avec l'utilisation des produits. Bref grâce à sa grande capacité d'adaptation au changement climatique.

En effet, la présente technologie de vaccination contre les principales maladies du bétail est intimement liée aux efforts de développement existants dans le pays. Comme valeur ajoutée/perspective d'avenir liées aux efforts existants dans le pays, la technologie de vaccination contre les principales maladies du bétail sera renforcée pour pouvoir maîtriser les maladies animales et les zoonoses d'une part et d'aider le(s) pays le(s) plus vulnérables à évoluer vers la sécurité alimentaire à long terme grâce à la réduction de l'impact des maladies animales sur les productions animales.

IV.3. LES OPTIONS TECHNOLOGIQUES D'ADAPTATION EXISTANTES DANS LE SECTEUR DE L'AGRICULTURE ET ELEVAGE ET LEUR PRINCIPAUX AVANTAGES

Les technologies d'adaptation dans le secteur de l'Agriculture et Elevage retenues apportent de nombreuses opportunités pour ce que l'on appellera actions d'adaptation « sans regret ». Les parties prenantes réunies dans un atelier du 29/04/2016 ont fourni une liste des options technologiques prioritaires possibles dans le secteur de l'Agriculture.

Dans cette réunion, les experts sectoriels et les autres parties prenantes qui étaient présents ont établi une liste de 31 options technologiques d'adaptation dont seulement 6 options

technologiques à soumettre au processus de priorisation. Les technologies prioritaires retenues sont synthétiquement décrites comme suit :

➤ **Systèmes de conservation des sols par les dispositifs anti- érosifs végétalisés associés à l'agro- foresterie**

La situation actuelle est caractérisée par une dégradation de la productivité des terres agricoles aggravées par une érosion peu contrôlée et une pression démographique qui perdure. Cette situation mènerait inéluctablement à une aggravation de l'insécurité alimentaire avec des conséquences désastreuses sur la paix sociale.

Les possibilités identifiées pour augmenter la production agricole, c'est l'accroissement de la productivité des terres agricoles ainsi que la maîtrise des techniques d'irrigation pendant la saison sèche. Cette augmentation de la production agricole ne peut être obtenue que par : la réduction de l'érosion et la protection des sols, dans une approche globale d'aménagement des bassins versants/marais, la restauration de leur fertilité qui intègre l'intensification de l'élevage (de bovins de préférence laitier dans le système d'Intégration Agro-Sylvo-Zooteknique) et la pratique de méthodes culturales conservatoires ; la restauration du couvert forestier sur les terres communales et les sols dégradés ; la mobilisation des eaux de surface (petits ouvrages de rétention des eaux pluviales, barrages et retenues collinaires).

La réduction du phénomène de dégradation des sols devra être appréhendé d'une façon généralisée, il nécessite : i) une forte mobilisation de la population ii) des interventions massives sur le milieu physique et iii) l'adoption de pratiques agricoles conservatoires pour s'adapter aux changements climatiques.

Le processus doit être accompagné par des investissements importants en termes d'ouvrages de lutte antiérosive, de végétalisation de ces ouvrages et de mobilisation des eaux de surface. La contribution des partenaires est plus que nécessaire pour agir rapidement car la situation est plus urgente surtout pour la région agro écologique du Mumirwa.

➤ **Développement de la variété du riz à cycle court**

Le riz valorise bien les terres hydromorphes en période de pluies. Avec les perturbations climatiques, la riziculture burundaise se heurte à différents stress biotiques et abiotiques. Pour faire face à ces contraintes, l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) est en train de mener des recherches sur des variétés de riz qui tolèrent les basses températures, la diminution sensible des précipitations ; qui ont un haut rendement et un cycle végétatif court.

L'exploitation des marais d'altitude peut conserver une bonne quantité d'eau en période de sécheresse. Les marais d'altitudes possèdent un avantage particulier dans l'adaptation au stress hydrique du riz. La superficie emblavée par le riz était de 12083 ha avec un potentiel d'extension de 8925 ha en 2014 (MINAGRIE, 2014). Cette technologie peut offrir beaucoup d'emplois et de revenus à la population.

En effet, la mise en œuvre de la technologie permettra d'augmenter la production en récoltant le riz deux fois l'année.

➤ **Systèmes d'alerte précoce communautaire**

Le secteur agricole fait régulièrement face à des perturbations climatiques liées au déficit pluviométrique (sécheresse) ou excès des pluies (inondations, glissement de terrain), d'où la dégradation des terres cultivées et la destruction des ouvrages publics et privés. Les sécheresses prolongées empêchent ou retardent les semis tandis que si elles arrivent précocement, elles empêchent la maturation des récoltes avec dans les deux cas des répercussions sur les pertes de production. De même des inondations et crues récurrentes emportent des plants dans les champs avec des pertes totales des productions.

Dés lors, une technologie par le système d'alerte précoce communautaire permettra la dissémination en temps réel de l'information sur les risques de sécheresse ou d'inondation pour y faire face.

Un système d'alerte précoce est un ensemble de procédures coordonnées par l'information sur les dangers prévisibles en rapport avec le comportement du climat. Ces informations sont recueillies et analysées pour prédire par la prise de mesures de contingence face à un phénomène naturel comme la sécheresse, l'inondation et autres catastrophes. Fondamentalement, il ya deux types de systèmes d'alerte précoce à savoir le système centralisé mis en œuvre par des organismes gouvernementaux nationaux et un système communautaire décentralisée exploité au niveau communautaire.

Par le passé, un projet dit Système d'Alerte Rapide et de Gestion de l'Information Agricole "SARGIA" a vu le jour au sein du MINAGRIE mais comme il ne disposait d'aucune technologie permettant d'appréhender les paramètres climatiques, il s'est clôturé pratiquement sans résultat. Au niveau de l'IGEBU, un système d'information sur le climat à base des données satellitaires existe et pourrait être pris comme base à partir de laquelle la nouvelle vision technologique pourrait se fonder.

➤ **Vaccination contre les principales maladies du bétail**

Les épizooties et les zoonoses occasionnent souvent des pertes énormes chez les agri-éleveurs d'où elles nécessitent une attention particulière pour leur maîtrise et leur contrôle. Cette situation constitue un handicap pour l'augmentation de la production et de la productivité dans le secteur de l'élevage.

La technologie de maîtrise et de contrôle à travers le programme de vaccination concernera les maladies prioritaires comme : la Maladie de Newcastle (NCD), Dermatose Nodulaire Contagieuse (LSD), Fièvre Aphteuse (FMD) ; Fièvre de la Vallée du Rift (RVF), etc.

Le Ministère ayant en charge l'Élevage a déjà initié les programmes de contrôle des principales maladies animales à travers la vaccination contre certaines maladies importantes des animaux telles que la Fièvre aphteuse(FMD), la Dermatose Nodulaire (LSD), la Brucellose Bovine, le Charbon Bactérien et le Charbon Symptomatique chez les bovins et la Maladie de Newcastle (ND) chez la volaille. Malheureusement, ce programme de vaccination n'est pas régulièrement exécuté par insuffisance de ressources (financières, matérielles, et humaines) de la part du Gouvernement. Peu d'acteurs (privés ou PTF) orientent leurs

investissements dans ce domaine, et les efforts déjà consentis sont rendu moins efficaces par la non couverture du territoire nationale.

A travers ce programme de vaccination contre les principales maladies animales et zoonoses, on aura également contribué au maintien de l'écosystème notamment à la protection des humains contre des éventuelles contaminations à travers la consommation des aliments et de l'eau souillés.

➤ **Fumage moderne du poisson**

Au Burundi, la pêche constitue un important secteur d'activité en terme économique et social. Le tiers de la consommation des protéines animales dans le pays provient du poisson et l'activité de pêche offre de l'emploi à environ 150000 personnes.

Au début des années 2000, la production de poissons a été estimée entre 16000 à 24000 tonnes/ an (MINAGRI, 2006). Mais une bonne partie de ses productions déjà insuffisantes pour la couverture des besoins de la population burundaise n'atteignait pas l'assiette des consommateurs du faite des problèmes de pertes observées après la capture dues à la détérioration du poisson.

En effet, le poisson est un aliment de haute valeur nutritionnelle mais hautement périssable si rien n'est fait après sa capture.

Dans sa composition, l'eau est à plus de 80%. C'est cela qui favorise sa rapide détérioration.

Le but de la technologie post capture est de réduire sinon d'arrêter la détérioration en agissant sur la diminution de l'eau par diverses pratiques.

A l'origine de ces techniques, l'objectif est de pouvoir stocker des aliments en période d'abondance, afin d'éviter d'avoir à faire face à la disette ou la famine durant des périodes moins fastes (année à faible production, ...) et ou en respectant la chaîne de froid et les bonnes pratiques de manipulation du poisson.

Le séchage du petit poisson (Ndagala) qui est la technique de transformation la plus courante dans le pays, était fait généralement sur le sable, à même le sol. Ce qui conduisait à une altération partielle ou totale des produits avec comme corollaires des pertes tant physiques, nutritionnelles qu'économiques tout au long de la chaîne de valeur. Le gros poisson (leslates et surtout le mukeke) était sujet à ces mêmes pertes, faute d'une technologie post capture adéquate.

Pour réduire ces pertes, des projets (SUPOBU, DAPA, PRODAP) se sont succédé développant ces techniques améliorées et des infrastructures adaptées.

En 2004, le Burundi a bénéficié d'un TCP qui a bien réussi sur le fumage et le séchage améliorés du poisson à tel enseigne que le pays a été classé le premier au niveau régional. Ce TCP avait introduit deux nouveaux fours (altona et parpaing) et amélioré le chorkor, four le plus largement diffusé et utilisé.

Actuellement, des essais de diversification des produits de pêche sont initiés par la Direction des Eaux, de la pêche et de l'Aquaculture. Le problème primordial qu'elle rencontre est le manque du matériel et des équipements ainsi que la compétence nécessaire.

Les communautés de pêche bénéficiaires ont adopté les techniques améliorées de transformation du poisson en consacrant l'utilisation des claies surélevées pour le séchage du poisson-Ndagala une pratique favorisant une productivité élevée pour le secteur.

Cependant, les produits fumés sur ces fours ont accusé une grande contamination par les HAP, composées de la fumée de la combustion incomplète du bois de chauffe, faisant ainsi l'objet de rejet par les marchés européens. Pour pallier à ce problème, un nouveau four moderne(FTT), qui permet d'élaborer des produits salubres, a été testé et introduit.

C'est un four, à double vocation (fumage et séchage), qui utilise du charbon en petite quantité et valorise les sous produits agricoles (raffles de maïs, paille de riz,), dont l'utilisation est moins pénible.

Le fumage sur ce four est une nouvelle technologie qui sera introduite pour améliorer la gestion post capture du poisson.

La technologie mettra à la disposition du consommateur des produits fumés de meilleure qualité nutritionnelle et organoleptique. Elle mérite son développement.

La technologie contribuera au respect et à la protection de l'environnement grâce à l'économie du combustible.

➤ **Retenues collinaires pour la collecte des eaux de pluie à des fins agricoles**

Au Burundi, la technologie de conservation et utilisation de l'eau de pluie n'est pas encore développée. En effet, le Burundi est un pays sujet aux effets érosifs causés par les eaux de ruissellement occasionnant des pertes énormes des terres ayant comme conséquence : l'envasement des plaines et des bas fonds, le ravinement et la sédimentation.

La quasi-totalité de la production agricole dépend exclusivement des conditions pluviométriques. Malheureusement, le retard ou le déficit des pluies pendant 2 ou 3 mois entraîne automatiquement la famine, au cas contraire pendant la saison normale, la production est satisfaisante.

A titre indicatif, 30000000 FBU débloqués par le projet du Bassin du Nil a été utilisé pour l'aménagement des retenues collinaires en province KIRUNDO. Malheureusement alors que c'était prévu l'irrigation de 10 ha par l'eau de retenue collinaire, reste non fonctionnelle à cause de l'insuffisance du personnel tant sur le plan qualitatif que quantitatif qui influe négativement sur la technologie de la réserve en eau de pluie et son utilisation.

Normalement les eaux de ruissellement sont une partie des précipitations en plus des eaux qui s'infiltrent dans le sol et celles qui s'évaporent. Cette première partie est la plus importante et devrait faire objet de la technologie de la réserve de l'eau de pluie.

Pour faire face aux problèmes mentionnés ci-dessus, le Burundi a besoins de recourir à la technologie de retenues collinaires pour la collecte des eaux de pluie afin de s'adaptation au

déficit hydrique pendant la saison sèche, et possibilité de récolte en dehors des pluies et ainsi arriver à l'augmentation considérable de la production agricole par promotion de l'irrigation collinaire.

La technologie permettra également la diminution des dégâts causés, les eaux de ruissèlement, par les inondations, par les éboulements ; l'augmentation des débits des cours d'eau, l'infiltration pour recharger la nappe phréatique ; la restauration de l'environnement et sa biodiversité.

Cette technologie nécessite aussi des financements importants en matière de mise en œuvre de projets y relatifs, qui préalablement exige des études bien conduites avant de passer à l'exécution des travaux proprement dit.

IV.4 CRITERES ET PROCESSUS DE PRIORISATION DES TECHNOLOGIES

Pour le secteur de l'Agriculture et Elevage, la liste des 6 technologies sélectionnées est donnée ci-dessous sachant que les fiches technologiques détaillées sont fournies dans l'annexe I :

1. Systèmes de conservation des sols par les dispositifs anti érosifs végétalisés associés à l'agro foresterie ;
2. Retenues collinaires pour la collecte des eaux de pluie à des fins agricoles ;
3. Développement de la variété du riz à cycle court ;
4. Systèmes d'alerte précoce communautaire ;
5. Vaccination contre les principales maladies du bétail ;
6. Fumage moderne du poisson.

Dans ces technologies, des interventions d'adaptation dans le secteur agricole qui traitent des questions telles que la résistance aux phénomènes météorologiques extrêmes, la protection de la santé animale, la conservation de l'eau à des fins agricole, ainsi que la diversification des plantes et la conservation et transformation des aliments, créeront beaucoup d'avantages sociaux, économiques et environnementaux, quelles que soient les scénarios possibles au niveau du changement climatique.

Après l'identification des technologies à soumettre à l'Analyse Multi Critères(AMC), des ateliers avec les parties prenantes et du groupe des experts sectoriels se sont réunies pour procéder à la validation des résultats de la priorisation des technologies.

IV.4.1 Détermination des critères d'évaluation des performances des options technologiques

Dans ces ateliers, les parties prenantes se sont convenues sur une dizaine des critères et leur pondération.

Les critères d'évaluation des besoins technologiques(Tableau 20) ont été approuvés selon un processus de concertation entre les différentes parties prenantes lors du premier atelier (qui a eu lieu du 8-9 Juin 2016) de restitution par les consultants nationaux qui ont participé à la formation tenu à DAKAR du 23 au 26 février 2016.

Après explication des fondements de l'approche de priorisation des technologies basée sur la méthode de l'Analyse Multicritères « AMC », ensuite un travail de brainstorming a eu lieu, avec les participants en vue de définir les critères d'évaluation des besoins technologiques pour l'atténuation et pour l'adaptation. Les critères sont organisés en catégories et en sous-

catégories homogènes (le rappel du contexte politique, social et environnemental burundais a été la base de ce travail).

Pour l'adaptation, à la suite d'un brainstorming, nous avons identifié et discuté trois groupes de critères divisés en sous-groupes à savoir :

Tableau n° 20 : Critères d'évaluation des besoins technologiques

Avantage au Développement durable		Caractéristiques de la technologie	
Economique	Croissance économique	Économique	Coût d'investissement
	Contribution à la balance de paiement		
Social	Lutte contre la pauvreté	Technique	Potentiel de la réduction de la vulnérabilité
	Création/préservation d'emploi		Faisabilité
Environnemental	Réduction de la pollution	Sociale	Acceptabilité

IV.4.2 Notation et classement préliminaire des options technologiques

Après la réalisation de la présélection des technologies par les parties prenantes, le consultant avait préparé quelques critères et recueilli des avis d'experts sur la facilité de l'évaluation. Seuls 10 critères qui sont indépendants les uns des autres (ou mutuellement exclusifs) ont été retenus localement afin de prioriser les technologies d'adaptation.

Dans l'étape suivante, le résultat et la performance de chaque technologie sont évalués par rapport à chacun des critères. L'échelle de notation a été de 0 à 100, en utilisant 0 comme la technologie la moins préférée et 100 comme la technologie la plus préférée. Par la suite, le groupe d'experts a procédé à discuter de l'importance du critère puis a parvenu à un consensus sur le score pour chaque technologie par rapport à ce critère. De manière alternative, une notation d'experts individuelle a été réalisée et présentée sur une feuille de notation du facilitateur de l'AMC qui par la suite a alors calculé le score moyen et établi un classement préliminaire des technologies. Les résultats de cette opération sont présentés au tableau n° 21.

Tableau n°21 : Résultats de la notation des options technologiques

Options technologiques	Critères d'évaluation									
	Avantages sur le développement durable						Critères liés à la technologie			
	Importance économique		Importance sociale		Importance environnementale		Potential de réduction de vulnérabilité	Maturité		Coût
	Croissance économique	Contribution au balance de paiement	Lutte contre la pauvreté	Création d'emploi	Réduction de la pollution	Préservation de la biodiversité		Sécurité	Fiabilité	
1. Systèmes de conservation des sols par les dispositifs anti-érosifs végétalisés associés à l'Agro-foresterie	20	20	55	60	80	80	90	85	80	50
2. Mise en place des retenues collinaires pour la collecte des eaux de pluie à des fins agricoles	40	40	68	65	70	85	95	75	85	48
3. Développement de la variété du riz à cycle court	35	30	80	70	50	60	83	95	60	60
4. Systèmes d'alerte précoce communautaire	10	23	65	40	65	90	82	90	75	50
5. Vaccination contre les principales maladies du bétail	30	25	50	30	60	70	60	80	70	40
6. Fumage moderne des poissons	80	70	85	90	75	75	85	60	87	30

IV.4.3. Standardisation et classement des options technologiques

Cette étape consiste à calculer la notation relative qui consiste à convertir les nombres absolus en scores relatifs lorsqu'une valeur inférieure est préférable ou lorsqu'une valeur plus élevée est préférable.

a) La formule utilisée est la suivante lorsqu'une valeur inférieure est préférable:

$$\text{La notation relative}(Y_i) = 100 * (x_{\max} - x_i) / (x_{\max} - x_{\min})$$

b) La formule utilisée est la suivante lorsqu'une valeur plus élevée est préférable :

$$\text{La notation relative}(Y_i) = 100 * (x_i - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min})$$

Où, Y_i est le score de l'option i (valeurs standardisées de la technologie) ; X_i , $X_{\min}$ et $X_{\max}$ sont respectivement la performance de l'option i . $X_{\min}$ et $X_{\max}$ sont les performances les moins élevées et les plus élevées parmi les options pour un même critère d'évaluation. Les résultats de cette opération sont présentés au tableau n° 22 qui suit.

Tableau n°22 : Résultats de la standardisation et classement des options technologiques

Options technologiques	Critères d'évaluation												
	Avantages sur le développement durable						Critères liés à la technologie						
	Importance économique		Importance sociale		Importance environnementale		Potential de réduction de vulnérabilité	Maturité		Coût	Score	Moyenne	Classement
	Croissance économique	Contribution au balance de paiement	Lutte contre la pauvreté	Création d'emploi	Réduction de la pollution	Préservation de la biodiversité		Sécurité	Fiabilité				
1. Systèmes de conservation des sols par les dispositifs anti-érosifs végétalisés associés à l'Agro-foresterie	14	0	14	50	100	67	86	71	74	33	510	51	3e
2. Mise en place des retenues collinaires pour la collecte des eaux de pluie à des fins agricoles	43	40	51	58	71	83	100	43	93	40	623	62,3	2e
3. Développement de la variété du riz à cycle court	36	20	86	67	14	0	66	100	0	0	388	38,8	5e
4. Systèmes d'alerte précoce communautaire	0	6	43	17	57	100	63	86	56	33	460	46	4e
5. Vaccination contre les principales maladies du bétail	29	10	0	0	43	33	0	57	37	67	276	27,6	6e
6. Fumage moderne des poissons	80	70	85	90	75	75	85	60	87	30	807	80,7	1er

IV.4.4. Pondération des critères d'évaluation, combinaison des scores et calcul des résultats

Après la standardisation, les parties prenantes ont attribué un poids à chaque critère pour refléter le poids de l'importance que ces dernières ont accordé à chacun des critères spécifiques. Sur ce, un poids compris entre 1 et 100 a été assigné par les parties prenantes pour chaque critère, en s'assurant que la somme de tous les poids totalise 100. Ainsi, les scores par rapport à tous les critères peuvent être comparés, car le travail de la pondération des critères est déjà accompli au niveau du secteur des Ressources en eau.

L'étape qui suit c'est la combinaison des poids et scores pour chacune des options afin de déterminer une valeur globale. Le score total pondéré (Tableau 23) de chaque option technologique est calculé pour chaque technologie en multipliant son score relatif pour chaque critère par le poids correspondant donné à ce critère.

Le score total de la technologie i est fourni par la formule suivante :

$$S_{ij} = \sum_{j=1}^n W_j S_{ij}$$

où S_{ij} est le score de la technologie i par rapport au critère j ;

W_j est le poids de pondération du critère j .

Tableau 23 : Résultat de la pondération et de la combinaison des scores des critères d'évaluation dans le secteur Agriculture et Elevage

No d'ordre	Technologies	Note pondérée
1	Systèmes de conservation des sols par les dispositifs anti-érosifs végétalisés associés à l'Agro- foresterie	60,4
2	Mise en place des retenues collinaires pour la collecte des eaux de pluie à des fins agricoles	73,1
3	Développement de la variété du riz à cycle court	42,8
4	Systèmes d'alerte précoce communautaire	49,9
5	Vaccination contre les principales maladies du bétail	26,7
6	Fumage moderne des poissons	81,3

IV.4.5. Résultats de la priorisation des technologies

Après la pondération des critères d'évaluation suivie de la combinaison des scores, le résultat est introduit dans le logiciel TNAssess (Technology needs Assessment) pour la priorisation et le classement final des technologies par la méthode d'analyse multicritère(AMC). Les résultats obtenus de l'AMC(Tableau 24) ont été soigneusement examinés par les membres du groupe de travail sectoriel pour voir si les rangs étaient logiques.

Tableau 24 : Résultats de priorisation des technologies d'adaptation de rang de priorité pour le secteur de l'Agriculture et Elevage

No d'ordre	Technologies	Note pondérée
1	6. Fumage moderne des poissons	81,3
2	2. Mise en place des retenues collinaires pour la collecte des eaux de pluie à des fins agricoles	73,1
3	1. Systèmes de conservation des sols par les dispositifs anti-érosifs végétalisés associés à l'Agro- foresterie	60,4
4	4. Systèmes d'alerte précoce communautaire	49,9
5	3. Développement de la variété du riz à cycle court	42,8
6	5. Vaccination contre les principales maladies du bétail	26,7

Par la suite, dans les 6 technologies retenues, le projet EBT-2 exige d'insister sur 3 technologies en premier lieu jusqu'à confectionner leurs fiches de projets à soumettre à concurrence pour financement dans le cadre du PNUE, ainsi les trois technologies d'adaptation priorisées dans le secteur de l'Agriculture et Elevage qui ont été retenues pour une analyse ultérieure sont:

- Fumage moderne des poissons ;
- Retenues collinaires pour la collecte des eaux de pluie à des fins agricoles ;
- Systèmes de conservation des sols par les dispositifs anti-érosifs végétalisés associés à l'agro- foresterie.

Sur ce, les résultats des technologies obtenus après classement par priorité (Tableau 24) sont cohérents avec le contexte de décision et respectent les priorités politiques et stratégiques nationales en matière de réduction des impacts des changements climatiques.

A cette perspective, la mise en œuvre des technologies priorisées contribuera à mieux valoriser les produits de la pêche(transformer/conserver le poisson) en utilisant de nouveaux

dispositifs adaptables sur les fours améliorés existants, à optimiser l'utilisation de l'eau de pluie à des fins d'irrigation, d'améliorer la productivité des cultures et réduire le risque de dommages causé aux cultures par la sécheresse parmi les petits agriculteurs et à réduire l'érosion, protéger les sols et restaurer leur fertilité, mobiliser les eaux de surface, restaurer le couvert forestier et les sols dégradés et ainsi à améliorer la productivité des cultures et la situation nutritionnelle des populations.

IV.4.6 Analyse de sensibilité

Afin d'étudier la sensibilité du classement de la technologie sur les pondérations attribuées, le poids attribué à chaque critère a été réévalué en tenant compte de l'incertitude et des objectifs contradictoires de multiples parties prenantes. La synthèse des résultats des scénarios dans le secteur de l'Agriculture et Elevage sont présentés dans le tableau 25.

Tableau 25 : Synthèse des résultats des scénarios 1/base et 2 dans le secteur de l'Agriculture et Elevage

No	Technologies	Notes pondérées	
		Scenario 1/base	Scenario 2
1	6. Fumage moderne des poissons	81,3	78,8
2	2. Mise en place des retenues collinaires pour la collecte des eaux de pluie à des fins agricoles	73,1	71,4
3	1. Systèmes de conservation des sols par les dispositifs anti-érosifs végétalisés associés à l'Agro-foresterie	60,4	58,8
4	4. Systèmes d'alerte précoce communautaire	49,9	52,3
5	3. Développement de la variété du riz à cycle court	42,8	48,6
6	5. Vaccination contre les principales maladies du bétail	26,7	23,73

Tableau 26 : Synthèse des résultats du scénario 3 dans le secteur de l'Agriculture et Elevage

NB : Scénario 1/ base est de 60% de développement durable et 40% de technologie, le scénario 2 est de 70% et 30% et le scénario 3 est de 30% et 70%.

No	Technologies	Notes pondérées
		Scenario 3

1	2. Mise en place des retenues collinaires pour la collecte des eaux de pluie à des fins agricoles	78,8
2	6. Fumage moderne des poissons	78,5
3	1. Systèmes de conservation des sols par les dispositifs anti-érosifs végétalisés associés à l'Agro- foresterie	67,6
4	4. Systèmes d'alerte précoce communautaire	56,1
5	3. Développement de la variété du riz à cycle court	45,8
6	5. Vaccination contre les principales maladies du bétail	23,9

Les tableaux 25 et 26 montrent que l'augmentation du poids des critères liés à la technologie se manifeste par une augmentation des scores des 3 premières technologies prioritaires. Les résultats des scénarios 1/base et 2 montrent que les technologies prioritaires restent similaires contrairement au scénario 3 où l'ordre est différent. En effet, ces résultats montrent que l'augmentation du poids de pondération liés aux avantages sur le développement durable est défavorable pour les technologies mais favorable à la capacité de réduire les impacts de vulnérabilité liés aux effets néfastes des changements climatiques pour toutes les 3 technologies prioritaires.

Enfin, les membres du groupe sectoriel se sont convenus après la comparaison des résultats issus des 3 scénarios que les meilleurs résultats se trouvent au scénario 1/base car il contient une technologie prioritaire qui a le score le plus élevé par rapport aux autres technologies des 2 autres scénarios. Ainsi, les technologies prioritaires du secteur Agriculture et Elevage seront développées indépendamment de l'ordre de priorité des technologies.

CHAPITRE V: CONCLUSIONS

Le BURUNDI, pays enclavé et situé à cheval entre l'Afrique centrale et l'Afrique Orientale est frappée de plein fouet des impacts du changement climatique.

Il est classé parmi les six pays plus pauvres du monde (1^{er} pays), car en effet, son économie repose essentiellement sur l'Agriculture pluviale dépendant des conditions climatiques.

Les secteurs les plus vulnérables au changement climatique l'Agriculture vient en tête suivi des secteurs des ressources en eau, de l'énergie, de l'environnement et des écosystèmes naturels.

C'est pour cette raison que le secteur de l'Agriculture et Elevage et le secteur des ressources en eau ont été sélectionnées comme secteurs prioritaires à l'Evaluation des Besoins en Technologies (EBT) pour l'adaptation au changement climatique.

La présente étude a passé en revue le contexte socio-économique, le degré de vulnérabilité des secteurs Agriculture et Elevage et Ressources en Eau au changement climatique et les stratégies nationales d'adaptation préconisées dans ces deux secteurs.

Sur base de tout cela, on a identifié les technologies essentielles existantes dans les différents programmes et projets des secteurs concernés y compris le secteur privé. Les fiches détaillées de ces technologies se trouvent dans l'annexe I de ce rapport.

Cependant, considérant l'importance et la contribution de chaque technologie pour l'adaptation aux changements climatiques, il a été reproduit une courte liste de trois technologies dans le secteur de la Ressource Eau et de trois technologies dans le secteur de l'Agriculture et Elevage qui sont jugées « hautement prioritaire » pour le Pays selon la catégorie de leur utilisation et en utilisant l'outil d'Analyse Multicritère (AMC). Au niveau de la sensibilité, en essayant différents scénarios, on retrouve presque les mêmes technologies. Cela montre que ces technologies sont très importantes une fois mis en œuvre. Le Burundi pourra donc mieux s'adapter au changement climatique malgré la grande vulnérabilité des secteurs concernés pour que la population trouve une alimentation suffisante et de l'eau en quantité suffisante et sortir progressivement de la pauvreté. Il nécessite donc une mobilisation interne et externe des financements pour la mise en œuvre de ces technologies. Les coûts de ces technologies sont estimatifs et les études de faisabilité doivent être faites pour la mise en œuvre de ces technologies. Cependant, une analyse des barrières doit être menée pour la bonne réussite de ces technologies.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Alerte : la Ville de Bujumbura pourrait être détruite en cas de précipitation extrême, Burundi - ARIB asbl Web site du 1 septembre 2010;
2. Analyse de la Vulnérabilité au Changement climatique au Burundi, 2014;
3. Banque Mondiale, Country Assistance Strategy 2009-2012;
4. Bassin versant de la retenue collinaire de Kadesh, Séminaire sur l'étude intégrée des eaux et des sols, Tunis.....
5. Bernard RIVOIRE, (2006) Retenues collinaires, Chambre d'Agriculture de LOIRE;
6. BGR, (1993) Etude sur la potentialité en eau souterraine ;
7. BGR, (2014) Rapport d'analyse des eaux;
8. Burundi : inondation, Bulletin No MD RBI003 Croix Rouge, 19 janvier 2007;
9. Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté 2eme Génération (CSLP II, 2010);
10. Code de l'eau du Burundi, 2012;
11. Code de l'Environnement ,2000;
12. Code foncier révisé du Burundi, 2012;
13. Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, 2008 ;
14. Coopération Suisse, (2014) Rapport d'analyse des sources;
15. David & faustin, (2016) Etude comparative des couts des réseaux d'évacuation des eaux usées fabriques en béton et ceux fabriques en PVC/PN10 ou en polyéthylène ;
16. DOS, 2010 ;

17. Etats Généraux de l'Agriculture et de l'Elevage, 2014,
18. Evaluation rapide conjointe suite à la catastrophe du 9-10 février 2014 aux alentours de Bujumbura;
19. Evariste SINARINZI, (2010) Enjeux et défis dans la gestion des Ressources en eau et de l'assainissement de base : le rôle des Parties Prenantes ;
20. Gervais MUHIRWA, (2011) Approche de prévention et gestion des risques naturels au Burundi et le droit international de l'environnement, (Mémoire sur les inondations);
21. Ndiaye, O., Sodoke Komivi, B. and Diei-Ouadi, Y. 2014. Guide for developing and using the FAO-Thiaroye processing technique (FTT-Thiaroye).Rome, FAO. 67 pp.
22. IGEBU, (2010-2012) Rapport hydrologique;
23. Inspection Provinciale de la Santé (IPS), Bujumbura, 26 janvier 2007;
24. Investir dans l'agriculture au Burundi, Rapports de Recherche d'Oxfam, Juin 2011 ;
25. Jérémie, (2014) Eau de dieu, don gratuit de dieu, un bien économique, présentation, vivons l'eau, site du WWF; Linham and Nichols, 2010 : Technologies for Climate change adaptation : Coastal Erosion and Flooding;
26. Manuel de mise en œuvre du projet LVWATSAN, février 2011;
27. Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage, Stratégie Agricole Nationale 2008 ;
28. Ministère de l'Agriculture et Elevage, rapport 2014 ;
29. Net press, (2012);
30. Normes de rejet des eaux usées domestiques et industrielles du Burundi, 2012
31. ONEMA, (2013) Les voies navigables et continuité l'étale;
32. Plan d'Action de la Gestion Intégrée des ressources en eau au Burundi, 2009;
33. Plan d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques, 2005;
34. Plan d'Action sur les changements Climatique, 2013;
35. Plan de réponse catastrophe naturelle : inondation (EL NINO 2015), novembre 2015.
36. Plan Directeur nationale de l'eau, 1998;
37. Politique Nationale d'Assainissement, 2013;
38. Politique Nationale de l'eau, 2009;
39. Politique Nationale sur les Changements Climatiques, 2013;
40. Première Communication Nationale sur le Changement Climatique, 2001;
41. Programme National d'Investissement Agricole, 2011;
42. Projet de stabilisation des talus des berges de la rivière RICHELIEU le long des routes 133 et 223 entre Saint-Basile -le-Grand et Saint-Ours, Septembre 2010;
43. Rapport annuel BRB, 2014;
44. Rapport CNDAPA, 2014
45. Rapport de la commission de l'Assemblée Nationale : « Bonne gouvernance et de la privatisation » sur la RGIDESO, 2012 ;
46. Rapport ENAB, 2015;
47. Rapport technique DES, 2014 ;
48. Rapport de restitution des analyses des eaux des sources dans la zone pilote de la GIRE, 2016;
49. Références des couts pour la construction de retenues collinaires, AERM&C/DIS/REPD-CQ, juin 2005;
50. Seconde Communication Nationale sur le changement climatique, 2010;
51. Stratégie et plan d'action contre la dégradation du sol, 2011-2016;
52. Stratégie Nationale Agricole, 2008;
53. Stratégie Nationale de l'Eau, 2011;
54. Stratégie nationale de l'environnement au Burundi, 1997;

55. Stratégie nationale de l'environnement au Burundi, 2000;
56. Stratégie Nationale sur la Biodiversité, 2013-2017;
57. Subash Dhar, 2014; ClimateTechWiki Webinar, le 25 Février, 2014;
58. Technique FAO Thiaroye de transformation du poisson, 2014;
59. WWW.tech-action.org.

ANNEXE I : FICHES DES TECHNOLOGIES

A.SECTEUR DES RESSOURCES EN EAU

Fiche 1 : SUIVI DE LA QUANTITE D'EAU

I. INTRODUCTION

Le Burundi dispose de nombreuses sources avec un débit d'environ 6 600 litres d'eau par seconde et dont la majorité s'adapte facilement aux aménagements hydro agricoles, hydrauliques et aux adductions d'eau potable. Les collines du pays (crête Congo-Nil et plateaux centraux du Mugamba, Bututsi, Kirimiro, Buyenzi et Bweru) sont bien pourvues en eaux de sources avec des débits spécifiques supérieurs à 0,3 litres/s. Par contre, les régions naturelles du Bugesera, de l'Imbo et du Kumoso connaissent des sources à très faibles débits (PDNE, 1998).

Dans le cadre de cette technologie, le suivi quantitatif de l'eau devrait régulièrement être effectué à l'échelle nationale.

II. CARACTERISTIQUES DE LA TECHNOLOGIE

Cette technologie consiste à faire le suivi régulier de la qualité des eaux de surface et souterraines dans le temps et dans l'espace. Ce suivi comprend l'installation et la maintenance des équipements, la collecte des données, leur analyse et traitement, l'archivage et publication de l'information sur la quantité des ressources eau.

III. APPLICABILITE / SPECIFICITE DANS LE PAYS

Au Burundi, les réseaux hydrométéorologiques existent déjà et sont fonctionnels. La Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) est appliquée dans la zone pilote (y compris le suivi de la qualité et de la quantité de l'eau). Cette technologie est applicable sur tout le territoire national. Concernant les ressources en eau souterraines, cette technologie est reproductible à tout le pays. Une carte des potentialités en eau souterraine a été élaborée et permet de distinguer les zones à faibles, moyennes, bonnes et hautes potentialités en eaux souterraines. Cette carte doit être complétée au niveau de la quantité.

IV.SITUATION DE LA TECHNOLOGIE DANS LE PAYS

Le réseau initial des stations météorologiques géré par l'Institut Géographique du Burundi (IGEBU) comportait 169 stations alors que le réseau hydrométrique comptait 54 stations. Pour les stations les plus vieilles, la collecte des données a commencé en 1927. Cependant, beaucoup de stations ont été détruites pendant la crise sociopolitique à partir de l'année 1993. Récemment, l'IGEBU a commencé un programme de réhabilitation des stations météorologiques principales et hydrologiques avec le financement des bailleurs de fond (PNUD, GIZ, DFID). Après la réhabilitation de quelques stations en 2009, 29 stations météorologiques et 36 stations hydrométriques sont actuellement fonctionnelles.

Les études ponctuelles sur les eaux souterraines ont été faites par l'IGEBU avec l'appui du BGR basé à GITEGA, RUMONGE ET KIRUNDO et la coopération suisse à NGOZI et le Groupe GIRE dans la zone pilote Dama-Murembwe.

A travers le projet BGR :

- Une carte des potentialités en eau souterraine a été élaborée et permet de distinguer les zones à faibles, moyennes, bonnes et hautes potentialités en eaux souterraines ;
- Trois zones pilotes ont été identifiées par les partenaires du secteur Eau lors du lancement du Projet BGR en février 2009 ;
- Treize Forage ont été exécutés en 2013 et des piézomètres (dataloger) ont été installés sur les 13 forages localisés à Gitega, Ngozi, Rumonge..;
- Des essaies de pompages ont été fait sur ces forages ;

Des données sur la quantité et la qualité d'eau des 13 forages sont collectées régulièrement depuis Novembre 2013 et saisies dans une base de données.

La Direction Générale des Ressources en Eau et de l'Assainissement (DGREA) avec l'appui de la GIZ est entrain d'appliquer l'approche de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) dans la zone pilote au niveau du sous- sous bassin Dama-Murembwe. La qualité et de la quantité de l'eau des sources dans cette zone pilote sont régulièrement suivies Avec cette technologie, on pourra faire l'extension du réseau hydrométéorologique et mettre à l'échelle l'expérience de BGR et de la GIRE à travers tout le pays.

V.AVANTAGES EN TERMES DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE, SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL

La meilleure maîtrise de la disponibilité des ressources en eau au niveau national en terme de quantité, permettra aux régulateurs du secteur de bien répartir l'eau aux différents usagers en tenant compte de la variabilité climatique. Au niveau économique, les principes prévus dans la politique Nationale de l'eau sur la reconnaissance de la valeur économique de l'eau seront appliqués aux usagers (le principe préleveur-payeur et pollueur- payeur). Cette maîtrise permettant aux gestionnaires de l'eau de faire une gestion rationnelle de la ressource eau sans

gaspillage. La technologie va créer aussi des emplois et des revenus au sein des entreprises (recherche des données).

VI.INTERET D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La connaissance de la disponibilité des Ressources en Eau en temps réel et dans l'espace permet d'ajuster la gestion de cette ressource suivant la variabilité climatique.

VII.EXIGENCES ET COUTS FINANCIERS

Les services hydrométéorologiques et d'autres institutions concernées ont été établis dans notre pays pour la collecte systématique et la constitution d'une base de données sur les ressources en eau. Les capacités humaines, matérielles et financières des institutions concernées comme celles de la DGREA, de l'IGEBU et de l'OBPE devraient être renforcées.

Le coût d'investissement semble important, autour de 5, 000,000\$.

Fiche 2. LA COLLECTE DES EAUX PLUVIALES DES TOITS DES MAISONS

I. INTRODUCTION

Dans de nombreux cas, les eaux souterraines ou les eaux superficielles peuvent être inaccessibles ou impropres à la consommation humaine. En effet, l'aquifère peut être trop profond et ou peut être contaminé par des minéraux et des produits chimiques comme l'arsenic par exemple. Les eaux superficielles aussi peuvent être contaminées par des matières fécales ou des produits chimiques. C'est le cas de RUMONGE dont les eaux de distribution présentent une concentration de fer en peu élevée et que la plupart des sources d'eau potable présentent un indice de pollution bactériologique dans tout le pays. Dans ce cas on fait recours à l'eau de pluie. Même pour d'autres usages qui ne nécessitent pas de l'eau potable, on peut recourir à l'eau de pluie. Cette technologie de la collecte des eaux de pluie des toits des maisons peut être une solution efficace et peu coûteuse. Les systèmes de collecte des eaux de pluie ont été utilisés depuis l'antiquité et les exemples abondent dans toutes les grandes civilisations tout au long de l'histoire.

Le Burundi est considéré comme disposant de ressources en eau relativement abondantes, mais leur répartition est inégale et la croissance démographique accentue la pression sur cette ressource. Le débit des sources tend à diminuer régulièrement et d'autres connaissent des tarissements surtout en saison sèche. La plupart de la population rurale n'a pas alors l'accès facile aux sources à cause des pentes accidentées et à une longue distance à parcourir.

Le problème est aggravé par des pratiques peu rationnelles en matière d'utilisation des terres, par des dispositions institutionnelles inadéquates et par le non-respect des instruments réglementaires et juridiques existants dans le secteur.

Or, la gestion rationnelle des ressources en eau doit impérativement tenir compte des phénomènes climatiques extrêmes avec des alternatives à envisager.

CARACTERISTIQUES DE LA TECHNOLOGIE

Un système de captage des eaux de pluie, parfois appelé comme dans l'antiquité « impluvium », est constitué généralement de 5 éléments :

- 1 toiture ou une surface de captage ;
- 1 système de gouttière collectant les eaux de pluie captées par le toit (bambou, tôle galvanisée ou PVC) ;
- 1 conduite drainant les eaux de pluie vers un récipient de stockage
- 1 dispositif de déviation des premières pluies (nettoyage de l'aire de captage)
- 1 grand récipient, un réservoir d'eau (en surface) ou une citerne (enterrée).

Les images suivantes montrent certains systèmes utilisés pour la collecte des eaux de pluie

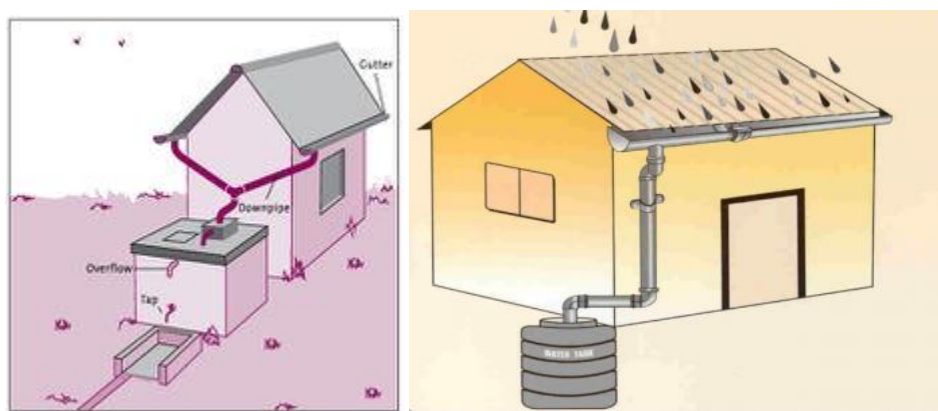


Figure 13 : Système de collecte et de stockage des eaux de pluies des maisons

Il en existe toute une gamme du système le plus simple au plus élaboré. Il peut servir pour la boisson (rarement, sauf après traitement complémentaire), pour d'autres usages domestiques ou des collectivités publiques (écoles, centres pénitentiaires, élevages, les camps militaires, les marchés etc.).

La collecte des eaux de pluie vise à utiliser des structures telles que les maisons ou les écoles, les centres de santé, etc. afin de collecter l'eau de pluie et la stocker dans des réservoirs souterrains ou en surface pour une utilisation économique ultérieure. Une façon de récupérer l'eau est de recourir à la collecte des eaux de pluie des toits, quand la surface de toit est adéquate (tuiles, tôles métalliques, plastiques).

Un système de collecte des eaux de pluie des toits peut être un réservoir de stockage souterrain de 500 mètres cubes, qui dessert une communauté entière, ou bien juste un seau, situé sous un toit sans gouttière.

Si on utilise des réservoirs de stockage, les structures faites en brique-ciment ou en ferrociment sont les meilleures options et les moins coûteuses. Ces structures peuvent être également fabriquées localement. Lorsqu'un réservoir d'eau est sous terre, celui-ci est appelé « citerne ». Parmi les différents types de stockage se trouvent le réservoir souterrain, le réservoir en ferrociment, le réservoir doublé de plastique, etc. La taille du réservoir est un compromis entre le coût, le volume d'eau utilisé, la longueur de la saison sèche, etc. Il est

conseillé de construire d'abord un petit réservoir avant d'en construire un grand. Par ailleurs, les réservoirs de stockage peuvent être remplis en utilisant des pompes.

II. SPECIFICITES DU PAYS/APPLICABILITE

Le climat du Burundi est de type tropical humide tempéré par l'altitude qui varie entre 773 m et 2670 m. Il est caractérisé par une alternance de la saison pluvieuse (9 mois) et de la saison sèche (3 mois). La répartition des pluies dans l'année est caractérisée par l'alternance saison sèche - saison des pluies. Les pluies tombent de septembre jusqu'en avril. Tous ces mois reçoivent des précipitations dont l'intensité est plus ou moins grande. Le maximum est atteint au mois d'avril. De mi-décembre à mi-février, les pluies diminuent ou elles s'arrêtent parfois pendant quelques semaines. En général, les pluies tarissent en mai et c'est le début de la saison sèche. Cela montre que dans notre pays, cette technologie peut s'appliquer sur tout le territoire national. En effet la collecte des eaux de pluie de toits nécessite au moins une pluviométrie annuelle de 100 à 200 mm. Beaucoup d'endroits au Burundi ont une pluviométrie annuelle moyenne se situant entre 800 mm dans la plaine de l'Imbo et 2000 mm sur la crête Congo-Nil.

A titre d'exemple, dans la région naturelle de l'Imbo, où les précipitations relativement faibles peuvent atteindre 800 mm/an, une maison de 12 m sur 15 m (soit 180 m²), peut permettre de récupérer par an, 144 m³.

Si l'on estime qu'un foyer Burundais de 4 personnes utilise 150 m³ par an, vous comprenez que les 144 m³ soit 96 % des besoins en eau seraient couverts par cette eau de pluie. Cette quantité peut être encore très considérable dans d'autres régions du pays, où les précipitations sont abondantes mais où l'eau potable est un véritable déficit (ex: Communes Kinyinya en Province Ruyigi, Gihanga en Province Bubanza, la Province Rumonge, ect.). Cette technologie devrait être vulgarisée dans tout le pays surtout dans les régions à stress hydrique comme dans la plaine de l'Imbo, dans la région de Bugesera et dans la région du Nord -Est du pays mais aussi et surtout dans les villes et dans les centres à vocation urbaine.

III. SITUATION DE LA TECHNOLOGIE DANS LE PAYS

Cette technologie existe depuis longtemps au Burundi. La récupération d'eau de pluie des toits des maisons est alors une réalité mais à un degré très bas. C'était même la coutume dans le milieu rural mais avec des équipements traditionnels qui ne permettaient pas d'avoir l'eau de bonne qualité. Avec la modernité à travers les sources aménagées, les adductions d'eau et bornes fontaines, cette pratique a été pour la plupart oubliée. On considérait auparavant que l'eau est un don du ciel. Mais aujourd'hui, cette tendance a changé car on doit reconnaître la valeur économique de l'eau selon la politique nationale de l'eau. Il s'agit du principe « préleveur-payeur » et « pollueur-payeur ». Donc l'eau de pluie doit être valorisée et peut réduire sensiblement le coût de l'eau potable qu'on utilise tous les jours.

Cette technologie est appliquée déjà dans certains établissements publics comme les écoles, les centres de santé, les hôpitaux etc.

IV. AVANTAGES EN TERMES DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE, SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL

L'avantage de l'eau de pluie est qu'elle tombe sur notre propre toit et est presque toujours d'excellente qualité. Plusieurs études ont démontré que l'eau provenant des réservoirs de toits bien entretenus et bien couverts correspond généralement aux normes de qualité de l'eau potable. Elle permet aux ménages ainsi qu'aux bâtiments communautaires comme les écoles et les cliniques de gérer leur propre approvisionnement en eau potable, leur usage domestique et leurs activités génératrices de revenus.

Dans les villes ou centre à vocation urbaine au Burundi, on constate que les activités comme le bain, la douche, le WC, la lessive, le nettoyage (des maisons, des véhicules, ...) sont les plus consommatrices en eau, ce qui fait que la facture de la REGIDESO augmente énormément pour des usages non comestibles.

Le tableau 27 suivant montre la composition de l'utilisation de l'eau d'une façon générale

Tableau 27 : Composition de l'utilisation de l'eau d'une façon générale

Consommation par poste :	
%	Poste
35 %	Bains et douches
35 %	WC
14 %	Lessives
2,5 %	Boire et cuisiner
6,5 %	Divers (nettoyage, jardin, etc.)

Source : Site WWF, 2010

Or, ce sont ces mêmes activités qui n'ont pas nécessairement besoin que l'eau soit très propre. La plupart des maisons sont recouvertes de toits en pente avec les tôles ou les tuiles ou la capacité de recueillir l'eau de pluie est élevée entre 75% et 95%.(site de WWF)

L'usage de l'eau de pluie des toits dans ces activités serait très économique pour les familles surtout, car il enregistrerait une diminution de la facture sur l'eau potable d'environ 90% et par là, cet argent pourrait être investi dans d'autres activités. Ainsi, la famille utilisera peu d'eau de la REGIDESO et le reste sera utilisé par ceux qui en ont besoin pour éviter le gaspillage de l'eau.

Cette technologie est avantagée au niveau des impacts environnementaux car elle contribue à la lutte contre les inondations dans certaines villes.

V. INTERET D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Elle offre le luxe d' « obtenir de l'eau sans avoir à marcher », d'alléger le transport de l'eau, en particulier pour les femmes et les enfants. En effet chaque conteneur de 20 litres d'eau potable pourrait épargner une longue marche d'un kilomètre jusqu'à la source d'eau propre la plus proche. Comme aller chercher de l'eau lorsque les conditions climatiques ne sont pas favorables (froid, pluies et sentiers glissants etc.) peut s'avérer particulièrement désagréable, cette petite quantité d'eau reste appréciable. Cette technologie va contribuer à la lutte contre le gaspillage de l'eau au moment où la population n'a pas assez d'eau par rapport à la demande surtout pendant la saison sèche suite à la variabilité aux changements climatiques.

VII. EXIGENCES ET COUTS FINANCIERS

Comparaison des coûts :

- **Réservoir en briques et en ciment** de 6 m³ : 3 sacs de ciment, 300 briques, 3 kg de fil de fer = 40 dollars américains.
- **Réservoir en briques et en ciment** de 1 m³ : 1 sac de ciment, 100 briques, 1 kg de fil de fer = 20 dollars américains.
- **Réservoir doublé de plastique** de 5 m³ : 50 dollars américains.
- **Réservoir en ferrociment** souterrain de 60 m³ : 1 900 dollars américains.

Plus le volume du réservoir de stockage est important, plus la demande matérielle et les coûts de la construction par m³ du volume du réservoir sont faibles. Au Burundi, un projet pilote de quatre ans pour installer les unités d'exploitation d'eau de pluie et de former les techniciens locaux dans leur utilisation ont totalisé 100.000 \$. L'investissement de la mise à l'échelle est estimé à 2.000.000 \$.

Fiche 3. Maîtrise de la dynamique pluviale des rivières de la région de Mumirwa

I.INTRODUCTION.

Les crues, l'augmentation plus ou moins brutale du débit d'un cours d'eau, fournissent l'énergie capable de transporter les sédiments et même des gravats de pierres. Elles représentent le moteur du système fluvial et leur puissance dépend de la pente du relief et du débit «plein bord» (débit avant débordement) de la rivière. La figure 14 montre un exemple de schéma de stabilisation d'une rivière.

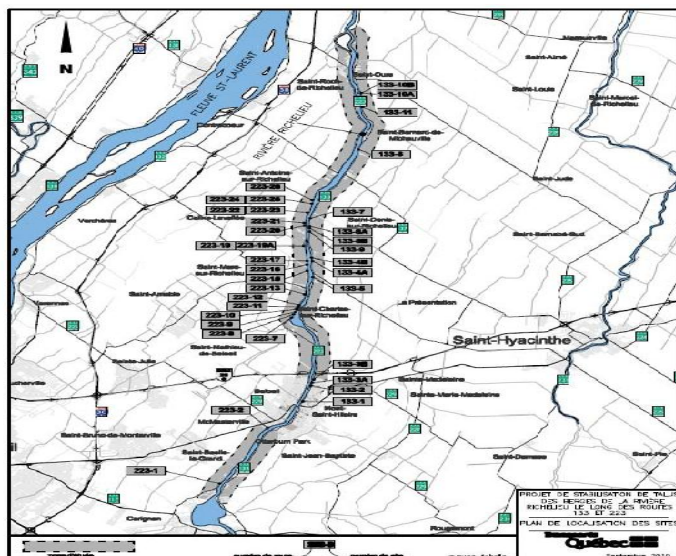


Figure 14 : Exemple de schéma de stabilisation d'une rivière

La dynamique fluviale ou l'évolution de la morphologie des cours d'eau est plus ou moins rapide selon l'énergie de la rivière, la quantité de sédiments transportés et la résistance des berges.

Au Burundi, les rivières traversant la région de Mumirwa surtout celles traversant la ville de Bujumbura constituent une menace pour la population et les infrastructures de développement. La figure 15 montre la vulnérabilité de la région à travers la carte des risques de glissement de terrain (Source. PAM-ICA, 2015)

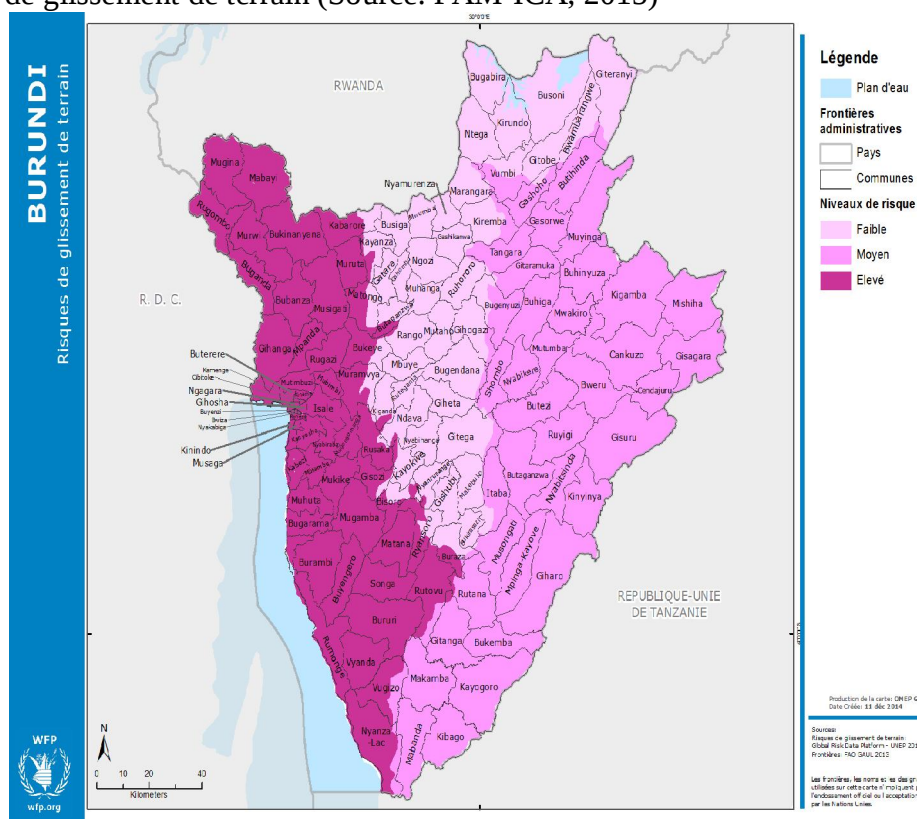


Figure 15: Carte des risques de glissement de terrain

Les cas de GATUNGURU, NYARUHONGOKA, RUTUNGA (GITAZA) etc. sont un témoignage éloquent justifiant la vulnérabilité de la région de Mumirwa aux changements climatiques vu la perte des vies humaines et la destruction des infrastructures qui ont été observées à ce moment.

Les techniques de protection du bassin versant de Mumirwa et la stabilisation des rives des rivières de cette région apporteront des solutions durables pour le pays, surtout que cette région comprend des routes qui approvisionnent la ville de Bujumbura en vivres et qui relie la ville à d'autres coins du pays et à des pays limitrophes. Ces techniques sont diversifiées suivant les moyens.

II. CARACTERISTIQUE DE LA TECHNOLOGIE

Les processus dynamiques affectent l'ensemble des composantes du système « rivière » : la morphologie, l'hydraulique et la biologie. Cette dynamique s'exerce selon les quatre dimensions du cours d'eau (longitudinale, transversale, verticale et temporelle).

La figure 16 qui suit montre l'exemple de la morphologie du terrain.

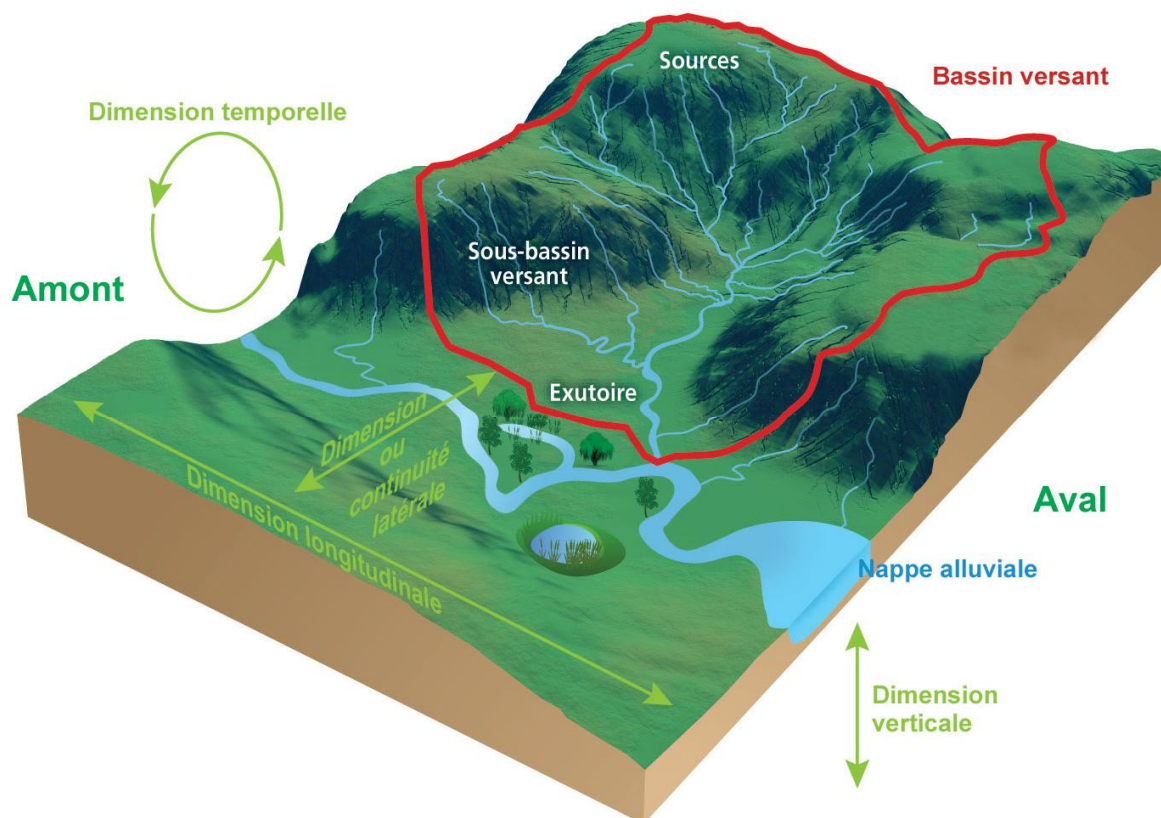


Figure 16 : Exemple de la morphologie du terrain.

Beaucoup de techniques sont utilisées selon les caractéristiques de la morphologie du terrain, mais souvent on utilise des techniques mixtes.



Figure 17 : Exemple de stabilisation des rives de la rivière

Cela nécessite des technologies appropriées et spécifiques. Ce sont des technologies variées dont la plupart doivent utiliser une main-d'œuvre très importante et diminuer sensiblement le taux de chômage. Les types d'intervention combinent diverses techniques du génie végétal.

3.2.1 Nettoyage

L'activité de nettoyage consiste à enlever les débris ligneux qui pourraient nuire à l'installation de l'ouvrage ou à la circulation de la machinerie lourde. Il s'agit principalement de débarrasser le terrain des arbres morts ou trop penchés.

3.2.2 Ensemencement hydraulique et plantations

L'ensemencement hydraulique consiste à pulvériser un mélange de semences, d'engrais, de paille déchiquetée et d'eau. Lors des travaux de stabilisation, on enseme la surface du talus avec un mélange de graines de plantes herbacées, en choisissant des espèces bien adaptées au milieu riverain et munies d'un bon système racinaire.

Les plantations consistent à mettre en place des arbres, arbustes grimpants, graminées ornementales et plantes vivaces inspirés des conditions existantes observées au site d'intervention. Le choix des espèces sera déterminé selon les caractéristiques techniques (stabilisation, type de sol, etc.) et environnementales (zone de rusticité, association écologique), ainsi que paysagères pour chaque lieu d'intervention.

3.2.3 Géo matelas et boutures

Le géo matelas est un matelas anti-érosion en polypropylène tridimensionnel renforcé de treillis métallique à mailles double torsion. Ce géo matelas est utilisé pour protéger les pentes des talus. On suggère de l'utiliser en combinaison avec des boutures. Les boutures sont des segments de tiges ligneuses provenant d'espèces à forte capacité de reproduction végétative, telles que les saules, qu'on enfonce dans le sol pour implanter un nouvel arbuste. En combinaison, le système racinaire de la végétation et le géo matelas permettent également de stabiliser le talus.

3.2.4 Cages en géo grille

Les cages en géo grille forment un mur de soutènement de type stabilisation mécanique de terrain. Il peut être végétalisé et retenir des pentes jusqu'à 60°. Le mur de cages en géo grille peut être installé près des cours d'eau. Il redonne à la berge une apparence naturelle et permet une meilleure protection contre l'érosion. Ce système de cages en géo grille se compose d'un remblai structural constitué d'un matériau granulaire de bonne qualité et drainant, combiné à une structure en grillage métallique à double torsion qui assure le renforcement du sol surtout dans les zones instables. Ce type d'ouvrage est plus coûteux que les autres méthodes de stabilisation mécanique et est utilisé lorsque les autres méthodes sont inefficaces.

3.2.5 Perré végétalisé

Le perré est un ouvrage relativement peu coûteux qui assure une bonne protection des berges contre l'érosion. Il est constitué d'enrochement formé de pierres angulaires qui doit comporter plus de grosses pierres que de petites pierres. Les pierres les plus lourdes assurent la stabilité de la berge, alors que les pierres plus petites remplissent les vides entre les grosses pierres. Une membrane géotextile est installée entre le sol et l'enrochement de façon à éviter le lessivage des matériaux fins sous-jacents. Pour empêcher le glissement à la base de l'enrochement, une clé est réalisée au pied du talus à protéger. Un couvert végétal est généralement associé avec le perré pour assurer une meilleure stabilisation du talus et contrer l'action érosive de l'eau de pluie et du ruissellement. Le perré végétalisé combine la protection mécanique de l'enrochement et la protection végétale des arbustes. Cette forme de protection permet aussi de bien stabiliser la berge tout en lui redonnant son caractère naturel.

3.2.6 Fagots et fascines

Le fagot est constitué d'un arrangement de branches solidement attachées ensemble de façon à former un boudin. Ce dernier est enterré jusqu'au 2/3 dans une tranchée creusée perpendiculairement au talus et des piquets sont enfoncés profondément dans le sol afin de bien le fixer. Le fagot forme ainsi une armature végétale qui contribue à la stabilité du talus. La fascine est constituée de branches placées dans le même sens et solidement fixées entre deux alignements parallèles de pieux enfoncés profondément dans le sol. Plus imposante qu'un rang de fagots, la fascine est également enterrée jusqu'au 2/3 dans une tranchée qui est creusée au pied du talus.

III. APPLICABILITE ET SPECIFICITE DU PAYS

La région de MUMIRWA est une zone très vulnérable à pente très accidentée fragilisant ainsi les berges des rivières qui traversent cette zone.

Cette technologie est applicable sur toutes les rivières du pays mais les plus menacées et prioritaires sont surtout les rivières traversant la ville de Bujumbura.

IV. SITUATION DE LA TECHNOLOGIE DANS LE PAYS

Cette technologie existe surtout pour la protection des bassins versants au Burundi et des différentes techniques de stabilisation des berges des rivières sont utilisées seulement au

niveau de la protection des quelques ponts menacés pouvant perturber la circulation des biens et des services.

V.AVANTAGE EN TERMES DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE /SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL

Cette technologie est très importante surtout dans la région de MUMIRWA qui est très vulnérable à l'érosion. Cela va permettre de lutter contre l'érosion et les éboulements. Au niveau économique, cette technologie une fois mise en œuvre, contribuera à éviter la destruction des infrastructures économiques comme les ponts, les maisons et d'autres infrastructures publiques qui ont coûté cher au pays. C'est une technologie qui utilise aussi une main d'œuvre très élevée, ce qui contribuera à la diminution du chômage.

VI.INTERET D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Avec la technologie, des mesures d'accompagnement d'intérêt d'adaptation au changement climatique, susceptibles de réduire simultanément les risques, d'améliorer les écosystèmes et de cibler les ménages vulnérables en renforçant les moyens de subsistance seront identifiées et proposées. C'est entre autres les mesures de protection de l'environnement et les interventions de gestion des terres n'entraînant ni la perte d'accès aux ressources naturelles pour les ménages vulnérables, ni la transformation des populations intéressées en spectateurs passifs qui seront prises.

VII.EXIGENCE ET COUT FINANCIER

Cette technologie exige des engins importants et du matériel spécifiques. Cela demande une maîtrise en la matière.

Ces technologies nécessitent du savoir-faire. Le coût d'investissement est relativement élevé mais elle est très nécessaire pour la protection des vies humaines et des infrastructures tant publiques que privées..

Fiche 4. LA TELEGESTION DU RESEAU DE PRODUCTION ET DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE

I. INTRODUCTION

Au Burundi, la Régie de Production et de Distribution d'Eau et d'Electricité (REGIDESO) est la seule société qui est chargée de produire et de distribuer à la population urbaine et dans des villes à vocation urbaine de l'eau potable tandis que l'Agence de l'Hydraulique et de l'Assainissement en Milieu Rural (AHAMR) s'occupe du milieu rural. Cependant, on observe qu'en milieu urbain, la fuite d'eau est très importante et représentait 39,8% en 2012. Le coût de revient à travers les factures devient grand pour la population, car le coût des pertes est intégré dans la facture. Avec une urbanisation croissante du pays surtout dans la ville de Bujumbura, il y a une partie de la population dont l'accès à l'eau est limité, surtout pendant la saison sèche.

Les fuites dans les systèmes de distribution sont un problème majeur pour les services d'eau à travers le monde, aussi bien dans les pays riches que ceux en développement. Les tuyaux de distribution d'eau dans de nombreux pays industrialisés ont été installés il y a des décennies et approchent de la fin de leur vie utile.

Pour répondre aux enjeux liés à l'eau dans le futur, une gestion rationnelle et intelligente des réseaux de production et de distribution d'eau potable est cruciale. Ainsi, les compteurs cash-water, les caméras de surveillance et d'inspection, les logiciels de gestion etc. sont des équipements requis pour cette nouvelle technologie.

II. CARACTERISTIQUE DE LA TECHNOLOGIE

Les installations de production d'eau travaillent de manière autonome. Chaque unité (captage, stations de traitement, station de chloration d'eau potable, stations de pompage et réservoirs) sera équipée d'un poste local constitué d'un automate programmable, qui gère le fonctionnement automatique des pompes et des vannes en fonction des besoins, surveille en permanence l'installation et génère l'envoi d'alarme en cas de défaut.

Tous les paramètres mesurés seront mémorisés dans une base de données qui est rapatriée quotidiennement à l'Usine-Lac Tanganyika par le réseau internet. Celles-ci peuvent être visualisées sous forme de graphiques. De cette manière, il est possible de détecter une anomalie de fonctionnement de chaque équipement de production et de stockage de l'eau.

A tout moment, le poste central qui sera placé à l'Usine-Lac permettra de voir l'état de chaque installation et la qualité d'eau distribuée dans le réseau. A distance, il sera ainsi également possible de surveiller le fonctionnement de l'installation et de télécommander des motopompes, des vannes et d'autres engins destinés à la chaîne de production.

Le remplissage de chaque ouvrage de stockage (réservoirs et bâches d'aspiration) sera donc géré automatiquement, car le niveau d'eau y sera mesuré en permanence. Cet automatisme est rendu possible par le fait que les automates programmables seront reliés entre eux par des câbles de communication.

Dans les installations où nous disposerons d'une réserve de stockage suffisante, des consignes de niveau de nuit et de jour seront établies. De la sorte, les ouvrages sont remplis au maximum pendant la nuit, et seuls des petits appoints sont nécessaires le jour.

Si une panne intervient dans une installation, l'automate programmable enverra un message sur le portable (GSM) de l'agent de garde. Le responsable de garde pourra disposer d'un ordinateur portable, lui permettant de communiquer chaque fois que de besoin avec l'installation défaillante à partir de sa position. Il pourra ainsi déterminer l'origine de la panne et agir à temps et à distance pour remédier à la panne.

III. APPLICABILITE DANS LE PAYS OU SPECIFICITE DU PAYS

Cette technologie n'est pas encore appliquée au Burundi. Néanmoins, des compteurs cash water ont été essayés dans certains établissements publics à Bujumbura comme pilote. La nouvelle technologie pourra être expérimentée encore dans la ville de Bujumbura et mise à l'échelle nationale dans les années à venir. Cela permettra de :

- ✓ assurer une bonne surveillance (bon suivi) et maintenance à distance de tous les équipements hydrauliques de production et d'adduction d'eau ;
- ✓ garantir une production en quantité suffisante et contrôlée ;
- ✓ garantir une qualité de l'eau distribuée selon les normes en vigueur ;
- ✓ réduire les pertes de production.

IV. SITUATION DE LA TECHNOLOGIE DANS LE PAYS

Dans le domaine de la production et de distribution de l'eau potable, la REGIDESO a fait des essais avec des compteurs cash water pour quelques établissements publics de la ville de Bujumbura dans le cadre de la réduction des pertes en eau. Cette technologie n'a pas pu continuer, car elle exige une étude de faisabilité pour qu'elle soit réalisée dans tous les centres de la REGIDESO. Dans le domaine de la détection des fuites, la REGIDESO dispose des équipements modernes pour faire face à ces fuites à Bujumbura seulement. La quantité d'eau produite n'est pas maîtrisée dans certains centres du pays suite à la vétusté des compteurs d'eau âgés de plus de 30 ans. Les éventuelles fuites d'eau sur les réseaux ne sont pas connues, raison pour laquelle le système de télégestion du réseau d'eau est indispensable pour faire face à ces problèmes.

V. AVANTAGE DE LA TECHNOLOGIE EN TERMES DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE, SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL

La télégestion permet donc de surveiller toutes les installations avec un minimum de personnel, d'améliorer le rendement des équipements et ouvrages de production d'eau, de prévenir des pannes, de réduire des temps d'intervention grâce aux commandes à distance et de diminuer les coûts liés à la consommation d'énergie électrique, aux déplacements multiples effectués par les exploitants. Donc ces outils connectés et intelligents de la technologie doivent ainsi permettre une meilleure gestion du réseau d'eau potable, notamment autour de trois principaux axes de performance :

- la continuité du service et l'amélioration du rendement de réseau ;,
- la qualité de l'eau et sa traçabilité ;,
- la maîtrise, le suivi et la prédiction des consommations des clients.

Cette technologie est avantageuse car il y'aura un marché consistant dans le cycle de la technologie. En résumé, elle permettra d'assurer une production d'eau en quantité et en qualité suffisantes selon la norme en vigueur.

VI. INTERETS D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

En cas de carence des pluies, on observe le tarissement ou la diminution du débit de beaucoup de source de captage d'eau et par conséquent il ya diminution d'eau de distribution. Avec cette technologie, les 40% de perte seront récupérés et distribués aux clients. Cette diminution est compensée par les pertes. Cette technologie va contribuer à la lutte contre le gaspillage de l'eau au moment où la population n'a pas assez d'eau par rapport à la demande. Elle permettra à la REGIDESO de gérer rationnellement l'eau en tenant compte de la variabilité climatique.

VII. EXIGENCES ET LES COUTS FINANCIERS

Cette technologie nécessitera une expertise d'où le renforcement des capacités est d'une importance capitale pour la réussite de ce projet.

Le coût d'investissement dépend de la zone de couverture.

Fiche 5 : SYSTEMES D'AIDES A LA PRISE DE DECISION (SAD) PAR UNITE HYDROGRAPHIQUE

I. INTRODUCTION

Le Système d'Aide à la prise de Décision(SAD) du Bassin du Nil est né d'une approche hautement coopérative. Au cours de son développement, le secrétariat de l'Initiative du Bassin du Nil (IBN) a travaillé en étroite collaboration avec l'équipe de gestion de projet et des représentants des 10 pays. Cette équipe a pris part à toutes les phases du projet, notamment celles de définition des objectifs, de la conception et des tests. Des formations et des ateliers ont été menés parallèlement au développement de la plateforme. Le personnel qui a suivi ces formations a pris en main les tests logiciels sous la direction d'un développeur expérimenté et indépendant. Ce processus coopératif a été très important, car il a permis de s'assurer que le SAD du Bassin du Nil était conçu pour répondre aux objectifs clés de gestion de l'eau du bassin. Il a aussi permis aux experts des pays de l'IBN de bien s'approprier le produit final. Piloté par MIKE CUSTOMISED PLANNING et conçu conjointement avec l'IBN, le DSS BN a intégré les données climatologiques, hydrologiques et environnementales avec des outils de simulation, des outils d'analyse de scénario et des outils d'analyse coûts/bénéfices et multicritères. Le SAD du Bassin du Nil a fourni des méthodes scientifiques et objectives pour quantifier la valeur de l'eau. Il a permis aussi aux 10 pays de l'IBN dont le Burundi de publier et d'échanger les données, les modèles et les informations. Le SAD du Bassin du Nil a apporté la transparence et l'objectivité afin de bâtir une relation de confiance entre les pays et a permis aux autorités de gérer les eaux du Nil de manière coopérative et durable (IBN, 2013). Cependant, cet outil n'est pas utilisé à grande échelle surtout qu'il a été conçu pour le bassin du Nil seulement. Bien que cet outil existe au Burundi, l'insuffisance des ressources humaines qualifiées en la matière ne permet pas l'exploitation efficace ce système d'Aide à la prise de Décision.

II. CARACTÉRISTIQUES DE LA TECHNOLOGIE

D'une manière plus précise, Turban [Turban,1995] définit la technologie du Système d'Aide à la Décision(SAD) comme un système d'information automatisé interactif, flexible, adaptable et spécifiquement développé pour aider à la résolution d'un problème de décision non structuré et améliorer la prise de décision. Il utilise des données, fournit une interface utilisatrice simple et autorise l'utilisateur à développer ses propres idées ou points de vue. Il peut utiliser des modèles standards ou spécifiques, supporter les différentes phases de la prise de décision et inclure une base de connaissances.

Plus spécifiquement, le Système d'Aide à la Décision(SAD) est un cadre analytique complet conçu pour répondre aux exigences complexes de planification des ressources en eau.

Il fournit des outils divers pour le traitement des données, la modélisation, la gestion de scénarios, l'Analyse coût bénéfice et la prise de décision multicritères. Il offre des outils pour l'intégration des objectifs environnementaux, sociaux et économiques qui facilite grandement la planification des ressources en eau multisectoriels au niveau du bassin versant. Il fournit des outils uniques pour soutenir le dialogue multipartite sur la planification des ressources en eau. Avec ses outils de prise de décision multicritères, le Système d'Aide à la Décision(SAD) devient un système clé dans le soutien de décision éclairée en matière de la ressource eau (WRPMP, 2012).

Sprague et Carlson [Sprague, 1982] identifient trois composants fondamentaux d'un SAD :

- L'interface homme-machine est l'élément clé des fonctionnalités du système global. Il constitue l'interface entre l'utilisateur et le reste du système. Par l'intermédiaire des interfaces gérées par ce module, le décideur accède aux données et aux fonctions de calcul, et le système utilise le même vecteur pour lui communiquer le résultat des manipulations qu'il a effectuées.
- Un Système de Gestion de Bases de Données (SGBD) sert à récupérer, stocker et organiser toutes les données et informations nécessaires pour les modèles et les outils de DSS, y compris:
 - Les series temporelles ;
 - Les données d'observation, y compris éventuellement le temps réel d'observations ;
 - Les rapports ;
 - Les données du modèle, les résultats et les scénarios,

Un Système de Gestion de Bases de Modèles est une collection de modèles mathématiques généralisés tels que les modèles de propriétés du DHI tels que MIKE 11 et MIKE BASIN. Mais peut aussi être des modèles du domaine public ou d'autres modèles exclusifs. Il contient l'ensemble des modèles et des procédures de calcul utilisés dans les différents traitements standards des données mis à la disposition de l'utilisateur. La figure 18 suivante montre les Composantes du SAD (IBN, 2013)

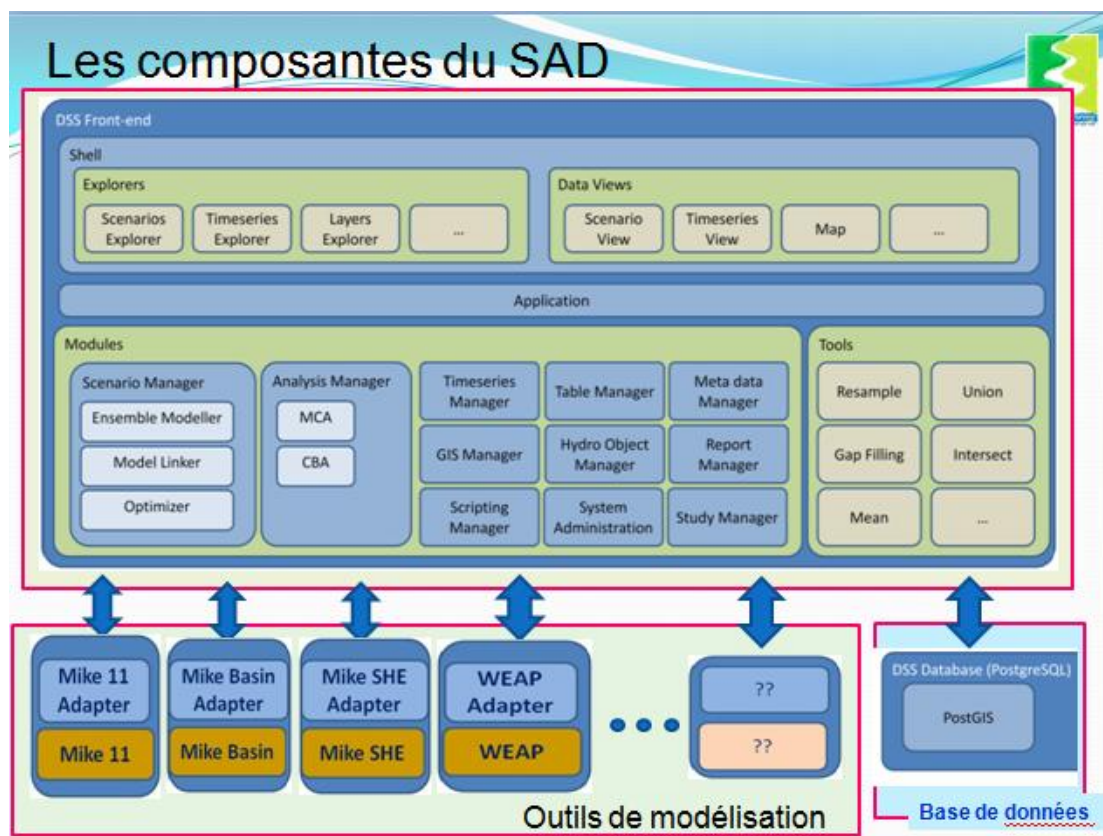


Figure 18 : Les Composantes du SAD

III. APPLICABILITE ET POTENTIEL SPECIFIQUES DU PAYS

Le SAD sert à:

- o Améliorer la qualité du processus de prise de décision et d'améliorer ainsi la décision qui en résulte ;
- o Accélérer le processus de prise de décision (gagner du temps et des ressources) ;
- o Améliorer la transparence, à la fois comme processus et la logique qui sous-tend la décision est documentées par le SAD ;
- o Permettre une révision de la décision alors que des changements d'objectifs, les préférences ou les impacts de systèmes externes se produisent (processus automatiser) ;
- o Faciliter la participation des parties prenantes ;
- o définir un langage commun pour le développement d'une compréhension pour un problème commun (facilite les communications interpersonnelles),

En effet, le SAD est une étape vers des solutions de meilleurs compromis en abordant les conflits tout au long du processus, génère une nouvelle preuve à l'appui d'une décision.

Pour le cas concret, le SAD est appliqué au niveau des bassins versants. C'est le cas du bassin du Nil où le SAD a été développé pour soutenir un processus participatif de prise de décision en matière de planification et de gestion plus équitable des Ressources en Eau partagées entre les pays riverains du bassin du Nil. Il est alors préférable que cet outil soit développé dans d'autres bassins du pays en l'occurrence dans le bassin du Congo.

IV. ETAT DE LA TECHNOLOGIE DANS LE PAYS

Le SAD du Bassin du Nil est déjà développé pour répondre aux objectifs clés de gestion de l'eau du bassin. Il a permis aux experts des pays de l'IBN dont le Burundi à bien s'approprier le produit final en appliquant le SAD à travers les études de cas au niveau des bassins versants, en échangeant les données, des informations et les connaissances à travers l'organisation des formations sur le SAD du BN d'une part et des ateliers de partage des résultats issus de ces études de cas d'autre part. Mais, cette technologie n'est pas encore utilisée à grande échelle faute des ressources humaines spécialisées en la matière.

V.AVANTAGES DE LA TECHNOLOGIE EN TERMES DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE /SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL

Le SAD du Bassin du Nil pourrait permettre de définir des projets pouvant améliorer le rendement des cultures, la génération d'énergie hydro-électrique et surtout la protection contre les inondations. Pour les habitants du Bassin du Nil et du Burundi en particulier, le SAD du Bassin du Nil pourrait leur apporter un grand nombre d'avantages, à savoir le meilleur accès à l'eau potable, la sécurisation de la fourniture d'électricité et la production d'une nourriture plus saine.

V.INTERET D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le SAD est un système qui a été conçu spécifiquement pour appuyer la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) au niveau du bassin hydrographique afin de concilier les différents usages de l'eau. Etant donné que la GIRE en soit est un outil efficace pour la résilience climatique, alors le SAD est le système important dont on pourra se procurer pour s'adapter/se résilier aux effets néfastes des changements climatiques. Ainsi, la promotion de la GIRE s'appuiera sur le SAD afin d'accroître la sécurité en eau et la résilience climatique dans le bassin versant.

VI. EXIGENCES ET COÛTS FINANCIERS

Les frais y relatifs vont couvrir les activités suivantes :

- ✓ Identifier les bassins versants pilotes d'application du SAD dans le bassin hydrographique identifié ;
- ✓ Identifier les Parties Prenantes (PP) pour chaque sous-bassin versant ;
- ✓ Renforcement des capacités des Parties Prenantes (PP) sur le SAD ;
- ✓ Densification du réseau hydrométéorologique national ;
- ✓ Observation, collecte des données climatologiques et publications des produits de recherche.

En général, le coût de la technologie dépend de la sophistication du système et la zone de couverture.

Fiche 6 : MISE EN PLACE D'UN SYSTEME D'ALERTE PRECOCE DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE

I. INTRODUCTION

Une information météorologique fiable à plus ou moins court terme permet aux sociétés dépendantes des conditions climatiques de mieux adapter leur mode de vie et les moyens de subsistance aux aléas climatiques. Elle permet également de mettre en place un système d'alerte précoce (SAP) performant en cas de phénomènes extrêmes et à la variabilité climatique. Les ressources en eau constituent un secteur qui dépend beaucoup du climat et est très influencé par ce dernier.

En effet, la population rurale, représentant 90% de la population burundaise, a besoin de connaître les prévisions météorologiques pour adapter son mode de production agricole et son comportement dans la prévention des risques et des catastrophes.

Par ailleurs, le déficit ou l'excès de précipitations sont des anomalies temporaires pouvant provoquer des catastrophes liés aux phénomènes extrêmes et à la variabilité climatique (sécheresses, inondations, incendies, glissements de terrains...) qu'il est possible d'anticiper, grâce au SAP, pour amortir le choc des dégâts humains, sanitaires, et matériels.

En effet, il convient de noter qu'actuellement l'existence des activités des populations de base en matière de prévention des risques, de gestion des catastrophes et d'adaptation aux changements climatiques est très faible. De plus, l'IGEBU n'a pas de systèmes de détecter et alerter automatiquement la population face aux phénomènes extrêmes tel que les inondations et les sécheresses. Il ya aussi un faible système de communication qui fournit des informations aux autorités en charge de la gestion des urgences (plateformes) et aux communautés locales avec des délais qui permettent une intervention adéquate pour les gestionnaires des urgences afin de finaliser l'action de préparation.

II. CARACTERISTIQUES DE LA TECHNOLOGIE

Selon l'UNISDR (2009), un système d'alerte précoce est défini comme un ensemble de capacités pour produire et diffuser des informations en temps opportun et d'alerter d'un danger pour permettre aux individus, communautés, entreprises, organisations et aux institutions menacés afin d'être préparé et d'agir effectivement en temps opportun pour réduire la probabilité des risques et destructions. Les Systèmes d'Alerte Précoce (SAP) ne sont pas de simples mécanismes linéaires limités à l'émission d'une alerte au moment opportun. Ils apparaissent plutôt comme des outils complexes de réduction des risques de catastrophe. Leur performance est avérée s'ils génèrent une réponse appropriée au sein de la population exposée, c'est-à-dire une réaction opportune qui permet de mettre les personnes en danger hors de celui-ci (sécheresse et inondations). Selon les Nations Unies (2006), pour qu'un SAP engendre une réaction adaptée, il doit être centré sur la population (c'est-à-dire ne pas consister seulement en une intervention technologique) et doit inclure quatre éléments en étroites relations :

- Connaissance du risque: Evaluation des aléas significatifs et des vulnérabilités, en considérant leurs dynamiques et leurs variabilités;

- Surveillance et service d'alerte : Capacité à surveiller les signes précurseurs du danger, à prévoir son évolution et à émettre une alerte précise, au moment opportun ;
- Diffusion et communication: Propagation de messages d'alerte clairs et compréhensibles, avec des informations préalables de préparation ;
- Capacité de réponse: Education systématique et programme de préparation pour les personnes à risques et les autorités.

III.SPECIFICITE DE LA TECHNOLOGIE/APPLICABILITE DE LA TECHNOLOGIE

Au Burundi, les régions les plus vulnérables aux phénomènes extrêmes et à la variabilité climatique sont la plaine de l'Imbo et les régions de Kirimiro et du Buyenzi pour les inondations et la région de Bugesera au nord du pays où la situation s'est empirée à partir de l'an 2000 pour les sécheresses. En effet, dans la ville de Bujumbura et la région du nord, les inondations et les sécheresses sont fréquentes et non maitrisables. Sur ce, les dégâts causés par les inondations et les sécheresses répétitives ainsi que la position géographique surtout de la ville de Bujumbura montrent que le système d'alerte précoce des inondations et des sécheresses sont nécessaires. Et ceci pour que le public soit alerté à l'avance de ces phénomènes extrêmes afin d'entreprendre des réponses appropriées pour minimiser l'impact de l'événement. Avec cette technologie, le système d'alerte précoce de la variabilité climatique peut être opérationnel sur tout le territoire national.

IV.SITUATION DE LA TECHNOLOGIE DANS LE PAYS

La technologie la plus pratiquée au Burundi est la prévision journalière et saisonnière de la variabilité pluviométrique qui constitue le point de départ pour l'alerte précoce et la planification des interventions. Le défi consiste donc à incorporer le type d'information probabiliste obtenu à partir de la prédiction, avec ses incertitudes explicites, dans la prise de décisions.

Un système de communication interne et régional est fonctionnel pour la collecte de données sur le climat, et pour l'échange des données (par exemple avec l'Organisation Météorologique Mondiale dans le cadre du «Système Mondial de Télécommunications (GTS). L'IGEBU a déjà aussi commencé à diffuser les informations météorologiques à travers la RTNB pour que la population se prépare en conséquence. Mais la technologie utilisée n'est pas performante du fait qu'une grande partie de la population n'a pas accès à ces informations. Dans une base de référence, le Burundi a aussi élaboré un ensemble de textes pour la réduction des risques de catastrophes, qui englobe les lois et le plan de contingence, mais très peu de capacités opérationnelles, y compris les équipements, les infrastructures de communication et le savoir-faire en termes de préparation, de prévention des risques et d'intervention. Bien que la cartographie des risques, la planification des contingences, l'identification des solutions possibles ou l'élaboration des plans d'atténuation pour le Burundi soient en place, les mécanismes pratiques pour l'alerte précoce, les mesures de réduction des risques et l'intervention sont très limitées.

Mais avec cette technologie, ces défis seront levés pour appuyer effectivement un système d'alerte précoce de la variabilité climatique sur tout le territoire national.

V. AVANTAGES EN TERMES DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE /SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL

La technologie apportera des avantages potentiels directs et indirects:

- La technologie pourra générer des informations granulaires très pertinentes de bas en haut en temps réel, précises et utiles pour alerter toutes les populations concernées par un événement et pour activer une intervention bien ciblée;
- En termes d'avantages environnementaux, à base des alerte à temps opportun, les travaux de contrôle de l'érosion seront menés comme réponse et aideront à ralentir le ruissellement et ainsi freiner l'érosion des sols, favoriser la sédimentation des particules fines pour augmenter la rétention d'eau et améliorer l'infiltration de l'eau et par conséquent faciliter la recharge de la nappe phréatique ;
- La technologie aura un impact économique important en évitant les dommages et les pertes dus aux inondations et sécheresses en cas d'absence de cette technologie ;
- Les interventions de la technologie amélioreront non seulement la capacité des populations à se protéger contre le risque de catastrophes et ainsi améliorer leur qualité de vie.

VI. INTERET D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

En général, l'intérêt de la technologie sera de prévenir les risques de catastrophes liés aux changements climatiques et de guider la mise en œuvre des activités d'adaptation qui seront prévues. La technologie sera aussi conçue pour renforcer l'intervention locale lors des risques de catastrophes liés au climat grâce à l'usage d'outils de gestion des catastrophes climatiques pertinents et la promotion des technologies d'adaptation, pour assurer la résilience socio-économique et le bien-être des communautés vulnérables.

VII.EXIGENCES ET COUTS FINANCIERS

Le coût de la technologie dépend de la sophistication du système et la zone de couverture.

Fiche 7 : PROTECTION DES ZONES INONDATIONS

I.INTRODUCTION

La ville de Bujumbura est située dans les basses terres de l'Imbo, en particulier identifiées par le PANA comme des sites vulnérables. Cette région reçoit beaucoup de torrents provenant de la crête Congo - Nil et du Mumirwa, qui sont très arrosés et raides. C'est une situation d'érosion caractérisée par des glissements de terrain et des dépôts de colluvions et alluvions dans les basses terres qui sont constamment observés et susceptibles d'être accentués par les fortes pluies en raison du changement climatique. Ce type d'érosion destructrice affecte particulièrement les zones urbaines, en particulier la ville de Bujumbura. Des pluies torrentielles dans les années 1937, 1941, 1950, 1960, 1961-1964, 1983, 1986, 1989 et 1991 ont causé des coupures régulières des routes combinées aux glissements de terrain et d'énormes dégâts aux infrastructures et inondant la ville de Bujumbura. Dans la nuit du 9 février 2014 des pluies torrentielles sont tombées pendant environ 3 heures et ont provoqué

des inondations, coulées de boue et glissements de terrain dans cinq communes de la capitale du Burundi, Bujumbura. Le 12 février deux autres zones et la province de Bujumbura ont été touchées: 64 personnes ont été rapportées mortes, dont beaucoup étaient des enfants. Il est à craindre que beaucoup de gens ont été enterrés par les éboulements. Plus de 940 maisons ont été détruites et près de 12 500 personnes sont estimées être sans-abri.

Les inondations affectent les infrastructures publiques et privées d'importance économique nationale, telles que les entreprises Brarudi, COGERCO, RAFINA et le port de Bujumbura jusqu'au delta de Ntahangwa.

Dans la région naturelle de Mumirwa, où Bujumbura est également situé, on peut observer les événements du changement climatique se manifestant par de fortes pluies et des inondations et des glissements de terrain. La vulnérabilité de cette région est causée par sa topographie avec des pentes longues et abruptes, ainsi que l'abondance du réseau hydrographique dense qui traverse la ville de Bujumbura et les basses terres de la plaine de l'Imbo.

Face à cette situation, la technologie sera mise en œuvre afin de protéger les basses terres de la plaine de l'Imbo contre les inondations afin de réduire ou d'éviter les impacts des inondations sur les vies humaines et les infrastructures. Cela peut inclure des structures d'élévation au-dessus de la plaine inondable, des dessins employant des matériaux de construction qui rendent les structures plus résistantes aux inondations et à prévenir les inondations de pénétrer dans des structures se trouvant dans la zone d'inondation (Linhm et Nicholls, 2010).

D'autres mesures d'accompagnement de la technologie seront mises en avant comme l'installation des fossés végétalisés pour la maîtrise de l'érosion afin de protéger les populations et préserver d'autres structures telles que les terres des communautés contre des risques plus élevés de l'érosion pluviale des hautes terres.

II.CARACTERISTIQUES DE LA TECHNOLOGIE

La zone/plaine inondable est l'espace occupé par un lac ou un cours d'eau en période de crue. Elle correspond à l'étendue géographique des secteurs inondés dont les limites sont précisées par l'un des moyens suivants:

- Une carte approuvée par le Gouvernement du Burundi relative à la cartographie et à la protection des plaines d'inondation;
- Une carte publiée par le gouvernement du Burundi;
- Une carte intégrée à un schéma d'aménagement et de développement, à un règlement de contrôle intérimaire ou à un règlement d'urbanisme d'une municipalité;
- Les côtes d'inondation de récurrence de 20 ans, de 100 ans ou les deux, établies par le gouvernement du Burundi;
- Les côtes d'inondation de récurrence de 20 ans, de 100 ans ou les deux, auxquelles il est fait référence dans un schéma d'aménagement et de développement, un règlement de contrôle intérimaire ou un règlement d'urbanisme d'une municipalité.

La technologie consistera donc à:

- Adopter la Politique de protection de ces zones/plaines inondables ;
- Préparer un plan de gestion de ces zones/plaines inondables ;
- Délimitation /cartographie ces zones inondables ;
- Adopter des mesures particulières/différentes de protection (normes) de ses zones/plaines inondables tout en garantissant une protection adéquate de ces zones, leur mise en valeur et, le cas échéant, leur restauration ;
- Inscrire ces mesures à l'intérieur d'une planification d'ensemble reflétant une prise en considération et une harmonisation des différentes interventions sur le territoire.

III.SPECIFICITE DE LA TECHNOLOGIE/APPLICABILITE DE LA TECHNOLOGIE

Au Burundi, les zones les plus souvent inondées sont la plaine de l'Imbo et la région de Kirimiro et du Buyenzi. En effet, dans la plaine de l'Imbo, la ville de Bujumbura et ses environs sont les plus concernés par les inondations. Sur ce, l'applicabilité de la technologie est possible surtout dans les zones inondables de la plaine de l'Imbo plus spécifiquement sur les cours d'eau visés par l'application de la politique de protection de ces zones/plaines inondables tels que Ntahangwa, Gasenyi, Mutimbuzi, Kajeke, Mpanda. En effet, la technologie va s'appuyer sur le droit applicable, sur la plus récente carte ou sur la plus récente côte d'inondation, selon le cas, et dont la valeur est reconnue par le Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme qui servira à délimiter l'étendue de la zone/plaine inondable autour de ces cours d'eau.

IV.SITUATION DE LA TECHNOLOGIE DANS LE PAYS

Au Burundi, la technologie de protection et de gestion des zones inondables n'est pas développée car, la politique de protection des zones/plaines inondables n'est pas encore adoptée; un plan de gestion de ces zones/plaines inondables n'est encore préparé et ces zones inondables ne sont pas délimitées et cartographiées. De ce fait, les autorisations préalables des interventions dans les zones/plaines inondables ne sont pas contrôlées dans le cadre de la délivrance de permis ou d'autres formes d'autorisation, par les autorités municipales ou par le gouvernement, ses ministères ou organismes, selon leurs compétences respectives. Les autorisations préalables qui seront accordées par les autorités municipales et gouvernementales prendront en considération le cadre d'intervention prévu par les mesures

relatives aux zones/plaines inondables et veilleront à protéger l'intégrité du milieu ainsi qu'à maintenir la libre circulation des eaux.

V. AVANTAGES EN TERMES DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE /SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL

La technologie de protection et de gestion des zones inondables aura comme avantage de:

- Assurer la pérennité des plans d'eau et des cours d'eau, maintenir et améliorer leur qualité en accordant une protection adéquate aux zones/ plaines inondables;
- Prévenir la dégradation et l'érosion des zones/ plaines inondables en favorisant la conservation de leur caractère naturel;
- Assurer la conservation, la qualité et la diversité biologique du milieu en limitant les interventions pouvant permettre l'accessibilité et la mise en valeur des zones/plaines inondables;
- Assurer la sécurité des personnes et des biens dans la zone/ plaine inondable;
- Protéger la flore et la faune typique de la zone/plaine inondable en tenant compte des caractéristiques biologiques de ces milieux et y assurer l'écoulement naturel des eaux;
- Promouvoir la restauration des milieux riverains dégradés en privilégiant l'usage de techniques les plus naturelles possibles.
- Améliorer la sécurité des personnes, réduire les impacts sur l'environnement et sur le patrimoine culturel.

S'il survient un conflit dans l'application de différents moyens de précisions des limites de zone ou secteur à risques d'inondation, et qu'ils sont tous susceptibles de régir une situation donnée selon le droit applicable, la plus récente carte ou la plus récente côte d'inondation, selon le cas, dont la valeur est reconnue par le Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme, devrait servir à délimiter l'étendue de la zone/plaine inondable.

V. INTERET D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La technologie lors de sa mise en œuvre envisagera de limiter les dégâts dans les zones inondables, en mettant en place un certain nombre de mesures d'adaptation. Ces mesures consiste à :

- Cartographier les zones « à haut risque » en se basant sur les endroits où des inondations ont eu lieu dans les années passées et déterminer les causes de ces inondations (mauvais entretien, manque de capacité de drainage, etc.);
- Réglementer les systèmes de drainage des nouveaux développements, afin qu'ils aient la capacité de supporter le volume des pluies intenses attendues tout au long de la durée de vie des infrastructures;
- Encourager les entreprises à déplacer leur équipement d'information technologique et leurs archives hors des zones à haut risque d'inondations ou, s'ils doivent rester sur place, éviter de les placer dans des lieux présentant un haut risque d'inondations;

- Dresser un plan de rétablissement après inondations, plan qui devrait faire partie du plan des mesures d'urgence de la zone inondée.

VILLES EXIGENCES ET COUTS FINANCIERS

Les estimations de coût pour un certain nombre de mesures de protection des zones inondations aux Burundi sont fournies après analyses Coût-Bénéfice des infrastructures de protection de ces zones inondées.

B. SECTEUR AGRICULTURE ET ELEVAGE

Fiche 1 : SYSTEMES DE CONSERVATION DES SOLS PAR LES DISPOSITIFS ANTI EROSIFS VEGETALISES ASSOCIES A L'AGROFORESTERIE

I. INTRODUCTION

L'accroissement durable de la production et de la sécurité alimentaire est un programme prioritaire pour le gouvernement et qui a pour objectifs : le rétablissement de la sécurité alimentaire, l'amélioration de la couverture nutritionnelle de la population et la réduction de la vulnérabilité des ménages à travers i) une protection et une amélioration durables du capital productif (foncier), ii) une exploitation rationnelle et optimale des ressources naturelles en particulier la terre et les ressources en eau et iii) le renforcement des capacités techniques et organisationnelles des producteurs. La situation actuelle est caractérisée par une dégradation de la productivité des terres agricoles fortement menacées par une érosion incontrôlée et une pression démographique qui perdure. Cette situation mènerait inéluctablement à une aggravation de l'insécurité alimentaire avec des conséquences désastreuses sur la paix sociale.

II. CARACTERISTIQUES DE LA TECHNOLOGIE

La seule issue identifiée pour augmenter la production agricole est l'accroissement de la productivité des terres agricoles et l'irrigation. Celle-ci ne peut être obtenue qu'à travers : i) la restauration de la fertilité par l'intégration de l'élevage à l'agriculture et son intensification, l'utilisation de la fumure organique et des engrais et l'adoption de techniques éprouvées, ii) la mobilisation et la maîtrise de l'eau à travers les infrastructures hydro-agricoles ainsi que iii) l'organisation et la responsabilisation des communautés dans la gestion de l'ensemble du processus et l'amélioration des connaissances.



Figure 19 : Exemple de terrasses radicales

La réduction du phénomène de dégradation des sols devra être appréhendée d'une façon généralisée. Il nécessite i) une forte mobilisation de la population ii) des interventions massives sur le milieu physique et iii) l'adoption de pratiques agricoles conservatoires pour s'adapter aux changements climatiques.



Figure 20 : Exemple de fosses antiérosives

III. APPLICABILITE ET POTENTIEL SPECIFIQUE DU PAYS

Les meilleures expériences et approches mentionnées ci- haut et qui ont réussi ailleurs constitueront le fondement des actions entreprises au Burundi.

IV. STATUT DE LA TECHNOLOGIE DANS LE PAYS

La revue à mi-parcours du PNIA indique un taux faible de réalisations physiques en matière de protection du patrimoine productif (foncier) malgré l'état des besoins élevés exprimés dans les documents stratégiques du pays (Schéma Directeur d'Aménagement des Marais, Schéma Provinciaux d'Aménagement du Territoire, etc.).

Le gouvernement avance une nouvelle stratégie de lutte antiérosive par la mise en place des dispositifs antiérosifs végétalisés associés à l'agro foresterie. Les préparatifs comme la requête de financement concernent essentiellement :

- La conception d'un protocole de lutte anti érosive et intensification agricole basée sur la régionalisation des cultures,
- La formation couplée d'une mobilisation des techniciens encadreurs des activités sur 3000 collines,
- Le piquetage, creusage des canaux, installation des herbes fixatrices et des plants agro forestiers.

V.AVANTAGES EN TERMES DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE/SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL/ ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

- Réduire l'érosion et protéger les sols, restaurer leur fertilité dans une approche globale d'aménagement des bassins versants/marais qui intègre l'introduction de l'élevage bovin de préférence laitier dans le système de production et la pratique de méthodes culturales conservatoires ;
- Restaurer le couvert forestier sur les terres communales et les sols dégradés ;
- Mobiliser les eaux de surface (petits ouvrages de rétention des eaux pluviales, barrages et retenues collinaires) ;
- Contribuer à l'amélioration des rendements des cultures et des revenus;
- Amélioration de la situation nutritionnelle des populations, surtout les plus vulnérables, et à la mise en place des filets de sécurité alimentaire de façon générale.

VI.EXIGENCES ET COUTS FINANCIERS

Le processus doit être accompagné par des investissements importants en termes d'ouvrages de lutte antiérosive, de végétalisation de ces ouvrages et de mobilisation des eaux de surface. Ces investissements sont actuellement hors de portée du gouvernement même si dans de nombreux projets des expériences d'aménagement de bassins versants ont montré que l'on pouvait mobiliser et responsabiliser les communautés rurales dans ce sens.

La contribution des partenaires est plus que nécessaire pour agir rapidement car la situation est urgente surtout pour la région agro écologique du Mumirwa.

Le coût de la technologie serait de **250.000.000FBU** avec un coût de suivi évaluation et de pérennisation des infrastructures de **10.000.000FBU/exercice** budgétaire nationale.

Fiche 2 : DEVELOPPEMENT DE LA VARIETE DU RIZ A CYCLE COURT

I. INTRODUCTION

Le riz est une céréale qui, jadis, était considéré comme un aliment convoité par les centres urbains et les collectivités comme les écoles, les camps militaires et les confessions religieuses. Aujourd'hui, cette denrée s'impose de plus en plus dans les ménages burundais, de par sa facilité de cuisson et de conservation ainsi que ses valeurs culinaires et marchandes. Son importance se remarque de plus en plus dpar la superficie emblavée et son intérêt majeur dans l'autosuffisance et la sécurité alimentaire. Contrairement aux autres céréales, le riz valorise bien des terres hydromorphes en période de pluies. Pour les mêmes raisons l'extension des périmètres irrigués dans les zones de culture doit continuer d'autant plus que la demande est forte dans ces régions à forte croissance démographique avec la pression foncière qui s'en suit. Avec les perturbations climatiques, la riziculture burundaise se heurte à différents stress biotiques et abiotiques. Pour faire face à ces contraintes, l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) est en train de mener des recherches sur des variétés de riz qui tolèrent les basses températures, la diminution sensible des précipitations ; qui ont un haut rendement et un cycle végétatif court.

III. CARACTÉRISTIQUES DE LA TECHNOLOGIE

- ✓ Introductions des variétés de riz à cycle court pouvant s'adapter à la réduction de la saison pluviale et aux basses températures.
- ✓ Exploitation des marais d'altitude pouvant conserver une bonne quantité d'eau en période de sécheresse.

IV. APPLICABILITÉ SPÉCIFIQUE DU PAYS

Le riz est cultivé dans les plaines de l'Imbo, les dépressions du Moso et les marais d'altitude compris entre 1300 et 1800 m. Les marais d'altitudes possèdent un avantage particulier dans l'adaptation au stress hydrique du riz. La superficie emblavée par le riz était de 12083 ha avec un potentiel d'extension de 8925 ha en 2014 (MINAGRIE, 2014).

V. ETAT DE LA TECHNOLOGIE DANS LE PAYS

Des variétés qui tolèrent les basses températures et les maladies sont déjà cultivées par la population depuis des années. Ces dernières ont un cycle végétatif long (6 mois et plus) ; ne pouvant pas permettre deux récoltes par an, elles sont par conséquent sensibles à une réduction de la pluviométrie. Les variétés de cycle végétatif court (entre 4 et 5 mois) ont été homologuées et sont en attente de vulgarisation en milieu rural. Il s'agit notamment de CT1087-1-CA-39, HR17570, SCRID006-2-4-2-3 et FACAGRO904. Des lignées pluviales à cycle court adaptées aux dépressions du Moso et dans la plaine de l'Imbo sont en attente d'homologation.

VI. INTÉRÊT ÉCONOMIQUE, SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL

Le riz est un aliment très riche en glucides comme toutes les céréales, avec un pourcentage non négligeable de protéines (environ 7% pour les variétés modernes). Il constitue en outre une source de revenus de tous les acteurs de sa chaîne de valeur. L'adoption des variétés à cycle court constituerait une valeur ajoutée en termes de productivité, flux commerciaux et sécurité alimentaire. Les sous-produits du riz peuvent servir à l'alimentation animale. La paille du riz peut être utilisée dans la restauration de la fertilité du sol et dans la lutte contre l'érosion par le paillage, ainsi que dans la confection des couvertures des maisons/ greniers.

VII. INTÉRÊT D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les variétés de riz à cycle court et tolérant les basses températures vont permettre aux riziculteurs d'augmenter leur production en récoltant deux fois l'année. L'augmentation du revenu sera par conséquent réalisée. Elles pourront échapper aux méfaits du raccourcissement de la période pluviale et produire convenablement. Elles pourront également permettre l'extension des superficies de cultures et le maintien de la diversification des sources de revenus et de calories.

VIII. EXIGENCE ET COÛTS FINANCIERS

Le coût relatif aux activités de transfert de ces technologies en milieu rural est estimé à **six cent millions de francs Burundais (600. 000.000 FBU)**. Ces frais vont couvrir les activités suivantes:

- ✓ identification des partenaires ;
- ✓ installation et suivi des champs de démonstration ;
- ✓ établissement d'une plateforme recherche-développement ;
- ✓ renforcement des capacités des bénéficiaires ;
- ✓ production des modules de formation ;
- ✓ production et publication d'un article scientifique.

Fiche 3: SYSTÈMES D'ALERTE PRÉCOCE COMMUNAUTAIRE

A. INTRODUCTION

La variabilité climatique a une incidence très prononcée sur toutes les étapes de la production agricoles suite à la dégradation des terres qui est en soi un phénomène complexe et résulte d'une intervention de plusieurs éléments qui contribuent à la perte du potentiel agricole par l'érosion et l'enlèvement du sol par l'eau ou le vent.

En effet, le Burundi est un pays à relief montagneux et les collines accidentées sont facilement érodées par les effets des changements climatiques: déficit pluviométrique (sécheresse) ou excès des pluies (inondations, glissement de terrain), d'où la dégradation des terres cultivées et la destruction des ouvrages publics et privés. Les sécheresses prolongées empêchent ou retardent les semis tandis que si elles arrivent précocement, elles empêchent la maturation des récoltes avec dans les deux cas des répercussions sur les pertes de production.

De même des inondations et crues récurrentes emportent des plants dans les champs avec des pertes totales des productions.

Les conséquences sont:

- ❖ La perte de fertilité du sol résultant d'une modification des propriétés chimiques, physiques et biologiques du sol;
- ❖ La disparition des espèces végétales et animales (production agro-zootechnique) ainsi que la diversité intra-spécifique (variétés et races). Des pertes de vies humaines sont également souvent à déplorer.

Ces catastrophes sont régulièrement observées ces derniers temps. Il faut une technologie pouvant faire passer l'information des risques de grêles, de sécheresse ou d'inondation qui peut sauver quelques productions notamment:

- **Mars 2015** : Fortes pluies et glissements de terrain dans les communes Muhuta et Bugarama avec 11 personnes disparues et 01 décès; destruction de 400 maisons, 14 salles de classe, un centre de santé, une église etc.
- **Février 2014**: Les crues des rivières Gasenye et Gikoma (Bujumbura Mairie et Rural) ont causé beaucoup de dégâts: 80 personnes mortes; 1.200 maisons détruites et 20. 000 personnes déplacées comme illustré sur les images 21 et 22 ci- après;



Figure 21: Evenements de GATUNGURA ,collecte des morts

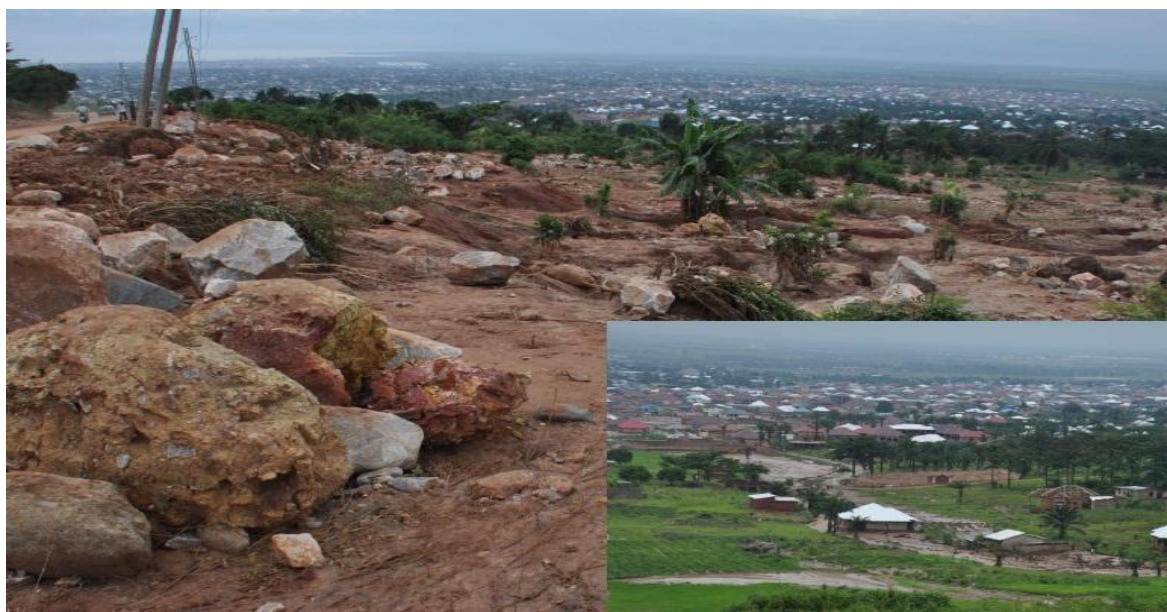


Figure 22: Exemple d'érosion et d'inondation de GATUNGURA



Figure 23 : Sécheresse précoce à Kayanza

Face ces situations, il faudra :

- a) Renforcer la coopération internationale dans l'échange de données sur le climat ;
- b) Renforcer les systèmes de surveillance du climat dans le pays ;
- c) Renforcer la collecte de l'information climatique ;
- d) Diffusion des informations aux utilisateurs par des moyens novateurs (ex : zoa bulletins spécialement bien préparés, les réseaux de radio communautaires).

Une partie de l'implication des options d'intervention dans la prise de décision pour:

- Augmenter la densité du réseau d'observation de surface à être intégré dans le Système Mondial d'Observation du climat (SMOC) ;
- Renforcer le réseau des stations météorologiques automatiques AWS) ;
- Mettre en place un système efficace de diffusion de l'information climatique aux communautés d'utilisateurs, par exemple: les réseaux de radio communautaire.

B. CARACTERISTIQUES DE LA TECHNOLOGIE

Un système d'alerte précoce est un ensemble de procédures coordonnées par l'information sur les dangers prévisibles en rapport avec le comportement du climat. Ces informations sont recueillies et analysées pour prédire, par la prise de mesures de contingence, un phénomène naturel comme la sécheresse, l'inondation et autres catastrophes. Fondamentalement, il ya deux types de systèmes d'alerte précoce à savoir le système centralisé mis en œuvre par des organismes gouvernementaux nationaux et un système communautaire décentralisé exploité au niveau communautaire. Certains des instruments de collecte de données climatiques comprennent:

- Un thermomètre pour mesurer la température de surface aérienne;
- Un baromètre pour mesurer la pression atmosphérique de l'air;
- Un hygromètre pour la mesure de l'humidité de l'air;
- Un anémomètre pour mesurer la vitesse du vent;
- Une girouette pour mesurer la direction du vent;
- Un pluviomètre pour la mesure de la précipitation;
- Un pyranomètre pour mesurer le rayonnement solaire.

Des connaissances autochtones par l'utilisation de bio-indicateurs aident les agri-éleveurs à maintenir des pratiques agricoles adaptées à des cycles de cultures plus ou moins longs ou la sélection de type de culture. Par l'expérience liée à l'observation principalement des bio-indicateurs et de façon localisée, les agri-éleveurs ont certainement et ce depuis longtemps procédé à des sélections d'animaux et des plantes adaptés à des conditions météorologiques qui se sont imposées à eux.

Dans certaines communautés, l'arrivée des pluies ou la fin de la saison est prédite par l'arrivée ou la migration de certains oiseaux ou organismes ou l'apparition soudaine d'un certain type de plante.

Mesures préalables à la mise en œuvre de la technologie

- ✓ Renforcement des capacités des utilisateurs, à tous les niveaux, de la technologie;
- ✓ Mise à disposition de la technologie ;

La technologie s'articule sur les points suivants:

B.1. Le renforcement de l'observation

- ✓ Renforcer un système de surveillance du climat dans le pays:
 - Densification du réseau d'observation climatologique;
 - Observation satellitaire;
 - Observation par radar;
 - Observation hydrologique & hydraulique.
- ✓ Collecte communautaire de données et transmission aux professionnels pour analyse;

B.2. La prévision

Sur base des données collectées, déterminer les conditions climatiques qui vont prévaloir beaucoup de jours à l'avance (risques de crues et/ou de sécheresse importantes et subites);

B.3. La prévention (transmission et l'alerte)

- ✓ Diffusion de l'alerte au niveau des régions;
- ✓ Information du public le plus largement possible en utilisant tous les canaux possibles (médias, marchés, confessions religieuses, etc.);
- ✓ Standardisation des seuils de vigilance, de pré-alerte et d'alerte.

B.4. La gestion de crise

- ✓ Renforcement des capacités des communes;
- ✓ Assurer les actions préventives au niveau de chaque entité territoriale (colline/commune);
- ✓ Amélioration de la coordination au niveau commune.

C. APPLICABILITE ET POTENTIELLE SPECIFIQUES DU PAYS

Les connaissances empiriques des populations sont une réalité. Le comportement climatique a toujours été une préoccupation des agri-éleveurs à telle enseigne que certaines personnes prétendaient détenir des capacités de contrôle du climat (abavurati) avec pouvoir supposé de faire tomber la pluie même en pleine saison sèche ou d'empêcher une pluie/grêle qui s'annonce déjà. D'une manière générale, la référence à des bio-indicateurs pour prédire le climat était une pratique courante.

Il serait intéressant de capitaliser ces acquis en leur dotant d'une capacité plus accrue à travers leur modernisation par de nouvelles technologies d'appréhension du climat.

Un avantage non négligeable vient aussi du fait que les études et analyses se focaliseront sur une petite superficie sans fortes amplitudes, aussi bien sur le plan scientifique qu'empirique, compte tenu des dimensions réduites du pays.

D. STATUT DE LA TECHNOLOGIE DANS LE PAYS

La technologie est d'autant plus nécessaire qu'elle constitue en elle même une innovation dans le secteur agricole burundais. Par le passé, un projet dit Système d'Alerte Rapide et de Gestion de l'Information Agricole "SARGIA" a vu le jour au sein du MINAGRIE mais comme il ne disposait d'aucune technologie permettant d'appréhender les paramètres climatiques, il s'est clôturé pratiquement sans résultat. Au niveau de l'IGEBU, un système d'information sur le climat à base des données satellitaires existe et pourrait être pris comme base à partir de laquelle la nouvelle vision technologique pourrait se fonder.

E. AVANTAGES EN TERMES DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE /SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL

Les avantages à attendre de cette technologie sont très importants tant sur le plan économique, social qu'environnemental.

- Sur le plan socio-économique, il y aura réduction des pertes de production inhérentes aux perturbations climatiques. En effet, la technologie permettra de prédire les anomalies climatiques et de réagir en conséquence. Ainsi, les semis qui risqueraient d'être emportés pourraient être retardés, les moissons à risque d'être frappées par une calamité quelconque pourraient à leur tour être récoltées de façon anticipée, etc. Les bénéfices peuvent aller jusqu'à 80% de la production sauvée et autant de ménages épargnés par la famine. L'alerte précoce d'une calamité naturelle peut contribuer à sauver des vies humaines qui risqueraient autrement d'être emportées par les flots des crues ou la déshydratation en cas de fortes sécheresses.
- Au niveau environnemental: nous savons que les catastrophes naturelles sont principalement les sécheresses et les inondations. En cas d'alerte précoce, des mesures urgentes peuvent être prises pour protéger des paysages sensibles contre des glissements de terrain et des feux de brousse par la mise en place des fosses antiérosives, des brise-vent, des coupe-feu, etc.

F. AVANTAGES DE L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Il est de notoriété publique que les perturbations climatiques sont fréquentes au niveau des diverses régions du Burundi. La mise en place d'un système d'alerte précoce efficace pour la gestion des inondations et des sécheresses devrait permettre de réduire le degré de vulnérabilité encourus par la population, les infrastructures et l'activité agricole. Dès lors, une technologie par le système d'alerte précoce communautaire permettra enfin la dissémination en temps réel de l'information sur les risques de sécheresse ou d'inondation pour se résilier aux effets néfastes dus aux changements climatiques.

G. EXIGENCES ET COUTS FINANCIERS

A l'état actuel de l'étude, il ne nous est pas possible d'avancer les chiffres en termes de coût des investissements à consentir. Des études plus approfondies seront nécessaires avec d'amples précisions sur la technologie à adopter. Mais provisoirement, le coût de la technologie du Système d'Alerte Précoce communautaire pour la sécurité alimentaire est estimé à 500.000 dollars en termes d'investissement avec un coût supplémentaire d'opérationnalisation et de maintenance d'environ 10% par an.

Fiche 4 : VACCINATION CONTRE LES PRINCIPALES MALADIES DU BETAIL

1 INTRODUCTION

Au Burundi, la contribution estimée de l'élevage dans l'amélioration de la sécurité alimentaire est très importante (14% du PIB national et 29% du PIB agricole : DOS, 2010). Mais sa contribution réelle reste toujours trop basse car les épizooties et les zoonoses occasionnent souvent des pertes énormes chez les agri-éleveurs. Cette situation constitue un handicap majeur pour l'augmentation de la production et de la productivité dans le secteur de l'élevage et répondre aux besoins en quantité et en qualité des protéines d'origine animale. Plus encore, elle constitue un facteur de risque important dans la préservation de la sécurité alimentaire et de la Santé Publique.

Le programme de vaccination de masse avec objectif de maîtriser les maladies animales et les zoonoses pourra contribuer à la réduction de l'impact de ces maladies sur les productions animales et ainsi aider les pays les plus vulnérables à évoluer vers la sécurité alimentaire.

Le Burundi s'est associé aux objectifs des Organisation Internationales contre les Epizooties(OIE) d'une part et ceux du Bureau Inter- Afrique pour les Ressources Animales ainsi que de la Communauté Economique de l'Afrique de l'Est (EAC) d'autre part qui ont clairement montré leur engagement à améliorer le bien être des populations africaines en assurant le leadership dans la lutte contre les maladies animales transfrontalières avec l'éradication de la peste bovine comme point culminant de cet effort.

2. CARACTERISTIQUES DE LA TECHNOLOGIE

Certaines des maladies prioritaires qui seront concernées par ce programme peuvent être classées par catégorie d'importance économique, sociale et environnementale comme suit:

Maladies endémiques au Burundi : Maladie de Newcastle (NCD), Dermatose Nodulaire, Contagieuse (LSD), Fièvre Aphteuse (FMD) ;

Maladies à haut risque d'introduction : Fièvre de la Vallée du Rift (RVF), Clavelé des petits Ruminants (S&G Pox), Peste des Petits Ruminants (PPR), Grippe Aviaire Hautement Pathogène (HPAI) ;

Maladies à importance sociale et zoonotique : Brucellose bovine, Rage (RV), Cysticercose porcine ;

Maladies négligées: Pseudorage ou Maladie d'Aujeszky (PRV), Rouget du porc, Syndrome Reproductive et Respiratoire du porc (PRRSV), Maladie de Gumboro, Typhose aviaire.

Les mesures de lutte et de contrôle à envisager : sept sous-actions sont envisagées :

- Diffuser rapidement l'information sur l'apparition de ces maladies par le biais de tous les moyens de communication existants dans le pays,
- Mettre en place une Commission Nationale de lutte et Contrôle par catégorie de maladie à déclaration obligatoire,
- Déclarer les zones d'infection et interdire tous les mouvements des animaux d'une localité à une autre,
- Mettre en place des postes de quarantaine sur les entrées des animaux en provenance de l'étranger, et procéder à l'inspection rigoureuse pour tout animal en provenance de l'extérieur,
- Interdire formellement et décourager le transport à pied des animaux de boucherie d'une province à une autre,
- Envoyer un rapport d'urgence aux organisations internationales (OIE/BIRA) et demander un soutien financier pour la lutte et le contrôle de ces épizooties (Vaccins+logistique de vaccination, kits de diagnostic sérologique, et du laboratoire, etc.,
- Vacciner en anneau toute la zone à risque et marquer tous les animaux vaccinés.

3. APPLICABILITE ET POTENTIEL SPECIFIQUES PAR PAYS

Le Ministère ayant en charge l'Elevage, à travers la Direction de la Santé Animale, a déjà initié les programmes de contrôle des principales maladies animales à travers la vaccination contre certaines maladies importantes des animaux. Nous citerons la Fièvre aphteuse (FMD), la Dermatose Nodulaire (LSD), la Brucellose Bovine, le Charbon Bactérien et le Charbon Symptomatique chez les bovins, la Maladie de Newcastle (ND) chez la volaille. Malgré ces efforts entrepris par le Gouvernement, la couverture de cette vaccination reste trop basse et ne peut pas conduire le pays au contrôle et encore moins à l'éradication de ces maladies.

4. Statut de la technologie dans le pays

Les vaccinations se font généralement individuellement dans les fermes des éleveurs progressistes, mais le manque de stock de vaccins se fait souvent sentir dans le pays. Ainsi, les résultats des campagnes de vaccination organisées pour le compte du Gouvernement ne sont pas satisfaisants suite aux contraintes budgétaires. Seulement quatre maladies ont déjà fait objet de vaccination uniquement pour les bovins et la volaille.

Exemple:

- En 2012, 4.2% et 6.5% de bovins ont été vaccinés contre la Brucellose Bovine et la Dermatose Nodulaire respectivement;
- En 2013, 5.1% et 30% de Bovins ont été vaccinés contre la Fièvre aphteuse et la Dermatose Nodulaire respectivement, 78.6% de Poules villageoises ont été vaccinés contre la Maladie de Newcastle ;
- En 2014: Aucune campagne de vaccination n'a été menée;
- En 2015, 6.1% et 14.7% des Bovins ont été vaccinés contre la Fièvre aphteuse et la Dermatose Nodulaire respectivement, tandis que 64.5% des Poules villageoises ont été vaccinées contre la maladie de Newcastle.

On note que:

1. Aucune maladie des petits ruminants n'est vaccinée ;
2. Aucune maladie des porcs n'est vaccinée ;
3. Les vaccinations sont irrégulières ;
4. La couverture nationale de vaccination est médiocre.

5 AVANTAGES EN TERMES DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE, SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL

Ce vaste programme s'inscrit dans la logique de la vision du secteur agricole du Burundi à travers divers documents sectoriels et sous sectoriels dont le Plan National d'Investissement Agricole (PNIA), le Programme National de Sécurité Alimentaire (PNSA), le Document d'Orientation Stratégique pour le Secteur de l'Elevage (DOS-Elevage) et bien d'autres documents de stratégies régionales et mondiales que le Burundi a ratifiés notamment le Programme Détaillé de Développement Agricole en Afrique (PDDAA) qui préconise une croissance annuelle de 6% dans le secteur agricole.

L'exécution de ce programme cadre bien également avec les priorités du Gouvernement telles que consignées dans la vision 20-25, le CSLPII et le PNIA notamment de réduire le taux de pauvreté à 50% en 2025 contre 67% en 2010.

6. AVANTAGES DE L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Le contrôle des agents pathogènes par la vaccination dans les populations d'animaux domestiques aura à un effet sur la protection de l'environnement par la réduction des contaminations chez les animaux sauvages qui interagissent avec ceux des fermes. A travers ce programme de vaccination contre les principales maladies animales et zoonoses, on aura également contribué au maintien de l'écosystème notamment à la protection des humains contre des éventuelles contaminations à travers la consommation des aliments et de l'eau souillés.

7. EXIGENCES ET COUTS FINANCIERS

Le coût global de ce programme s'élève à trois million de dollars (**\$3, 000,000**) correspondant:

1. A l'acquisition du matériel de transport et de conservation des vaccins à tous les niveaux: Province, Commune, Zone jusqu'à la colline,
2. Mise en fond de démarrage pour l'acquisition d'un premier stock de vaccins et logistique pour organisation des campagnes de vaccination,
3. Fond de mise en place et de soutien du Partenariat Public et Privé (PPP) en matière de vaccination contre les principales maladies animales pour garantir sa pérennité.

Fiche 5: FUMAGE MODERNE DU POISSON

1. INTRODUCTION

Au niveau du secteur agricole burundais, la pêche constitue un sous secteur important sur le plan des activités économiques et sociales dans le cadre de la lutte contre la pauvreté en général et la promotion de la sécurité alimentaire en particulier. Pour ces activités de pêche, le pays dispose des eaux intérieures qui sont principalement constituées par les Lacs Cohoha et Rweru au Nord-Est et par le Lac Tanganyika au Sud-ouest. Ce sous secteur fait vivre plus de 2 millions de personnes le long du littoral du lac Tanganyika et autour des lacs du Nord. En effet, la pêche offre des emplois directs à plus de 10.000 personnes (pêcheurs, constructeurs des bateaux, réparateurs de moteurs, etc.) dont 935 pour la transformation/conservation post capture du poisson ; une activité exécutée principalement par les associations féminines, ainsi que plus de 2 mille emplois auxiliaires (transporteurs, cuisiniers, ...) sur les sites de débarquement du lac Tanganyika (Rapport de l'enquête cadre régional sur les pêches du lac Tanganyika ,2011). Sur le plan de la sécurité alimentaire et nutritionnel, le tiers des protéines d'origine animale consommées dans le pays proviennent essentiellement du poisson et autres crustacées aquatiques.

Dans le Lac Tanganyika, la production de poissons a été estimée entre 16000 et 24000 tonnes/an (MINAGRI, 2006) et environ 800 tonnes/an dans les Lacs du Nord.

Une bonne partie de ses productions déjà insuffisantes pour la couverture des besoins de la population burundaise n'atteint pas l'assiette des consommateurs du fait des pertes post captures énormes observées par manque de technique de conservation. En effet, le séchage du poisson (Ndagala) qui était la technique la plus courante dans le pays, était généralement faite sur le sable, à même le sol, ce qui conduisait à une altération partielle ou totale des produits au regard des normes hygiéniques et avait considérablement réduit les revenus des opérateurs tout au long de la chaîne de valeur poisson.

En réponse partielle à ces problèmes, la FAO a mis en place une technique de séchage du poisson (Ndagala) sur des claies. Ainsi, un centre de démonstration de technologies améliorées de transformation et de conservation a été construit pour y vulgariser des bonnes

méthodes de séchage de petites espèces de poissons et de fumage (fours améliorés) pour les grandes espèces (Mukeke).

Les communautés de pêche bénéficiaires ont adopté les techniques améliorées de transformation/conservation de leur production en consacrant l'utilisation des claies surélevées pour le séchage du poisson-Ndagala, une pratique favorisant une productivité élevée pour le secteur.

Dans le Lac Tanganyika, la production de poissons a été estimée entre 16000 à 24.000 tonnes/ an et d'environ 800 tonnes/an dans les Lacs du Nord (MINAGRI, 2006). Mais une bonne partie de ses productions déjà insuffisantes pour la couverture des besoins de la population burundaise n'atteignait pas l'assiette des consommateurs du fait des problèmes de pertes post captures énormes observées par manque de technique de conservation après la capture du poisson. En effet, le séchage du poisson (Ndagala) qui était la technique de transformation/conservation la plus courante dans le pays, était faite généralement sur le sable, à même le sol. Ce qui conduisait même à une altération partielle ou totale des produits au regard des normes hygiéniques et avait considérablement réduit les revenus des opérateurs de pêche tout au long de la chaîne de valeur.

Pour pallier à ces problèmes, la FAO a mis en place une technique de séchage du poisson(Ndagala) sur les claies surélevées à travers le TCP de 2004 intitulé « appui en technologies post capture du poisson ». Grâce à ce projet, un centre de démonstration de technologies améliorées de transformation et de conservation du poisson a été construit à Mvugo pour y vulgariser des bonnes méthodes de séchage de petites espèces de poissons et de fumage (fours améliorés) pour les grandes espèces de poissons(Mukeke).

Les communautés de pêche bénéficiaires ont adopté les techniques améliorées de transformation/conservation du poisson en consacrant l'utilisation des claies surélevées pour le séchage du poisson-Ndagala une pratique favorisant une productivité élevée pour le secteur.

Au Burundi comme ailleurs en Afrique, la plupart des produits finis obtenus par l'opération de fumage traditionnel trouvés sur le marché présentent une couleur rarement sombre. Leur qualité est moyennement appréciée. Ceci est en corrélation avec le mode de fumage, combustion incomplète du bois avec fumée chargée en goudron et particules nocives. Il en est de même pour les fours dits améliorés utilisant le bois de chauffe comme combustible.

Afin d'en faire face, une innovation d'une technique, FAO –Thiaroye de transformation de poisson (FTT-Thiaroye) a vu le jour au Sénégal et répandue dans d'autres pays africains comme le Togo, la Tanzanie, la Côte d'Ivoire, Benin, Uganda...etc. Cette nouvelle technique est à conseiller partout où c'est possible et surtout au Burundi vu ses multiples avantages. En effet, elle permet de faire le fumage et le séchage dans toutes les conditions climatiques, d'élaborer des produits qui répondent aux exigences sanitaires des marchés. Elle allège la pénibilité du travail des transformateurs avec un impact positif sur l'environnement car, utilisant peu de charbon à la place du bois de chauffe en grande quantité susceptible de polluer l'air par son émission du CO2.

2. CARACTERISTIQUES TECHNOLOGIQUES

Le FTT est un système bâti sur les acquis des modèles de fours améliorés existants et qui sont déjà largement adoptés en Afrique, tels que le Chorkor, le Banda et l'Altona. Ces fours deviennent du FTT à partir du moment où quelques composantes spécifiques y sont ajoutées. Ces dernières sont : le fourneau, la plaque de collecte de graisse, le système indirect de générateur de fumée, et le distributeur d'air.



Figure 24 : Exemple de dispositifs du four FTT (DEPA, 2016)

Les composantes spécifiques du FTT qui sont ajoutées aux modèles de fours améliorés existants sont:

- Le fourneau à braise qui est destiné à porter le combustible qui servira à cuire le poisson. Insérer le fourneau dans le foyer permet de concentrer la chaleur sur le produit. Le tableau suivant donne les caractéristiques du fourneau.



Figure 25 : Fourneau avec blaise fourneau



Figure 26 : Répartiteur d'air du four

Les caractéristiques du fourneau (Tableau 28) sont synthétisées ci-dessous

Tableau 28 : Caractéristiques du fourneau

Paramètres	Mesure (en cm)
Longueur du fourneau	98
Largeur du fourneau	88
Maillage de grillage	5 mm
Longueur du grillage	97
Largeur du grillage	87
Largeur caisson métallique	1 m
Hauteur du caisson métallique	26

Ci-dessous les matériaux utilisés pour la construction du fourneau :

- 1 feuille en acier galvanisé de 1,5 mm d'épaisseur
 - 1 pièce de cornière (longueur : 5,80 m ; largeur : 30 mm)
 - 1 pièce de fer plat de 25 mm
 - 1 pièce de forge
 - 4 pièces pour la roue métallique
 - 2 pièces pour la manche
- La plaque à graisse est un système de collecte des matières grasses durant la cuisson du poisson. Elle comprend un ensemble de trous coiffés chacun par un cône en forme de capuchon. Le trou permettra à la chaleur provenant du fourneau d'atteindre le poisson sur la claie et le cône en forme de capuchon permettra d'orienter la graisse et les exsudats sur la plaque. Cette dernière sera munie d'une dénivellation vers un de ses bords faisant ruisseler l'huile vers ce bord. L'huile sera récupérée dans un récipient placé à l'extérieur du four à l'aide de tuyaux soudés à l'extrémité des bords de la plaque. La dimension du collecteur de graisse est variable mais en tout cas devra s'accorder au fourneau dans lequel il sera placé.



Figure 27 : Collecteur d'huile

Pour la confection du collecteur de graisse, il faut :

- 1 feuille en acier galvanisé de 2 m de longueur, 1 m de largeur, et 1,5 mm d'épaisseur
- 2 barres de fer plat de 30 (30 mm d'épaisseur)
- 1 barre de fer de 6 (6 mm d'épaisseur)

Un modèle amélioré comporterait des glissières placées parallèlement dans le four et qui permettent d'installer et de retirer plus facilement le collecteur de graisse muni maintenant de deux poignées à partir d'une ouverture sans toucher la claie.

- Le système de générateur indirect de fumée comprend un fût ou tonneau métallique soudé à un tube métallique plus ou moins long de 1,5 m et de 30 cm de diamètre. Le tonneau est modelable en spirale, en tube circulaire en fonction de l'espace disponible. Le système de générateur de fumée comprend également un casier métallique à l'intérieur duquel le filtre est inséré. Le tout sera ensuite inséré dans un boîtier métallique.



Figure 28 : Système générateur de Fumée indirecte **Figure 29 :** Casier du boîtier à

filtre

- Le répartiteur d'air est un système composé de deux caissons métalliques à l'intérieur desquels sont installées des ailettes horizontales du même nombre que les claies et qui épousent parfaitement les claies de séchage empilées et disposées verticalement. Un tuyau métallique relie le fourneau et le caisson de répartition d'air pour faciliter la distribution d'air. Ainsi, l'air chaud est brassé sur les claies à l'aide de la forge du fourneau

Cette innovation a pour résultat des produits de qualité saine, de valeur marchande supérieure avec des caractéristiques uniformes. De plus, son usage polyvalent lui permet non seulement de fumer et de sécher les produits de la pêche mais aussi d'accomplir les opérations de stockage, de refumage et de reséchage. Cette technique sera bâtie sur les acquis des fours améliorés déjà existants dans le pays.

Les performances seront renforcées par la minimisation de la consommation de combustibles, une exposition moindre à la chaleur, aux fumées et aux brûlures pour les opérateurs ainsi que la possibilité de stocker les produits finis sur une période plus longue.

Aussi, l'élément moteur dans la conception du fumoir moderne sera la maîtrise du niveau d'hydrocarbures aromatiques polycycliques qui sont de sérieux composés nocifs intimement liés à des procédés de transformation et souvent incriminés dans la contamination d'aliments tel que les produits fumés et séchés.

3. POTENTIEL ET APPLICABILITE SPECIFIQUE DANS LE PAYS

La technique de séchage du poisson (Ndagala) sur les claies est devenue une pratique courante sur tous les sites de débarquement au Burundi que ce soit à Rumonge, à Muguruka, à Kizuka, à Karonda, à Magara, à Gitaza, à Kajaga ou ailleurs. La diffusion de cette technique de séchage s'explique d'une part par l'investissement des acteurs de pêche eux-mêmes qui ont constaté l'avantage du séchage sur claies surélevées qui ont décidé de partager cette expérience avec leurs pairs. A la fin du projet, un mécanisme institutionnel a été mis en place et a fait du débarcadère de Mvugo un centre didactique géré de manière durable par les opérateurs de pêche eux-mêmes.

Ainsi, les initiatives d'autres partenaires de développement qui se sont inspirés des réalisations du TCP et du projet de la FAO ont contribué à maximiser l'expansion de cette

pratique. Parmi les fours améliorés de fumage qui ont été développés ces dernières décennies en Afrique surtout dans les tropiques le plus populaire est le Chorkor. Dans l'avenir, d'autres partenaires se pencheront sur l'expansion de la technique du four FTT pour fumer et sécher le poisson au Burundi.

4. STATUT /ETAT DE LA TECHNOLOGIE DANS LE PAYS

Au Burundi, un projet de la FAO intitulé « Appui à la technologie post-capture de poisson a été mis en œuvre sur la requête du gouvernement burundais. Le projet ciblait l'Unité Post-Capture (UPC) de la Direction des Eaux de Pêche et de l'Aquaculture (DEPA) ainsi que les opérateurs de pêche, pêcheurs et transformateurs de poissons qui soient détaillant ou grossiste avec une attention particulière aux femmes. Ce projet s'intéressait sur la technique de séchage des poissons de petite taille sur claies surélevées et celle de fumage des espèces de grande taille sur les fours améliorés comme le Chorkor, le Parpaing et l'Altona installés dans le centre pilote de Mvugo dans la province de Makamba. D'autres équipements comme les congélateurs pour la conservation du poisson frais et d'une machine à glace ont été fournis à ce centre.

Les communautés de pêche ont été formées sur ces techniques améliorées par la DEPA à travers l'UPC et les ont vite adoptées. C'est pour cela que le pays a été couronné par la FAO-Rome en 2014.

Actuellement, les communautés des pêcheurs sont regroupées dans des comités de gestion de pêches et dans la coopérative COPEDECOPBU. Ces comités sont sur chaque site de débarquement le long du lac Tanganyika tandis que la coopérative regroupe trois associations à savoir le FFPB, l'ADEP et l'AVEPOMABU. Deux fabriques de glace sont disponibles et opérationnelles, l'une à Rumonge, a été donnée à l'association ADEP par les pays de la Loire, l'autre au marché de COTEBU à Bujumbura a été donnée à l'AVEPOMABU par le projet PRODAP. Ce marché moderne de poisson a été construit par le projet smart qui a aussi donné les caisses isothermes en collaboration avec la FAO.

5. AVANTAGES EN TERMES DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL

La technologie du four FTT permettra d'élaborer des produits conformes aux normes sanitaires et répondant aux exigences des marchés locaux voire internationaux.

La technologie offrira les meilleures possibilités de commercialisation du produit dont les femmes constituent une frange importante. Ensuite, la technique offrira des possibilités de transformer des produits de pêche et de les stocker sur une longue période.

La technologie contribuera à l'augmentation des revenus et à l'amélioration des conditions de travail. La construction ou la confection du four FTT sera réalisable à l'échelle communautaire. La technologie contribuera à l'amélioration de la vie des femmes transformatrices. Elle offrira une grande qualité et uniformité du produit grâce à une meilleure rétention de la chaleur et de la circulation de la fumée et une réduction des temps de fumage.

La technologie contribuera au respect et à la protection de l'environnement grâce à l'économie de combustible. En effet, la technologie accuse une faible consommation de charbon. Tout ceci signifie qu'avec le four FTT, il y aura moins de déforestation. Ceci permettra également aux transformateurs et transformatrices de dépenser moins d'argent.

6. AVANTAGE DE L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Quand les produits séchés et fumés sont stockés pour une longue période, la technologie permet de réguler la gestion durable du stock de poisson (la biomasse) pour éviter la surexploitation des ressources halieutiques et le respect du calendrier lunaire, le reséchage ou le refumage périodique permettant de limiter l'altération. La technologie offre des opportunités de vendre pendant les périodes de soudure avec un stockage allant de 6 à 9 mois. La technologie de séchage a pour intérêt une inhibition du développement des microorganismes, une inactivation des bactéries intrinsèques et l'allègement du poids du produit. Dans d'autres cas, la technologie vous permet de travailler dans de bonnes conditions car vous n'êtes plus exposés à la chaleur et à la fumée et les procédés de séchage et de fumage se font plus rapidement n'importe quel temps. Le poisson frais est très périssable et sa détérioration progresse rapidement après la pêche.

Sous les températures ambiantes des tropiques, le poisson s'altère quand les températures atteignent 5 C°. Il est impératif de lui appliquer des techniques de préservation comme le glaçage et d'autres techniques de transformation telle que le fumage et le séchage, qui permettent de prolonger sa durée de conservation. Aussi, l'aménagement de l'espace de travail pour la transformation du poisson (hangar, magasin, toilettes) est l'une des stratégies d'adaptation aux changements climatiques. La nouvelle technologie de transformation FTT-Thiaroye a l'avantage de minimiser la déforestation et de réduire l'émission du CO₂ par la combustion incomplète du bois de chauffe, remplacé par le charbon.

7. EXIGENCES ET COUTS FINANCIERS

Des partenaires cibles doivent accompagner cette technologie tel que les structures de la recherche agricole (ISABU, CNTA, le BBN), les structures de développement (Direction des Eaux et de la pêche) en plus des structures professionnelles (Associations de transformateurs et transformatrices du poisson). La responsabilité de mise en œuvre serait assurée en premier lieu par les institutions du Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage par le biais de la DEPA ainsi que les partenaires de développement tels que la FAO, le Smartfish, l'Union Africaine et autres.

Le coût de la technologie serait de 94.080.000 FBU avec un coût d'entretien, de maintenance et d'opérationnalisation de 1.000.000 FBU/an.

Fiche 6 : RETENUES COLLINAIRES POUR LA COLLECTE DES EAUX DE PLUIE A DES FINS AGRICOLES

1. INTRODUCTION

Au Burundi, la technologie de la réserve de l'eau de pluie et son utilisation n'est pas développée. Pays de hautes montagnes avec des pentes fortes, le Burundi est un pays sujet aux effets érosifs causés par les eaux de ruissellement occasionnant des pertes énormes de terres avec comme conséquence : l'envasement des plaines et des bas fonds, le ravinement et la sédimentation.

Normalement les eaux de ruissellement sont une partie des précipitations en plus des eaux qui s'infiltrent dans le sol et celles qui s'évaporent. Cette première partie est la plus importante et devrait faire objet d'une technologie de sa réserve.

Pour faire face aux problèmes causés par des eaux de ruissellement, des techniques ont été développées. On peut citer :

- Le reboisement des sommets des collines dénudés,
- L'aménagement des bassins versants par creusement des fossés antiérosifs,
- L'agroforesterie au sein des exploitations.

Dans un proche avenir c'est la technologie des retenues collinaires qui sera initiée. Bien entendu, la collecte des eaux de pluie au niveau des toitures est une technologie qui s'observe mais à petite échelle. De toute façon la technologie de la réserve de pluie sous ses différentes formes est à vulgariser.

2. CARACTERISTIQUES DE LA TECHNOLOGIE

Les retenues collinaires sont des ouvrages de stockage de l'eau qui sont remplies par les eaux de surface et les eaux de ruissellement. Ces eaux sont utilisées ensuite dans les domaines de l'irrigation agricole. Ces petits barrages permettent d'accroître les ressources en eau disponibles au cours de l'année dans des zones isolées ou insuffisamment équipées et souffrant de déficit chroniques ou récurrents de pluviométrie ou d'apports d'eau. Des études préalables doivent être faites sur le bassin versant de la retenue collinaire.

De tels ouvrages (Figure 30) peuvent comporter des réservoirs relativement importants mais avec des retenues de hauteur allant de 2 à 5 m. Il s'agit essentiellement de réservoirs à usage d'irrigation.



Figure 30 : Exemple de création des lacs de retenues d'eau

3. POTENTIEL ET APPLICABILITE SPECIFIQUE DANS LE PAYS

La quasi-totalité de la production agricole est produite par une multitude d'exploitations familiales paysannes et dépendant exclusivement des conditions pluviométriques. En effet, le retard ou le déficit des pluies pendant 2 ou 3 mois entraîne automatiquement la famine, alors que si la saison est normale la production est satisfaisante.

Certains paramètres méritent d'être tenus en considération :

- L'insuffisance du personnel tant sur le plan qualitatif que quantitatif influe négativement sur la technologie de la réserve en eau de pluie et son utilisation. A titre indicatif, 30.000.000 fbu ont été débloqués par le projet du Bassin du Nil et utilisés pour l'aménagement des retenues collinaires en province KIRUNDO. Malheureusement, alors que c'était prévu l'irrigation de 10ha par l'eau retenue, le dispositif reste non fonctionnel.

- Sur le budget extraordinaire d'investissement, à part le projet PPCDR qui vise financer s'y investir, aucun budget y relatif n'est alloué à ce secteur.

- Manque de volonté politique de la part du gouvernement burundais sur le développement de la technologie de collecte et stockage des eaux de pluie.

-Problème financier puisque le Burundi compte à plus de 50% sur les appuis en provenance de l'extérieur, alors que cette technologie exige un budget important pour être mise en pratique.

En un mot, le secteur de la technologie de la réserve en eau de pluie et son utilisation est au niveau embryonnaire tant au niveau institutionnel, technique que réglementaire.

Et pourtant, le Burundi dispose de beaucoup de potentialités en matière de cette technologie au regard des paramètres ci après :

- L'abondance des précipitations
- La topographie du pays en pente raide ;
- Le besoin en eau des cultures pendant la saison sèche

4. STATUT DE LA TECHNOLOGIE DANS LE PAYS;

Pour le moment, il n'existe pas de politique de la technologie de la réserve en eau de pluie et son utilisation. Au point de vue institutionnel, il existe un ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme, une Direction Générale de l'Aménagement du territoire, du Génie Rural et de la Protection du Patrimoine Foncier, Un Programme national de lutte antiérosive. Toutes ces institutions sont dépourvues de moyens tant matériels qu'humains nécessaires pour remplir leurs missions.

Notons que la technologie de la réserve en eau de pluie et son utilisation est du ressort du Département du GR&PPF qui ne compte que 23 cadres et 80 techniciens dont la plupart reste non spécialisés en cette matière. Il est à noter que les eaux de pluie dont celles de ruissellement constituent une menace pour l'agriculture alors qu'une fois retenues, serviraient beaucoup en irrigation pendant la période sèche.

5. AVANTAGES EN TERMES DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE, SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL

Compte tenu du relief de notre pays, de la pluviosité abondante par endroit et de la sécheresse dans d'autres, il est impératif de rendre systématique et obligatoire l'aménagement des BV par des dispositifs anti-érosifs, des haies mixtes, des fossés antiérosifs, de l'agroforesterie ainsi que le respect strict de la zone des marais et des rivières.

La technologie de la réserve en eau de pluie par construction des retenues d'eau viendrait pour récupérer toute fuite se manifestant par des eaux de ruissellement.

La collecte de ces eaux de pluies au niveau des toitures viendrait résoudre le problème de l'eau qui s'observe au niveau ménager.

6. AVANTAGE DE L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La technologie de collecte des eaux de pluie est parmi les technologies qui contribuent d'une manière considérable en matière d'adaptation aux changements climatiques.

Les avantages qu'elle présente peuvent se résumer en points importants à savoir:

- augmentation considérable de la production agricole par promotion de l'irrigation collinaire ;
- diminution des dégâts causés par les inondations par la réduction considérable des eaux de ruissellement ;
- augmentation des débits des cours d'eau par recharge de la nappe phréatique ;
- restauration de l'environnement par préservation des espèces aquatiques (faune et flore) ;
- certaines pratiques culturelles permettent la rétention d'eau peuvent permettre l'augmentation des espaces cultivables.

7. EXIGENCES ET COUTS FINANCIERS

A. Exigences

1) Amélioration de la collecte et de la gestion des bases de données

La technologie de la réserve en eau de pluie et son utilisation ne peut être formulée que s'il existe une information sur les régions où le besoin en eau d'irrigation se fait sentir y compris les données relatives à la topographie du terrain et sur les facteurs contribuant au succès notamment les conditions économiques des usagers (transport des terres).

*Les dégâts causés par les eaux de ruissellement (transport des terres)

L'amélioration de la base des données devrait comporter les points suivants :

- Estimation des ressources potentielles en eau et en terres au niveau national, bassin fluvial et régional.
- Etablissement d'une méthodologie appropriée pour la collecte et l'analyse des données ;
- Inventaire du type et de l'importance des projets œuvrant dans le domaine de la réserve en eau de pluie et son utilisation, leur contribution à la production actuelle et future.

2) Formulation d'une politique nationale de la technologie de la réserve en eau de pluie et son utilisation

Les priorités pour la planification d'une politique de l'irrigation au niveau national comportent

Les points suivants :

- Estimation du potentiel disponible pour l'agriculture irriguée et établissement du rôle de la technologie de la réserve en eau de pluie et son utilisation ;
- Développement des critères adaptés pour la planification et l'évaluation des priorités en matière de choix des sites avec références particulières aux avantages sociaux ;
- Elaboration des directives pour la promotion de l'eau de pluie retenue ;
- Préparation d'un plan national d'investissement pour l'irrigation à base des eaux retenues ;
- Instauration de politique claire par formation- sensibilisation en matière de collecte des eaux de pluie et leur utilisation au niveau ménager ;
- Renforcement des institutions responsables de l'application des politiques de développement (DGR&PPF).

3) Développement des capacités de planification et d'exécution des projets

La planification et l'exécution des projets de la technologie de la réserve en eau de pluie et son utilisation demande un personnel compétent dans de nombreux domaines tels que le génie rural, l'agronomie, les sciences économiques, sociales et hydrologiques.

L'amélioration de la planification et l'exécution des projets nécessitent les points suivants :

- Initiation des programmes pour l'observation et l'évaluation des performances des projets de la technologie de la réserve en eau de pluie et ou son ;
- Développement des programmes de formation du personnel spécifiquement orienté vers la planification, le développement et l'utilisation des eaux retenues ;
- Evaluation des capacités nationales de planification et d'exécution des projets en agriculture irriguée ;
- Unification des mesures favorisant l'échange d'information entre tous ceux qui sont concernés par le développement de l'irrigation.

4) Formation et développement des ressources humaines

- Des programmes de formation sont nécessaires pour permettre au personnel de la réserve en eau de pluie et son utilisation de faire face aux différents problèmes techniques de gestion qui se posent ;
- Estimation des besoins présents et futurs de la formation nécessaire ;

- Etablissement d'une politique nationale de développement des ressources humaines et initiation de programme de formation mettant l'accent sur la participation des exploitants dans la promotion de l'utilisation de l'eau de pluie réservée ;

- Renforcement et établissement des formations paysannes et de vulgarisation.

5) Recherche et transfert des connaissances

Ce domaine n'est pas fonctionnel, toute fois, il est important de rendre fonctionnel la recherche en matière de l'utilisation de l'eau de pluie dans l'irrigation afin d'augmenter la production agricole.

- Identification des domaines prioritaires pour la recherche ;

- Développer une méthodologie pour l'obtention d'une participation effective des agriculteurs à la planification, au développement et à la rétention des eaux de pluies ;

- Engager la recherche dans deux directions : réduire le coût et améliorer les avantages de l'utilisation des eaux de pluies retenues ;

- Etude d'impact des réserves d'eau de pluie utilisées en irrigation sur la production agricole, la santé humaine et le système d'exploitation.

B. Coût financier

L'aménagement des retenues d'eau collinaires, bien que coûteux, reste la méthode technique la plus efficace pour la collecte des eaux de pluie surtout celles de ruissellement. Pour que cette activité soit bien menée, il doit y avoir une politique du gouvernement en la matière. Dans ce cas, des projets de développement viendraient pour appuyer les institutions étatiques ayant la gestion de l'eau dans leurs attributions. Cet appui financier interviendrait dans le renforcement des cadres et techniciens impliqués ainsi que dans l'appui matériel.

Cette technologie nécessite aussi des financements importants en matière de mise en œuvre de projets y relatifs, qui exigent des études bien conduites avant de passer à l'exécution des travaux proprement dits. Le cout d'une retenue collinaire dépend de la taille de l'infrastructure et de l'ampleur de l'activité envisagée

COUT DE REFERENCE

Selon l'Agence de l'Eau de RHONE Méditerranée & CORSE en 2005, sur la base de l'échantillon analysé, le coût global observé en € HT des retenues collinaires étudiées suit la fonction suivante : $\text{Coût} = 1,75 \times \text{Capacité} - 1140$.

En écrêtant les valeurs hautes ayant une probabilité d'être atteinte inférieure à 20%, on obtient le coût de référence suivant : **Coût de référence = $1,75 \times \text{Capacité} + 47\,000$ € .**

ASSIETTE ELLIGIBLE

Les postes pris en compte dans le calcul de l'assiette sont :

- étude de projet détaillé ;
- honoraires ;
- frais de DUP et/ou d'autorisation ;
- ouvrage de captage permettant le remplissage de la retenue ;
- retenue et/ou digue ;
- vidange et/ou évacuateur de crue ;
- frais annexes.

En cas d'irrigation collinaire la superficie à irriguer influe beaucoup sur le budget.

Le coût financier peut être estimé à 1.150.792.608 FBU.

ANNEXE II: LES REUNIONS AVEC MEMBRES DU COMITE TECHNIQUE, LES PARTIES PRENANTES ET LES MEMBRES DES GROUPES D'EXPERTS SECTORIELS

14	NDAYISHIMYE Rémède	NEP UNFCCC	DG	Gitega	remilolene@gmail.com, 77540085	
15	NINDABWIZA Aline	IGEBU Coordinatrice	Coordinatrice	GITEGA	nindabwiza@igebu.gov.rw	
16	TABU Aline	MTSPG Présidente	Présidente	Gitega	tabu@mtspg.gov.rw	
17	DODIKO Jeanfer	MIRAGORE Directeur	Directeur	Gitega	dodiko@miragore.gov.rw	
18	NIJIBERE N. FLORENCE	SCB Généraliste	Généraliste	Gitega	nijibere@scb.gov.rw	
19	POLIS, Alphonse	ODEP DECC	DECC	Gitega	alphonse@odep.gov.rw	
20						
21						
22						
23						
24						
25						
	TOTAL					

LISTE DES PARTICIPANTS A LA REUNION DU GROUPE DE TRAVAIL SÉLÉCTORIEL DU PROJET TNA

BUJUMBURA, Le 24/12/2015 HOTEL LE CHANDÉLIER

N°	Nom et Prénoms	Institution Représentée	Fonction	Provenance	Tel et Email	Signature
1	NEWKANDANA Janyu	MEM	Conseiller	Burja	79212504 a 77201411 nkandana.janyu@burja.rw	
2						
3	SINAKIRWA Evariste	Consultant	Consultant	Citigeo	e-mail e-mail@sinakirwa.com	
4	NJEJI MAYA JOUWINE	MINAGRIE	Conseiller	Burja	79890476 njeji.maya@burja.rw	
5	NYENGAJENGE Simon	Consultant	Consultant	Burja	79890476 nyengajenge@burja.rw	
6	NYIMBERE Alio	SETEMU	Chef de sc	Burja	79890476 nyimbera.alio@burja.rw	
7	NDAYIMUNGU Remigie	IGERU	pf. Ndes	Gitega	remigie.ndayimungu@gmail.com	
8	NDAYISI Constantine	IGERU	Conseiller	Burja	ndayisi.constantine@burja.rw	
9	NINDAMUTSA Astor	IGERU	Coordinateur	Citigeo	nindamutsa.astor@citigeo.rw	
10	NDWAGAYIZO Giviere	MINAGRIE	Conseiller	Burja	79890476 ndwagayizo.giviere@burja.rw	
11	NYIMBERE A. Filawa	IGERU	Coord.	Burja	nyimbera.filawa@burja.rw	
12						
13						

LISTE DES PARTICIPANTS A LA SECONDE REUNION DU GROUPE DE TRAVAIL SECTORIEL DU PROJET TNA

BUJUMBURA, Le 11/01/2016 HOTEL LE CHANDÉLIER

N°	Nom et Prénom	Institution Représentée	Fonction	Provenance	Tél et Email	Signature
1	NJESIMANA Jeanine	MINAGRIE	Conseiller	Buj	njesimana.jeanine@yopmail.fr (25 9) 799900476	
2	NDATAGANITE Gervais	MINAGRIE	Conseiller	Buj	ndataganite.gervais@yopmail.fr 778460797	
3	MUYUKU Prosper	MINAGRIE	Chf SRA	Buj	prosper.muyuku@yopmail.fr	
4	NYENGASENGE Gervais	REACTU	Chf de SEC	MTA	nyengase.ng@yopmail.fr	
5	NINDAHUTSA Aline	IGEBU	Coordinateur GITESA	MTA	nindahutsa.aline@yopmail.fr	
6	NANZADAWA Tony	IGEBU	Conseiller	Buj	nanzadawa.tony@yopmail.fr 77814230	
7	NAYISI Constantine	REACTU	Conseiller	Buj	nayisi.constantine@yopmail.fr	
8	NJIMBERE Aline	SETEMU	Chf de SEC	Buj	njimbera.aline@yopmail.fr	
9	NJIMBERE Aline	SETEMU	Chf de SEC	Buj	njimbera.aline@yopmail.fr	
10	NDAYISHIMWE Jeanne	IGEBU	Pré-Adm	Gitega	ndayishimwe.jeanne@gmail.com	
11						
12						
13						

LISTE DES PARTICIPANTS A LA SEANCE DE TRAVAIL DES EXPERTS SECTORIELS AVEC LE
CONSULTANT EN ADAPTATION DU PROJET TNA

GITEGA, Le 14/01/2015 HOTEL ACCOLADE

N°	Nom et Prénom	Institution Représentée	Fonction	Provenance	Tél et Email	Signature
1	NDAYEGAMIRE Gyprien	MINAGRIE	Conseiller	Bujumbura	ndayegamiregyprien@yahoo.fr 79 930 898	
2	MAYISI Constantin	MECAN	Conseiller	Bujumbura	mayisi2000@yahoo.fr 77 814 250	
3	NINDAMUTS Aline	IGERU	Coordonnatrice	GITEGA	nindamutsa@yahoofr	
4	NJEUJIMANA Jeanine	MINAGRIE	Conseiller	Bujumbura	njeujimana@yahoo.fr	
5	SINARINZI Evariste	IGERU	Coordinateur	Gitega		
6	NJINABIRE Aline	IGERU	Conseiller	Bujumbura	njinabire@yahoo.fr 75 234 623	
7						
8						
9						
10						
11						
	TOTAL					

LISTE DES PARTICIPANTS A LA 1ère REUNION AVEC LES PARTIES PRENANTES DU PROJET TNA

BUJUMBURA, Le 19/04/2016 HOTEL LE CHANDELIER

N°	Nom et Prénoms	Institution Représentée	Fonction	Provenance	Tel et Email	Signature
1	RUTANDWA Jacques	DPE GIRE	Coordinateur	Bujumbura	75420035 j.rutandwa@ire.gov.rw	[Signature]
2	UTUNGUHAIRUMUNSI Abel	IREMI	Chargé des relations	Gitega	77788350 utunguha@iremi.gov.rw	[Signature]
3	KANEJA Ferdinand	ISABU	Chargé des relations	Musanze	7846519 ferdinand.kaneja@isabu.gov.rw	[Signature]
4	MUNANI Bernard	ISTENVI	Chargé des relations	Bujumbura	75219410 bernard.munani@istenvi.gov.rw	[Signature]
5	MURINDAKWARI Jean	DBPE	Coordinateur	Bujumbura	7924967 murindakwari@dbpe.gov.rw	[Signature]
6	MATIGARIRE Gilbert	MINAGRIE	Expert	Bujumbura	79175420 gilbert.matigarire@minagri.gov.rw	[Signature]
7	MSAGUYE J. CLAUDE	FARMACIA	Technicien	Musanze	75987375 claud.mtaguye@farmacia.gov.rw	[Signature]
8	TURAYIHAYE Agnès	CAFED	Représentante Légitime	RUMonge	75949613 agnès.turayihaye@cafed.gov.rw	[Signature]
9	CISHA HAYO Ernest	CTE-PAYE	Président du Comité	Bujumbura	79199164 / 7576017 ernest.cisha@cte-paye.gov.rw	[Signature]
10	KIMPAHA Joseph	MAIRE	Coordinateur	Bujumbura	75220066 joseph.kimpa@maire.gov.rw	[Signature]
11	MJIMBEJE ALG	STRENU	Chargé des relations	Bujumbura	75220066 alg.mjimbeje@strengi.gov.rw	[Signature]
12	MBENGESEN GEMINA	CHRE	Coordinateur	Bujumbura	75220066 gemina.mbenge@chre.gov.rw	[Signature]
13	NDAYISHIMWEA Ndayishimiye	SPPA	Coordinateur	Gitega	75220066 ndayishimiye.ndayishimiye@spga.gov.rw	[Signature]

19/4

14	UWIMANA Richard	A.A.C	chef de bureau indépendant	Bruxelles	75342 700 / 68251532 uwimana@protonmail.com	
15	SARINBOGO Vincent	PRIVE	Commis de bureau indépendant	Brux	79 844 606 vbsaribogo@gmail.com	
16	ASHIMIRIRIRANA Gedeon	IGEBU	chef de bureau indépendant	Brux	77 276 888 ashimiririrana@gmail.com	
17	MBAMUKUMYE Remy	PRIVE	chef de bureau indépendant	Brux	75 342 700 / 68251532 remy@protonmail.com	
18	SINABYIKUBORWA Remy	MINAGRE	Commis de bureau indépendant	Brux	75 342 700 / 68251532 sinabikyuborwa@gmail.com	
19	KIGURU Raphaël	PRIVE	chef de bureau indépendant	Brux	75 342 700 / 68251532 kiguru@gmail.com	
20	NJEBIMANA Jeanine	MINAGRE	Commis de bureau indépendant	Brux	75 342 700 / 68251532 njebimana@gmail.com	
21	NKUNZIMANA Joseph	MINAGRE	Commis de bureau indépendant	Brux	75 342 700 / 68251532 nkunzimana@gmail.com	
22	KARIRE André	IGEBU	chef de bureau indépendant	Brux	75 342 700 / 68251532 karire@gmail.com	
23	MANIRAKIZA Sylvain	PRIVE	Commis de bureau indépendant	Brux	75 342 700 / 68251532 manirakiza@gmail.com	
24	MAVISA Constant	MINAGRE	Commis de bureau indépendant	Brux	75 342 700 / 68251532 mavisa@gmail.com	
25	DE NGENDAMIRIRO Libaire	MINAGRE	Commis de bureau indépendant	Brux	75 342 700 / 68251532 de-ngendamiriro@gmail.com	
26	SHAMUKUMBA Bartholomée	IGEBU	chef de bureau indépendant	Brux	75 342 700 / 68251532 shamukumba@gmail.com	
27	NJIMBERE A. Philon	IGEBU	chef de bureau indépendant	Brux	75 342 700 / 68251532 njimbera@gmail.com	
28	NINBARUKA Astère	IGEBU	chef de bureau indépendant	Brux	75 342 700 / 68251532 ninbaruka@gmail.com	
29	RUBANTISE Alex	IGEBU	chef de bureau indépendant	Brux	75 342 700 / 68251532 rubantise@gmail.com	

LISTE DES PARTICIPANTS A LA 2ème REUNION DE PRIORISATION TECHNO AGRI AVEC LES PARTIES PRENANTES DU PROJET TNA

BUJUMBURA, Le 29/04/2016 PACIFIC HOTEL

N°	Nom et Prénom	Institution Représentée	Fonction	Provenance	Tél et Email	Signature
1	NJANGARIRE Jeanine	MINAGRIE	Expert	Buj	njangarire@yahoofr	
2	NJANGAJENGO Jeanne	MINAGRIE	Expert	Buj	njangajengo@yahoofr	
3	NJEJIMANA Jeanine	MINAGRIE	Expert	Buj	njejeimana@yahoofr	
4	NINDA HUTSA André	MINAGRIE	Expert	Buj	nindahutsa@yahoofr	
5	NATISI Constant	MINAGRIE	Expert	Buj	natisi@yahoofr	
6	NJIMBERE M. Flora	MINAGRIE	Gedr.	Buj	njimberem@yahoofr	
7						
8						
9						
10						
	TOTAL					

LISTE DES PARTICIPANTS A L'ATELIER DE VALIDATION DU RAPPORT EBT EN ATTENUATION

BUJUMBURA, Le 18/05/2016 HOTEL LE CHANDELIER

N°	Nom et Prénom	Institution Représentée	Fonction	Provenance	Tél et Email	Signature
1	Grizange Sarge	MCIT	Directeur	Burundi	carpetingonyi@yahoo.fr 79 42 36 82	
2	Pelissier Alphonse	OBDE	Decc	Gitega	alphonse.pelissier@gmail.com 79 45 05 7	
3	MAYISI Constantino	PROTECTORA/Ministère de la Santé		Bujumbura	MAYISI Constantino@yahoo.fr 77 819 830	
4	CLIZA Fabien	PROTECTORA/Ministère de la Santé	Conseiller	Bujumbura	ciza_fabien@yahoo.fr 79 20 60 34	
5	KAMEGA Ferdinand	ISABU	Chercheur / Chef de projet	Murundi / Gitega	79 40 6 94 / fmgaga@yahoo.fr	
6	Bukuru Juliette	IGABU	Conseillère	Gitega	julbukuru@gmail.com 79 43 88 84	
7	MASHARABU Tatien	UB	Directeur de service / Responsable	BJM	tatien.masharabu@ub.gov.rw 79 4 87 60 5	
8	Adrien NAKESHIMANA	MEM	Directeur	Bujumbura	shakimashakim@yahoo.com 79 44 68	
9	NZIMBEZE Alio	MEM	Chargé de projet	Burundi	nyimbeze.alio@yahoo.fr 79 35 54	
10	DODIKO Prosper	MINAGRIE	Directeur	Gitega	79 86 85 dodiko.prosper@yahoo.fr	
11	NJETIMANA Jeanine	MINAGRIE	Conseillère	Bujumbura	79 99 04 76 njjetimana@yahoo.fr	

Bujumbura, le 8/06/2016, Hotel le Consulateur

12	Bwambura Ruvyirwa	MPP BP	Directeur	Buj	343 243 892 / 343 243 892
13	TABU Ruvyirwa	MPP BP	Directeur	Buj	343 243 892 / 343 243 892
14	NAUNZIMANA Jeanne Francine	BURAT	Directeur	BURAT	343 243 892 / 343 243 892
15	MUYIKU Ruvyirwa	MPP BP	Directeur	Buj	343 243 892 / 343 243 892
16	NDAREGABIRE Simon	MPP BP	Directeur	Buj	343 243 892 / 343 243 892
17	NIDONZIMA Boniface	MPP BP	Directeur	Buj	343 243 892 / 343 243 892
18	NDAMISIMIRE Ruvyirwa	MPP BP	Directeur	Buj	343 243 892 / 343 243 892
19	Junguho NIVUYI Ruvyirwa	MPP BP	Directeur	Buj	343 243 892 / 343 243 892
20	NYETIGABIRE Jeanne	MPP BP	Directeur	Buj	343 243 892 / 343 243 892
21	NINDANUSA Ruvyirwa	MPP BP	Directeur	Buj	343 243 892 / 343 243 892
22	NINDANUSA Ruvyirwa	MPP BP	Directeur	Buj	343 243 892 / 343 243 892
23	Samba Ruvyirwa	MPP BP	Directeur	Buj	343 243 892 / 343 243 892
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					
101					
102					
103					
104					
105					
106					
107					
108					
109					
110					
111					
112					
113					
114					
115					
116					
117					
118					
119					
120					
121					
122					
123					
124					
125					
126					
127					
128					
129					
130					
131					
132					
133					
134					
135					
136					
137					
138					
139					
140					
141					
142					
143					
144					
145					
146					
147					
148					
149					
150					
151					
152					
153					
154					
155					
156					
157					
158					
159					
160					
161					
162					
163					
164					
165					
166					
167					
168					
169					
170					
171					
172					
173					
174					
175					
176					
177					
178					
179					
180					
181					
182					
183					
184					
185					
186					
187					
188					
189					
190					
191					
192					
193					
194					
195					
196					
197					
198					
199					
200					
201					
202					
203					
204					
205					
206					
207					
208					
209					
210					
211					
212					
213					
214					
215					
216					
217					
218					
219					
220					
221					
222					
223					
224					
225					
226					
227					
228					
229					
230					
231					
232					
233					
234					
235					
236					
237					
238					
239					
240					
241					
242					
243					
244					
245					
246					
247					
248					
249					
250					
251					
252					
253					
254					
255					
256					
257					
258					
259					
260					
261					
262					
263					
264					
265					
266					
267					
268					
269					
270					
271					
272					
273					
274					
275					
276					
277					
278					
279					
280					
281					
282					
283					
284					
285					
286					
287					
288					
289					
290					
291					
292					
293					
294					
295					
296					
297					
298					
299					
300					
301					
302					
303					
304					
305					
306					
307					
308					
309					
310					
311					
312					
313					
314					
315					
316					
317					
318					
319					
320					
321					
322					
323					
324					
325					
326					
327					
328					
329					
330					
331					
332					
333					
334					
335					
336					
337					
338					
339					
340					
341					
342					
343					
344					
345					
346					
347					
348					
349					
350					
351					
352					
353					
354					
355					
356					
357					
358					
359					
360					

LISTE DES PARTICIPANTS A LA SEANCE DE RESTITUTION SUR L'ANALYSE DES BARRIERES ET LE CADRE FAVORABLE
PROJET EBT

BUJUMBURA, Le, 09/06/2016 PACIFIC HOTEL

N°	Nom et Prénom	Institution Représentée	Fonction	Provenance	Tel et Email	Signature
1	NAYISI Constantine	MINISTRE DE L'AGRICULTURE	Ministre	Bujumbura	078 51 60 00 / 078 51 60 01	
2	NIJIMBERE AIG	SEPRMU	Chargé de l'ENIG	Bujumbura	078 51 60 00 / 078 51 60 01	
3	NIJIMBERE Jeanine	MINAGRIE	Conseiller	Bujumbura	078 51 60 00 / 078 51 60 01	
4	NINDA MUTS A ALEX	IGOBU	Coordinateur	Gitega	078 51 60 00 / 078 51 60 01	
5	NIYISHIMYE Remède	PPW	Chargé de l'ENIG	Gitega	078 51 60 00 / 078 51 60 01	
6	NEENGAYENGE Jeanine	HELETV	Chargé de l'ENIG	Bujumbura	078 51 60 00 / 078 51 60 01	
7	Samba Fall	ENIG	Chargé de l'ENIG	Sosopé	078 51 60 00 / 078 51 60 01	
8	Nyimbere A. B. B. B.	IGOBU	Chargé de l'ENIG	Bujumbura	078 51 60 00 / 078 51 60 01	
9						
10						
	TOTAL					

LISTE DES PARTICIPANTS A LA 3ème REUNION DE PRIORISATION TECHNO AGRI ET EAU DU PROJET TNA

BUJUMBURA, Le 05/07/2016 PACIFIC HOTEL

N°	Nom et Prénom	Institution Représentée	Fonction	Provenance	Tél et Email	Signature
1	NDEJIMANA Jérôme	MINAGRE	Coordinateur	Paroisse	77/25-730777	
2	KOZEMBOYE Euphrasie	MINAGRE	Expert sol	Bujumbura	77/25-730777	
3	NINDAMUTSA AGRICA	ISCBU	Coordinateur	Gitega	77/25-730777	
4	UTURURUHAIRANYI Gérard	ISCBU	Expert Eau	Gitega	77/25-730777	
5	NAYILI Constant	MINAGRE	Coordinateur	Bujumbura	77/25-730777	
6	NAYIMBIRE N. Filomen	ISCBU	Coordinateur	Bujumbura	77/25-730777	
7						
TOTAL						