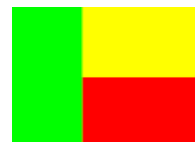




REPUBLIQUE DU BENIN



Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable

.....
Direction Générale de l'Environnement et du Climat
.....

**PROJET EBT-PAT : EVALUATION DES BESOINS EN TECHNOLOGIES-
ELABORATION DU PLAN D'ACTION TECHNOLOGIQUE**

RAPPORT SUR LES TECHNOLOGIES PRIORITAIRES D'ADAPTATION

Version finale

Juin 2020



Cette publication est un produit du projet "Evaluation des Besoins en Technologies", financé par le Fonds pour l'Environnement Mondial (en [anglais](#) Global Environment Facility, GEF) et mis en œuvre par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UNEP) et le centre UNEP DTU Partnership (UDP) en collaboration avec le centre régional ENDA Energie (Environnement et Développement du Tiers Monde - Energie). Les points de vue et opinions exprimés dans cette publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les vues du UNEP DTU Partnership, UNEP ou ENDA. Nous regrettons toute erreur ou omission que nous pouvons avoir commise de façon involontaire. Cette publication peut être reproduite, en totalité ou en partie, à des fins éducatives ou non lucratives sans autorisation préalable du détenteur de droits d'auteur, à condition que la source soit mentionnée. Cette publication ne peut être vendue ou utilisée pour aucun autre but commercial sans la permission écrite préalable du UNEP DTU Partnership.

Table des matières

| | |
|---|----|
| Liste des sigles et abréviations..... | 5 |
| Liste des tableaux..... | 8 |
| Liste des figures..... | 8 |
| Résumé exécutif | 9 |
| CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE | 14 |
| 1.1. A propos du projet EBT | 15 |
| 1.2. Politiques nationales existantes relatives à l'innovation technologique, à l'adaptation aux changements climatiques et aux priorités de développement..... | 16 |
| 1.3. Evaluations de la vulnérabilité dans le pays..... | 17 |
| 1.4. Sélection des secteurs..... | 19 |
| 1.4.1. Aperçu des changements climatiques futurs et de leurs impacts dans les secteurs vulnérables | 19 |
| 1.4.2. Processus et résultats de la sélection des secteurs | 21 |
| CHAPITRE 2 : ARRANGEMENT INSTITUTIONNEL POUR LE PROJET EBT ET L'IMPLICATION DES PARTIES PRENANTES | 21 |
| 2.1 Équipe nationale EBT | 21 |
| 2.1.1. Coordonnateur National du Projet (CNP)..... | 22 |
| 2.1.2. Consultants nationaux en charge des volets d'adaptation et d'atténuation | 22 |
| 2.1.3. Groupes de travail : atténuation et adaptation | 22 |
| 2.2. Processus d'engagement des parties prenantes dans le projet EBT – Évaluation globale..... | 22 |
| CHAPITRE 3 : PRIORISATION DES TECHNOLOGIES POUR LE SECTEUR DE L'AGRICULTURE | 25 |
| 3.1. Vulnérabilité aux changements climatiques et technologies existantes dans le secteur de l'agriculture..... | 25 |
| 3.1.1. Vulnérabilité du secteur de l'agriculture aux changements climatiques..... | 25 |
| 3.1.2. Technologies existantes dans le secteur de l'agriculture au Bénin..... | 27 |
| 3.2. Contexte de décision..... | 28 |
| 3.3. Aperçu des options technologiques en matière d'adaptation pour le secteur de l'agriculture et leurs principaux avantages en termes d'adaptation..... | 30 |
| 3.4. Liste des technologies d'adaptation identifiées dans le secteur de l'agriculture au titre de l'EBT | 31 |
| 3.5. Critères et processus de priorisation des technologies pour le secteur de l'agriculture | 31 |

| | |
|--|----|
| CHAPITRE 4 : PRIORISATION DES TECHNOLOGIES POUR LE SECTEUR DES RESSOURCES EN EAU | 42 |
| 4.1. Vulnérabilité aux changements climatiques et technologies existantes dans le secteur des ressources en eau | 42 |
| 4.1.1. Vulnérabilité du secteur des ressources en eau aux changements climatiques ... | 42 |
| 4.1.2. Technologies existantes dans le secteur des ressources en eau | 43 |
| 4.2. Contexte de décision..... | 43 |
| 4.3. Aperçu des options technologiques en matière d'adaptation pour le secteur des ressources en eau et leurs principaux avantages en termes d'Adaptation..... | 45 |
| 4.4. Liste des technologies d'adaptation identifiées dans le secteur des ressources en eau au titre de l'EBT | 46 |
| 4.5. Critères et processus de priorisation des technologies dans le secteur des ressources en eau | 46 |
| RESUME ET CONCLUSIONS | 57 |
| LISTE DES REFERENCES | 58 |
| ANNEXES..... | 61 |
| ANNEXE 1 : Equipe nationale de coordination du Projet EBT-PAT | 62 |
| ANNEXE 2 : Liste des parties prenantes inclusives en adaptation..... | 62 |
| ANNEXE 3 : Composition des groupes de travail sectoriel | 63 |
| ANNEXE 4 : Représentants des parties prenantes impliquées dans le processus EBT..... | 65 |
| Annexe 5 : Fiches technologiques pour les technologies sélectionnées pour le secteur de l'agriculture | 70 |

Liste des sigles et abréviations

| | |
|-----------|--|
| ABE : | Agence Béninoise pour l'Environnement |
| AIC : | Association Interprofessionnelle du Coton |
| ANAEPMR : | Agence Nationale d'Approvisionnement en Eau Potable en Milieu Rural |
| ANAPI : | Agence Nationale de la Propriété Intellectuelle |
| ANCB : | Association Nationale des Communes du Bénin |
| ANOPER : | Association Nationale des Organisations Professionnelles des Eleveurs de Ruminants |
| ATDA : | Agence Territoriale de Développement Agricole |
| | |
| BRS | Banque Régionale de Solidarité |
| C A : | Chambre d'Agriculture |
| CARDER : | Centre d'Action Régional pour le Développement Rural |
| CBRSI : | Centre Béninois de la Recherche Scientifique et l'Innovation |
| CCIB : | Chambre du Commerce et d'Industrie du Bénin |
| CCNUCC : | Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques |
| CDN : | Contribution Déterminée au niveau National |
| CEDEAO : | Communauté Economique des États de l'Afrique de l'Ouest |
| DE : | Direction de l'Elevage |
| DG-Eau : | Direction Générale de l'Eau |
| DGEC : | Direction Générale de l'Environnement et du Climat |
| DGEFC : | Direction Générale des Eaux, Forêts et Chasse |
| DGPD : | Direction Générale du Plan et du Développement |
| DICAF : | Direction du conseil agricole et de la formation opérationnelle |
| DNSP : | Direction Nationale de la Santé Publique |
| DPA : | Direction de la Production Animale |
| DPP : | Direction de la Programmation et de la Prospective |
| DPPC : | Direction de la Prévention et de la Protection Civile |
| DPV : | Direction de la Production Végétale |



| | |
|-----------------|--|
| DQIFE | Direction de la Qualité, des Innovations et de la Formation Entrepreneuriale |
| DDAEP : | Direction Départementale de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche |
| DTU : | Danish Technology University |
| EBT : | Evaluation des Besoins en Technologies |
| EDSB-IV : | quatrième Enquête Démographique et de Santé du Bénin |
| EPAC : | Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi |
| FECECAM | Fédération des Caisses d'Epargne et de Crédit Agricole |
| FMI : | Fonds Monétaire International |
| FNDA | Fonds National de Développement Agricole |
| FNM | Fonds National de la Microfinance |
| FSA : | Faculté des Sciences Agronomiques |
| IDID ONG : | Initiative pour un Développement Intégré Durable |
| IITA : | Institut International d'Agriculture Tropicale |
| INDC : | Intended National Determined Contributions |
| INE : | Institut National de l'Eau |
| INRAB : | Institut National des Recherches Agricoles du Bénin |
| INRHOB : | Institut National des Recherches Halieutiques et Océanographique du Bénin |
| INSAE : | Institut National de la Statistique et l'Analyse Economique |
| LHA : | Laboratoire d'Hydrologie Appliquée |
| LSTE : | Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Eau |
| MAEP : | Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche |
| MCVDD : | Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable |
| MEM : | Ministère de l'Eau et des Mines |
| MESRS : | Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique |
| METEO BENIN : | Agence Nationale de la Météorologie |
| MIT : | Ministère des Infrastructures et des Transports |
| MPD : | Ministère du Plan et du Développement |
| ODD : | Objectifs de Développement Durable |
| OMD : | Objectifs du Millénaire pour le Développement |
| PAG 2016-2021 : | Programme d'Actions du Gouvernement 2016-2021 |
| PAT : | Plan d'Action Technologique |

| | |
|----------------|--|
| PIB : | Produit Intérieur Brut |
| PND : | Plan National de Développement 2018-2025 |
| PNE : | Partenariat National de l'Eau |
| PAPDFGC : | Projet d'Appui à la Préservation et au Développement des Forêts Galeries et production de Cartographie de base numérique |
| PNUD : | Programme des Nations Unies pour le Développement |
| PNUE : | Programme des Nations Unies pour l'Environnement |
| PRBA : | Premier Rapport Biennal Actualisé du Bénin à la Convention-Cadre des Nations Unies les changements climatiques |
| SCRP : | Stratégie de Croissance pour la Réduction de la Pauvreté |
| SDAGE : | Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux |
| SE4ALL-Bénin : | Initiative Énergie Durable pour Tous au Bénin |
| SNRA | système national de recherche agricole |
| SONEB : | Société Nationale des Eaux du Bénin |
| TBS : | Taux Brut de Scolarisation |
| TCN : | Troisième Communication Nationale du Bénin à la Convention-Cadre des Nations Unies les changements climatiques |
| UA : | Union Africaine |
| UAC : | Université d'Abomey-Calavi |
| UEMOA : | Union Economique et Monétaire Ouest-Africaine |
| UNA : | Université Nationale d'Agriculture |
| UTCATF : | Utilisation des Terres Changement d'Affectation des Terres et Foresterie |
| ZAE : | Zone agro écologique |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Technologies en matière d'adaptation et leurs principaux avantages pour le secteur de l'agriculture..... | 30 |
| Tableau 2 : Grille de notation des technologies..... | 32 |
| Tableau 3 : Notation des technologies pour le secteur de l'agriculture | 34 |
| Tableau 4 : Pondération des notations des technologies pour le secteur de l'agriculture (1 ^{ère} pondération) | 35 |
| Tableau 5 : Pondération des notations des technologies pour le secteur de l'agriculture (2 ^e pondération) | 38 |
| Tableau 6 : Pondération des notations des technologies pour le secteur de l'agriculture (3 ^e pondération) | 39 |
| Tableau 7 : Pondération des notations des technologies pour le secteur de l'agriculture (4 ^e pondération) | 38 |
| Tableau 8 : Technologies en matière d'adaptation et leurs principaux avantages pour le secteur des ressources en eau | 45 |
| Tableau 9 : Notation des technologies pour le secteur des ressources en eau | 47 |
| Tableau 10 : Pondération des notations des technologies pour le secteur des ressources en eau (1 ^{ère} pondération) | 48 |
| Tableau 11 : Pondération des notations des technologies pour le secteur des ressources en eau (2 ^e pondération) | 52 |
| Tableau 12 : Pondération des notations des technologies pour le secteur des ressources en eau (3 ^e pondération) | 53 |
| Tableau 13 : Pondération des notations des technologies pour le secteur des ressources en eau (4 ^e pondération) | 55 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Zones agro-écologiques du Bénin | 21 |
| Figure 2 : Organigramme de l'équipe Adaptation du Projet EBT-PAT | 24 |

Résumé exécutif

1. Introduction

Dans le cadre de la mise en œuvre de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (ONU-Environnement) et le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) ont initié un cycle d'Evaluation des Besoins en Technologies (EBT) en faveur des pays en développement. La finalité est de permettre à ces pays d'identifier et d'analyser leurs besoins technologiques prioritaires pouvant servir de base à un portefeuille de projets et de programmes technologiques respectueux de l'environnement et faciliter le transfert de technologies vertes pour l'adaptation et l'atténuation. Le support de l'initiative est le Projet d'Evaluation des Besoins en Technologies et élaboration du Plan d'action Technologique (EBT-PAT).

La République du Bénin s'est engagée dans la phase III de ce projet. Il s'agit, à l'instar d'autres Etats Parties impliqués dans le processus EBT, d'identifier dans les secteurs de l'agriculture et des ressources en eau, (i) les technologies prioritaires à même de concourir à la réduction de la vulnérabilité aux changements climatiques ou à l'augmentation de la résilience, (ii) les principales barrières à leur adoption et (iii) les projets et programmes permettant de les mettre en œuvre.

2. Bref historique du projet EBT

Le processus d'Evaluation des Besoins en Technologies (EBT) est issu du Programme Stratégique de Poznan sur le Transfert des Technologies, mis en place lors de la quatorzième session de la Conférence des Parties (COP 14) et couvre trois volets de financement : les Evaluations des Besoins en Technologie (EBT) ; le pilotage de projets technologiques prioritaires et la diffusion des technologies éprouvées. Son but est d'augmenter de façon significative les investissements dans le domaine du transfert de technologies et de permettre ainsi aux pays en développement de répondre à leurs besoins en technologies climatiques.

L'Accord de Paris adopté en 2015 par Décision 1/CP 21 de la Conférence des Parties (COP21) a suggéré en son article 10 de créer un cadre technologique, approuvé plus tard par la COP 24. Ce Cadre de Technologie a mis plus d'accent sur les Evaluations des Besoins Technologiques et leur rôle dans la promotion ainsi que sur la facilitation des actions renforcées sur le développement et le transfert de technologies.

Les ateliers organisés à Cotonou en 2018 dans le cadre de la préparation du projet EBT-PAT se sont penchés sur l'identification des secteurs à prendre en compte au titre du volet « Adaptation aux changements climatiques » et pour le volet de l'atténuation des changements climatiques.

3. Evaluation de la vulnérabilité dans le pays

Au titre de ce rapport, l'évaluation de la vulnérabilité du Bénin aux changements climatiques s'est fondée sur les résultats d'études ou d'évaluations conduites notamment dans le cadre des deuxièmes et troisièmes communications nationales du



Bénin sur les changements climatiques (MEHU, 2011 ; MCVDD, 2019) et des programmes ou projets de développement visant des objectifs d'adaptation.

Les risques climatiques majeurs actuels qui impactent les modes et moyens d'existence au niveau des secteurs particulièrement vulnérables (Agriculture, Ressources en eau, Littoral, etc.) comprennent les inondations, la sécheresse, les pluies tardives et violentes, les vents violents, la chaleur excessive et l'élévation du niveau de la mer. Les impacts observés au cours des trois dernières décennies sont, entre autres, la baisse des rendements agricoles, la perturbation des calendriers agricoles, la baisse des niveaux d'eau dans les barrages d'approvisionnement en eau potable imputable à l'augmentation de l'évaporation l'ordre de 3 à 4% à l'échelle annuel (Houngue et al. 2019), la prolongation de la période d'étiage (1 à 3 mois), la submersion des berges, etc.

Pour l'évaluation de la vulnérabilité future, les scénarios climatiques utilisés sont les scénarios de référence RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5 du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC). Les modèles de projection climatique sont les modèles CSIRO et CCCMA déjà exploités dans un passé récent dans le cadre d'études de vulnérabilité et d'adaptation aux changements climatiques dans plusieurs pays africains dont le Bénin. Ils ont permis d'extraire les données nationales de précipitations et de températures à partir des paquets numériques de projection proposés par le Programme de Recherche sur les Changements Climatiques, l'Agriculture et la Sécurité alimentaire (CCAFS) du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGIAR).

Les projections de précipitations annuelles réalisées à différents horizons temporels (2030, 2050, etc.) font apparaître des évolutions à la baisse ou à la hausse selon le modèle, mais les traits dominants restent les variations négatives (MCVDD, 2019).

En ce qui concerne les températures (moyennes, minimales et maximales), les projections révèlent dans l'ensemble une tendance au réchauffement aux horizons 2030 et 2050.

Quant aux impacts potentiels, ils comprennent, entre autres, une élévation continue du niveau de la mer pouvant atteindre environ 0,81m à l'horizon 2100, avec pour effets directs des inondations côtières et l'intrusion d'eaux salines dans les cours et nappes d'eau. Ce qui pourrait affecter les établissements humains, la santé, les activités de pêche (MEHU, 2011). On pourrait s'attendre également à une diminution probable des écoulements des eaux de surface à l'horizon 2050 sur l'ensemble du bassin du fleuve Ouémé dans un scénario de diminution des pluies dans le Nord du pays et un décalage des périodes de crue dans la portion béninoise du bassin du Niger, consécutif à une baisse sensible du régime pluviométrique à l'échelle saisonnière (MEHU, 2011), et une baisse des rendements du maïs dans certaines zones agro-écologiques (MCVDD,2019).

4. Impacts des changements climatiques futurs dans les secteurs sélectionnés

Les secteurs considérés dans la présente étude sont l'agriculture et les ressources en eau. Ils ont été sélectionnés sur la base des critères suivants : (i) Vulnérabilité aux changements climatiques, (ii) Capacité d'adaptation, (iii) Priorité nationale et (iv) Importance socio-économique. Les résultats de l'évaluation de l'adaptation aux changements climatiques, conduite au titre de la Troisième Communication Nationale du Bénin sur les changements climatiques, montrent que les deux secteurs sélectionnés comptent parmi les secteurs particulièrement vulnérables.

Pour le secteur de l'agriculture, à propos de la production végétale, les impacts potentiels sont, entre autres, une baisse de rendements de l'ordre de 21,6 % et 28,8 % respectivement aux horizons 2030 et 2050 pour la variété de maïs SYN (75 jours) ; une baisse de rendements de 16,7 % en 2030 et 8,9 % en 2050 pour la variété de maïs EVDT (90 jours) ; une baisse de rendements du niébé de l'ordre de 26,7 % en 2030 et de 26,1 % à l'horizon 2050, et une baisse de rendements du coton de l'ordre de 0,9 % en 2030 et 6,3 % en 2050. Dans le sous-secteur de la production animale, les impacts potentiels portent sur l'accroissement de la prévalence des maladies, notamment la fièvre aphteuse, la peste des petits ruminants, la dermatose nodulaire et la propagation des tiques du genre *Rhipicephalus Boophilus microplus* ; une perte drastique de bétails, un taux élevé de mortalité des poissons et une perte des habitats écologiques des espèces halieutiques.

Pour le secteur des ressources en eau, l'évaluation des impacts potentiels révèle entre autres : l'affectation des lacs et des réservoirs d'eau pouvant occasionner à l'horizon 2050 dans certaines régions la réduction de 20 à 35% de la superficie des petits lacs, notamment dans la commune de Ouinhi (Yabi *et al.* (2019), l'accroissement du stress hydrique : les estimations dans le PANGIRE à l'horizon 2025 situent le taux de prélèvement des eaux superficielles à 30%, soit 10 points au-delà du niveau de stress hydrique fixé à 20% (MERPMEDER, 2011), l'accroissement potentiel des conflits d'usage découlant de l'amenuisement de la disponibilité de la ressource, notamment les conflits amont/aval, rive droite/rive gauche, agriculteurs/éleveurs, et même entre usagers au sein d'un même domaine d'usage comme les irrigants (MEE, 2008), et la baisse des niveaux piézométriques pouvant atteindre 9% au moins à l'horizon 2025 au niveau du bassin de l'Ouémé. (MEHU, 2011)

5. Arrangement institutionnel et implication des parties prenantes

5.1. Équipe nationale EBT

Au Bénin, le projet EBT est conduit sous l'égide du Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable (MCVDD) en partenariat avec d'autres ministères concernés, en l'occurrence les ministères en charge de l'Agriculture, de l'Eau et de l'Energie. La Direction Générale de l'Environnement et du Climat (DGEC) relevant du MCVDD assure la coordination du projet à travers un coordonnateur dûment nommé agissant en qualité de point focal EBT.

L'Equipe nationale du projet se compose comme suit (annexe 1) :

- Un Coordonnateur National du projet ;
- Les Consultants nationaux en charge des volets d'adaptation et d'atténuation ;
- Les deux groupes de travail : atténuation et adaptation ;

5.2. Processus d'engagement des parties prenantes dans le projet EBT – Évaluation globale

La définition et le rôle des parties prenantes ont été clairement spécifiés, suite à l'identification des parties prenantes à divers niveaux en mai 2018 (structures techniques, institutions de recherche, universités, secteur privé, etc.). L'atelier de lancement du projet EBT-PAT s'est tenu le 9 août 2019 à Cotonou. Il a permis d'arrêter la liste des parties prenantes inclusives en adaptation.

Au regard des attributions des structures ou institutions représentées, la liste des parties prenantes clés a été arrêtée (Cf. annexe 2).

Les attributions et les missions de chaque partie prenante clé ont été déterminées en fonction de son rôle régalién. Il a été organisé par la suite plusieurs séances de travail regroupant les directions techniques, personnes ressources, consultants et coordonnateur EBT dans le cadre des activités de sélection et de priorisation des technologies d'adaptation dans les deux (2) secteurs considérés. D'autres rencontres ont permis, sous la supervision du Coordonnateur EBT et des consultants, de finaliser le processus de priorisation des technologies.

6. Priorisation des technologies

6.1. Processus de priorisation

Dans chacun des deux secteurs sélectionnés, le contexte de la décision, les orientations impulsées par les stratégies et les politiques nationales et sectorielles de développement, et l'examen des technologies endogènes ou promues par les centres de recherche et les ONG, ont permis d'établir la liste exhaustive des technologies existantes.

Les parties prenantes ont été guidées par quatre (4) principes de base pour identifier les technologies prioritaires : (i) la cohérence avec les stratégies de développement sectoriel, (ii) l'éligibilité pour l'adaptation ou capacité de réponse aux besoins d'adaptation, (iii) l'acceptabilité économique et sociale, (iv) l'efficacité et durabilité.

Les critères de priorisation des technologies sont organisés en deux catégories : une catégorie des coûts et une catégorie des bénéfiques ou avantages. Les bénéfiques sont déclinés en cinq sous-catégories couvrant les critères économiques, sociaux, environnementaux, liés au climat et liés à la technologie. Au total, huit (8) critères de priorisation ont été identifiés : 1. Coût d'investissement, 2. Coût de maintenance, 3. Performance économique, 4. Génération de revenus, 5. Sécurité alimentaire, 6. Réduction de la dégradation des terres, 7. Réduction de la vulnérabilité, 8. Adoption de la technologie.

Le processus de priorisation proprement dit a été conduit selon les étapes suivantes :

- a)** Notation des critères de la catégorie des bénéfiques sur une échelle de 1 à 100 ;
- b)** Normalisation des coûts d'investissement et de maintenance des technologies par interpolation linéaire pour les situer sur la même échelle de 1 à 100 ;
- c)** Elaboration du tableau de notation des technologies en fonction des critères (sur l'échelle commune de 1 à 100 et classement des technologies sur la base de la note totale de chaque technologie (AMC1) ;
- d)** Attribution de poids spécifiques aux critères et établissement de trois tableaux des notes pondérées (et de nouveaux classements des technologies) ;
- e)** Analyse des résultats ;
- f)** Analyse de la sensibilité du classement sur la base de nouvelles attributions de poids à deux critères, tenant compte des orientations stratégiques du pays.

6.2. Technologies priorisées

En définitive, les trois (3) premières technologies prioritaires qui émergent du processus de priorisation se présentent par secteur comme suit :

Secteur de l'agriculture :

- 1- Mise au point et vulgarisation des itinéraires techniques adaptés aux nouvelles contraintes climatiques dans la zone agro écologique 5 ;*
- 2- Paillage (mulching) ;*

3- *Gestion intégrée de l'agriculture et de l'élevage de type agropastoralisme.*

Secteur des ressources en eau :

- 1- *Gestion intégrée des bas-fonds rizicoles ;*
- 2- *Aménagement des petits bassins versants pour l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle au profit des populations vulnérables ;*
- 3- *Forage à buts multiples.*

Les fiches technologiques élaborées pour les deux (2) secteurs concernés sont présentées à l'annexe 5.

CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE

Les questions technologiques revêtent une importance capitale dans le processus de mise en œuvre de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements climatiques (CCNUCC) adoptée par la communauté internationale en 1992 et de l'Accord de Paris conclu en 2015. En effet, le transfert des technologies est inscrit dans la CCNUCC comme une des stratégies majeures pour parvenir à un développement global sobre en carbone et à une adaptation rapide et appropriée dans les pays en développement notamment. L'Accord de Paris incite à donner effet à la mise au point et au transfert de technologies de façon à accroître la résilience aux changements climatiques et à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Il convient de préciser que l'Evaluation des Besoins en Technologies (EBT) se réfère essentiellement aux dispositions de l'article 4.5 de la CCNUCC, de l'article 10c du protocole de Kyoto et des articles 6, 10 et 11 de l'Accords de Paris. Ces trois (3) instruments juridiques internationaux ont été ratifiés par le Bénin respectivement en juin 1994, en février 2002 et octobre 2016.

Au regard de ces considérations, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) ont initié un cycle d'Evaluation des Besoins en Technologie (EBT) en faveur des pays en développement afin de leur permettre d'identifier et d'analyser leurs besoins technologiques prioritaires pouvant servir de base à un portefeuille de projets et de programmes technologiques respectueux de l'environnement et faciliter le transfert de technologies vertes pour l'adaptation et l'atténuation. Le projet EBT est participatif et inclusif, piloté par le pays et mis en œuvre par les ministères sectoriels.

Le plan de travail biennal soumis par la République du Bénin engagée dans la mise en œuvre de la phase III du projet relatif à l'Evaluation des Besoins en Technologie et à l'élaboration du Plan d'action Technologique (EBT-PAT), initié par l'ONU-Environnement (PNUE) en coopération avec le Partenariat PNUE DTU et le Centre Régional pour support technique, prévoit au titre de l'**Activité 1.2.1** l'élaboration d'un **rapport sur les technologies prioritaires d'adaptation** aux changements climatiques. L'objectif global visé par ce projet est d'aider les Etats Parties en développement à identifier et à analyser leurs besoins technologiques prioritaires qui peuvent servir de base à un portefeuille de projets et de programmes technologiques respectueux de l'environnement et faciliter le transfert de technologies vertes pour l'adaptation et l'atténuation. Il s'agit en fait d'explorer à partir de la littérature scientifique existante, des rapports d'activité des projets exécutés (PANA1 notamment), des consultations avec les entités parties prenantes (structures publiques, secteur privé, ONG, etc.) et au regard des bonnes pratiques acquises par les populations à la base, des technologies concourant ou à même de concourir à la réduction de la vulnérabilité aux changements climatiques ou à l'augmentation de la résilience vis-à-vis du phénomène aux fins de leur identification et de leur priorisation dans deux secteurs ciblés, à savoir: l'agriculture et les ressources en eau.

Le présent rapport portant sur les technologies prioritaires, s'inscrit dans le cadre de la phase III du projet d'Evaluation des Besoins en Technologie-élaboration du Plan d'Action technologique (EBT-PAT), impliquant 23 pays en développement Parties à la



Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements climatiques, dont la République du Bénin. Il s'articule autour des principaux points ci-après :

- Bref historique du projet EBT ;
- Politiques nationales existantes relatives à l'innovation technologique, à l'adaptation au changement climatique et aux priorités de développement ;
- Méthodologie générale ;
- Choix des Secteurs ;
- Sélection de technologies d'adaptation pour le secteur de l'agriculture ;
- Sélection de technologies d'adaptation pour le secteur des ressources en eau.

1.1. A propos du projet EBT

Le transfert de technologies et de savoir-faire écologiquement rationnel ont focalisé l'attention de l'opinion internationale lors du Sommet de la planète terre tenu à Rio Janeiro en 1992 et continu d'être une préoccupation majeure dans le processus de mise en œuvre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. En effet, inscrites dans l'Agenda 21 et dans les articles 4.3, 4.5 et 4.7 de la Convention CCNUCC, cette thématique fait l'objet de débat ou de négociation à chaque session de la conférence des Parties à la Convention. Le processus de l'Evaluation des Besoins en Technologie (EBT) est issu du Programme Stratégique de Poznan sur le Transfert des Technologies, mis en place lors de la quatorzième session de la Conférence des Parties (COP 14) et couvre trois volets de financement : les évaluations des besoins technologiques (EBT) ; le pilotage de projets technologiques prioritaires et la diffusion des technologies éprouvées. Son but est de parvenir à augmenter de façon notable les investissements dans le domaine du transfert de technologie et de permettre ainsi aux pays en développement de répondre à leurs besoins en technologies climatiques.

L'Accord de Paris adopté lors de la 21^{ème} session de la Conférence des Parties (COP 21) en 2015 a mis en lumière l'importance de la technologie dans la réalisation d'actions d'atténuation et d'adaptation. La Décision 1/CP 21 de l'Accord de Paris (COP21) à travers l'Article 10 suggère de créer un cadre technologique. La COP 24 approuve la création de ce Cadre Technologique pour guider le Mécanisme technologique. Le Cadre de Technologie a mis plus d'accent sur les Evaluations des Besoins Technologiques (EBT) et leur rôle dans la promotion ainsi que sur la facilitation des actions renforcées sur le développement et transfert de technologie. Ces évaluations comprendront une analyse approfondie et une hiérarchisation des technologies, une analyse des obstacles potentiels au transfert de technologies prioritaires, et l'élaboration du-Plan d'Action Technologique (PAT) convenus par toutes les parties prenantes au niveau national. Principal outil pour préparer le plan de mise en œuvre de CDN, il offre l'occasion de cerner le lien entre CDN et EBT.

Après la réussite de la première phase du projet « EBT » couvrant 36 pays et la deuxième phase 26 pays, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) ont initié une troisième phase d'Evaluation des Besoins en Technologies (EBT), impliquant 23 pays en développement Parties à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, dont la République du Bénin.

Les ateliers organisés à Cotonou au cours des mois de juillet et septembre 2018 dans le cadre de la préparation du projet EBT se sont penchés sur l'identification des secteurs et sous-secteurs à prendre en compte au titre du volet « Adaptation aux changements climatiques » et pour le compte de l'atténuation des changements climatiques.

1.2. Politiques nationales existantes relatives à l'innovation technologique, à l'adaptation aux changements climatiques et aux priorités de développement

Sur les questions technologiques proprement dites, la vision de base du développement du Bénin portée par le document de perspectives à long terme ALAFIA 2025 élaborée à la fin des années 90 dans la perspective d'un développement à long terme a défini le cadre. Il s'agit de faire développer la capacité de la nation béninoise à mettre en œuvre le scénario « Alafia » c'est-à-dire, à réaliser la vision Bénin-2025 de faire du Bénin, à l'horizon 2025 « *un pays-phare, bien gouverné, uni et de paix, à économie prospère et compétitive, de rayonnement culturel et de bien-être social* ».

Pour la mise en œuvre de la vision, un document national intitulé « Stratégie d'opérationnalisation et déclinaison en plans d'investissements sectoriels de la vision Bénin 2025. « Agenda vers une économie émergente » a été élaboré en décembre 2008. Sept (7) pôles technologiques allant du Pôle agropastoral au Pôle touristique régional en passant par le Pôle agroalimentaire ont été identifiés. Les pôles technologiques représentent le réceptacle des entreprises et des institutions œuvrant à la diffusion des technologies et connaissances dans un métier ou secteur donné.

En outre, il faut noter que le Programme d'Actions du Gouvernement 2016-2021 et le Schéma National d'Aménagement du Territoire : Agenda Spatial du Bénin (MCVDD, 2017) ont consacré l'opérationnalisation des pôles technologiques avec la création de six pôles régionaux de développement économique et de sept Pôles de Développement Agricole (PDA) qui couvrent tout le territoire national.

En matière de capacités technologiques nationales, il convient d'observer que dans le Schéma National d'Aménagement du Territoire (MCVDD, 2017), l'opérationnalisation de l'Orientation Stratégique 6 intitulée « Promouvoir la gestion durable des ressources environnementales » est prévue pour se faire à travers les quatre composantes suivantes :

- assurer la mise en œuvre et le suivi des actions d'adaptation aux changements climatiques ;
- assurer la gestion intégrée des ressources en eau ;
- promouvoir une gestion durable des ressources minières ;
- assurer une gestion durable des ressources forestières.

En ce qui concerne les **politiques nationales existantes en rapport d'adaptation** aux changements climatiques, il convient tout d'abord de mentionner depuis le début des années 2000, le Bénin s'est doté de plusieurs documents de planification nationale articulant les perspectives à moyen et long termes ainsi que les mécanismes de leur opérationnalisation. Le socle de ces initiatives est constitué des orientations définies dans les Etudes Nationales de Perspectives à Long Terme - Bénin Alafia 2025 et dans les politiques et programmes du gouvernement tenant compte des engagements internationaux auxquels le Bénin a souscrit, dont les recommandations de l'Accord de Paris (COP21). Actuellement, la mise en œuvre de la Vision Bénin Alafia 2025, des Objectifs de Développement Durable (ODD) et des aspirations de l'Agenda 2063 de l'Union Africaine repose sur les principaux outils de planification, à savoir le Programme

d'Actions (PAG 2016-2021), le Plan National de Développement (PND) 2018-2025 et le Programme de Croissance pour le Développement Durable (PC2D) 2018-2021. Ces différents documents de planification placent le développement durable au cœur de l'action publique.

Plus spécifiquement, le cadre politique général de gestion de l'environnement et des changements climatiques en l'occurrence le volet adaptation au Bénin repose sur les documents ci-dessous indiqués :

- le Plan d'Action Environnementale (PAE) ;
- la Stratégie Nationale de Mise en Œuvre de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (SNMO – CCNUCC) ;
- la Stratégie Nationale de Lutte contre la Pollution Atmosphérique ;
- la Stratégie de développement à faible intensité de carbone et résilient aux changements climatiques (2016-2025);
- la Contribution Déterminée au niveau National (CDN du Bénin).

S'agissant des priorités nationales de développement, le Rapport des consultations nationales sur les priorités de développement de l'après-2015 élaboré à la demande de l'Assemblée générale des Nations Unies au titre des progrès accomplis en matière des OMD, a fait apparaître dix (10) priorités pour le développement. Il s'agit de (MDAEP et PNUD, 2013) : (1) l'accès à un meilleur système de santé ; (2) l'accès à une bonne éducation ; (3) l'accès à l'eau potable; (4) la promotion de la bonne gouvernance ; (5) la sécurité alimentaire et nutritionnelle à travers l'accès à une alimentation saine, nutritive et à un prix abordable ; (6) l'accès à de bonnes infrastructures de transport, d'énergie, d'eau et d'assainissement ; (7) l'accès équitable à des opportunités d'emplois décent ; (8) la protection contre le crime et la violence ; (9) la lutte contre les changements climatiques et enfin (10) les libertés politiques.

Au regard des engagements du Bénin vis-à-vis de la CCNUCC, notamment à travers l'article 4, et de sa CDN au titre de l'Accord de Paris, **les priorités liées à l'adaptation, thématique du présent rapport** se présentent comme suit :

- Développement des connaissances, valeurs et compétences pratiques en matière d'adaptation aux changements climatiques ;
- Promotion de transfert de technologie et de savoir-faire nécessaire en matière d'adaptation aux changements climatiques ;
- Promotion de systèmes de production résilients aux changements climatiques ;
- Promotion de la recherche scientifique, technique et technologique en matière d'adaptation aux changements climatiques.

Au regard de son appartenance aux groupes des Pays les Moins Avancés (PMA), de son contexte environnemental et de ses objectifs de développement, l'adaptation demeure pour la République du Bénin la priorité en matière de réponse aux changements climatiques quoiqu'elle adhère inconditionnellement à l'effort mondial, orienté vers la stratégie d'atténuation.

1.3. Evaluations de la vulnérabilité dans le pays

L'évaluation de la vulnérabilité du Bénin aux changements climatiques au titre du présent rapport s'est fondée sur les résultats d'études ou d'évaluations conduites notamment dans le cadre des communications nationales sur les changements climatiques et des programmes ou projets de développement visant des objectifs d'adaptation.

En matière de vulnérabilité actuelle, les risques climatiques majeurs qui impactent les modes et moyens d'existence au niveau des secteurs particulièrement vulnérables (Agriculture, Ressources en eau, Littoral, etc.) comprennent :

- les inondations, la sécheresse et les pluies tardives et violentes ;
- les vents violents et la chaleur excessive, deux autres risques climatiques pouvant prendre une grande importance dans certaines localités, dans certaines situations ;
- l'élévation du niveau de la mer, ayant une faible emprise géographique, mais capable de grands impacts économiques et sociaux.

Les manifestations de ces risques climatiques ont engendré au cours des trois dernières décennies de nombreux impacts, au nombre desquels il faut noter la baisse des rendements agricoles, la perturbation des calendriers agricoles, la baisse des niveaux d'eau dans les barrages d'approvisionnement en eau potable imputable à l'augmentation de l'évaporation de l'ordre de 3 à 4% à l'échelle annuel (Houngue *et al.* 2019), la prolongation de la période d'étiage (1 à 3 mois), la submersion des berges, etc. Les niveaux de vulnérabilité au plan national, sont en général moyens et parfois élevés.

S'agissant de la vulnérabilité future, les risques climatiques auxquels pourraient s'exposer les systèmes naturels et humains s'inscrivent dans un scénario de persistance ou d'accentuation des risques actuellement observés et sont fonction des zones géographiques et secteurs considérés.

L'analyse des projections climatiques dans le cadre de la TCN (MCVDD, 2019) fait ressortir que sous les différents scénarios climatiques de référence considérés (RCP8.5, RCP4.5 et RCP2.6) pour les différentes unités d'exposition physique considérées, les hauteurs annuelles des précipitations projetées aux horizons 2030, 2050 et 2070, accusent globalement une tendance à la baisse à l'horizon 2050 et une tendance à la hausse à l'horizon 2070, sauf sous RCP4.5 où l'on note une situation contraire. Aux pas de temps mensuels, l'on pourrait s'attendre pour certains mois caractéristiques de l'année (Mai, Juin, Août et Octobre notamment) à une situation variable caractérisée essentiellement par une augmentation de la pluviosité moyenne à l'horizon 2030, une baisse à l'horizon 2050 et une augmentation à l'horizon 2070.

En ce qui concerne les températures, la situation se dessine vers une tendance au réchauffement aux horizons 2030 et 2050.

A propos des impacts potentiels, les projections indiquent entre autres :

- une élévation continue du niveau de la mer pouvant atteindre environ 0,81m à l'horizon 2100 avec pour effets directs des inondations côtières et l'intrusion d'eaux salines dans les cours et nappes d'eau. Ce qui pourrait affecter les établissements humains, la santé, les activités de pêche ;
- une diminution probable des écoulements des eaux de surface à l'horizon 2050 sur l'ensemble du bassin du fleuve Ouémé dans un scénario de diminution de pluies dans le nord du pays ;
- un décalage des périodes de crue dans la portion béninoise du bassin du Niger, consécutif à une baisse sensible du régime pluviométrique à l'échelle saisonnière ;
- une baisse des rendements du maïs de variété de maïs SYN (75 jours) de l'ordre de 21,6 % et de 28,8 % respectivement aux horizons 2030 et 2050 et du niébé (ordre de 26 %)
- une profonde perturbation de la physiologie du gros bétail, notamment au niveau de la production du lait et de la viande, et de nombreux problèmes pathologiques à

l'horizon 2025, en particulier si la hausse de température est couplée avec les variations d'humidité et de pluviométrie

- la réduction de l'aire de répartition des habitats favorables à la culture et à la conservation des fruitiers autochtones dans les systèmes agro-forestiers traditionnels à l'horizon 2050.
- une baisse de la productivité des ressources halieutiques pouvant induire la diminution des prises et la raréfaction des denrées halieutiques au plan national.

1.4. Sélection des secteurs

1.4.1. Aperçu des changements climatiques futurs et de leurs impacts dans les secteurs vulnérables

a) Aperçu des changements climatiques futurs

L'analyse des projections climatiques réalisées au titre de la TCN sous les nouveaux scénarios climatiques de référence RCPs du GIEC et au moyen des modèles CSIRO et CCCMA pour les huit (8) zones agro écologiques du pays, révèle sous le scénario le plus pessimiste RCP8.5 à l'horizon 2050, une baisse des précipitations annuelles (- 4 à -18%). A l'horizon 2070, les projections affichent pour les deux modèles des variations pluviométriques en général faibles. Sous le scénario moyen RCP4.5 à l'horizon 2050, CSIRO fait apparaître des variations positives (+6 à +10%) pour les zones agro écologique 1 à 4 et des variations négatives pour les zones agro écologiques 5 à 8 (-6 à -10 %), et CCCMA montre une tendance positive pour l'ensemble des huit (8) zones agro écologiques (variation de +8 à + 15%). A l'horizon 2070, CSIRO accuse une baisse des précipitations et une hausse, respectivement au niveau des quatre (4) premières zones agro écologiques (-5 à -9%) et pour les quatre (4) autres (+6 à + 13%). Le second modèle (CCCMA) indique pour l'ensemble des zones agro écologiques une tendance négative (variations de l'ordre de -8 à -19%).

En ce qui concerne le scénario optimiste RCP2.6, les projections révèlent des variations quasi nulles à faiblement négatives – 2 à – 6% aux horizons 2050 et 2070. Les projections des températures **annuelles** (moyennes, minimales et maximales) au divers horizons, font état d'une tendance au réchauffement, avec des écarts à la normale se situant dans la fourchette de 0,8 - 2,3°C.

A l'échelle mensuelle, CSIRO fait état d'une situation variable caractérisée essentiellement par une augmentation de la pluviosité moyenne à l'horizon 2030, une baisse à l'horizon 2050 et une augmentation à l'horizon 2070 pour certains mois caractéristiques comme Mai, Juin, Août et Octobre. Le second modèle à savoir CCCMA, pour l'horizon 2030 ne s'accorde pas avec CSIRO pour les projections des mois de Juin, d'Août et d'Octobre et à l'horizon 2050 pour celles de Mai, Septembre et Octobre. S'agissant des températures, les valeurs moyennes accusent globalement une hausse aux différents horizons temporels (ordre de 1 à 2 °C).

b) Impacts des changements climatiques futurs dans les secteurs vulnérables

Au regard des résultats des évaluations conduites au titre de la Troisième Communication Nationale du Bénin aux changements climatiques (MCVDD, 2019), les secteurs de l'agriculture, des ressources en eau, du tourisme, du littoral et de la santé se sont révélés particulièrement vulnérables. Pour les besoins du présent rapport, les deux (2) secteurs retenus pour le compte de l'adaptation sont considérés.

○ Secteur de l'agriculture

Au nombre de ces impacts potentiels évalués dans ce secteur, il faut noter entre autres :

✓ Pour la production végétale :

- une baisse de rendements de l'ordre de 21,6 % et de 28,8 % respectivement aux horizons 2030 et 2050 pour la variété de maïs SYN (75 jours) ;
- une baisse de rendements de 16,7 % en 2030 et 8,9 % en 2050 pour la variété de maïs EVDT (90 jours) ;
- une baisse de rendements du niébé de l'ordre de 26,7 % en 2030 et de 26,1 % à l'horizon 2050 ;
- concernant l'arachide, à l'horizon 2030, les projections font état d'une baisse de l'ordre de 2,5 % tandis qu'à l'horizon 2050, elles indiquent des perspectives plus favorables avec l'amélioration des rendements d'environ 6,4 % ;
- une baisse de rendements du coton de l'ordre de 0,9 % en 2030 et 6,3 % en 2050.

✓ Pour la production animale

- la prévalence des maladies, notamment la fièvre aphteuse, la peste des petits ruminants la dermatose nodulaire et la propagation de tiques du genre *Rhipicephalus Boophilus microplus* ;(évaluation qualitative)
- des pertes drastiques de bétails.

✓ Pour la production halieutique

- un taux élevé de mortalité des poissons ;
- la perte des habitats écologiques des espèces halieutiques.

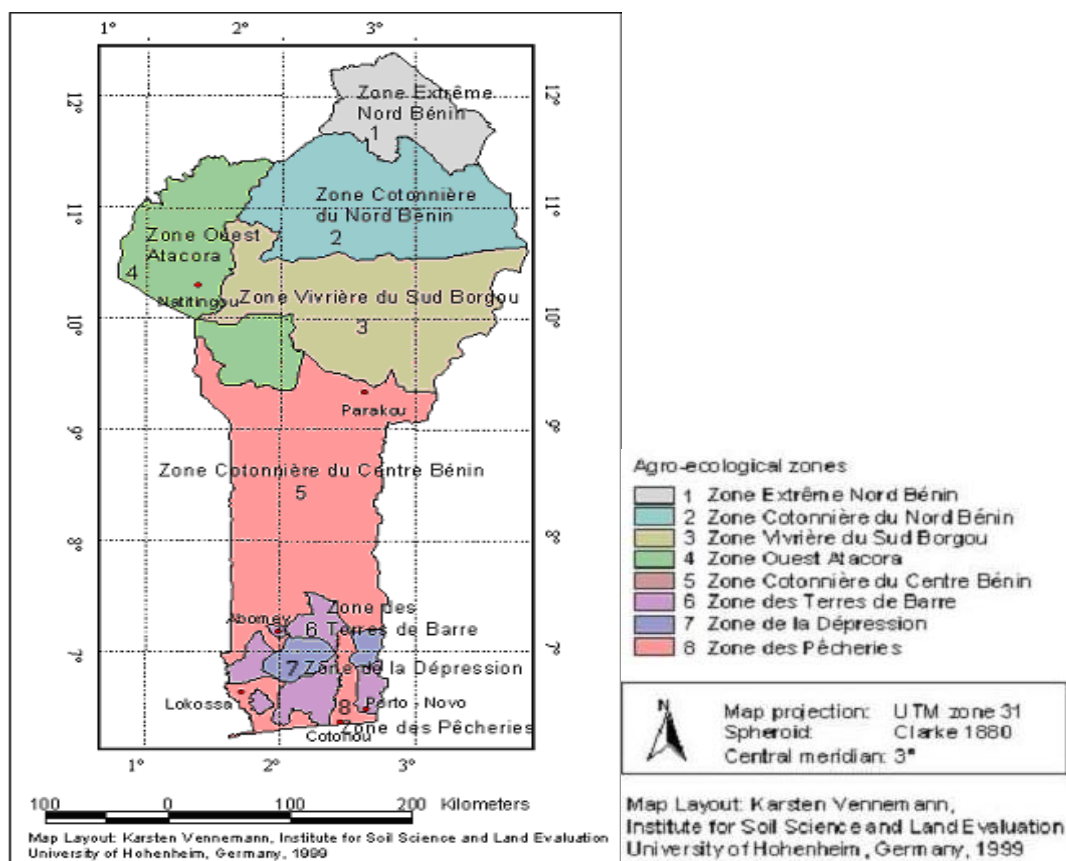


Figure 1 : Zones agro-écologiques du Bénin
Source : Wezel et al., (1999)

○ Secteur des Ressources en eau

L'évaluation des impacts potentiels conduite à travers les documents de politiques, les communications nationales et diverses études indique entre autres :

- l'affectation des lacs et des réservoirs d'eau pouvant occasionner à l'horizon 2050 dans certaines régions la réduction de 20 à 35% de la superficie des petits lacs, notamment dans la commune de Ouinhi (Yabi et al. (2019),
- l'accroissement du stress hydrique : les estimations dans le PANGIRE à l'horizon 2025 situent le taux de prélèvement des eaux superficielles à 30%, soit 10 points au-delà du niveau de stress hydrique fixé à 20% (MERPMEDER, 2011) ;
- l'accroissement potentiel des conflits d'usage découlant de l'amenuisement de la disponibilité de la ressource, notamment les conflits amont/aval, rive droite/rive gauche, agriculteurs/éleveurs, et même entre usagers au sein d'un même domaine d'usage comme les irrigants (MEE, 2008) ;
- la baisse des niveaux piézométriques pouvant atteindre 9% au moins à l'horizon 2025 au niveau du bassin de l'Ouémé. (MEHU, 2011),

1.4.2. Processus et résultats de la sélection des secteurs

Les ateliers organisés à Cotonou au cours des mois de juillet et de septembre 2018 dans le cadre de la préparation du projet EBT se sont penchés sur l'identification des secteurs à prendre en compte au titre du volet « Adaptation aux changements climatiques »

Les quatre (4) critères qui ont présidé au choix des deux (2) secteurs prioritaires retenus (agriculture et ressources en eau) sont les suivants :

- Vulnérabilité aux changements climatiques ;
- Capacité d'adaptation ;
- Priorité nationale ;
- Importance socio-économique.

CHAPITRE 2 : ARRANGEMENT INSTITUTIONNEL POUR LE PROJET EBT ET L'IMPLICATION DES PARTIES PRENANTES

2.1 Équipe nationale EBT

Au Bénin, le projet EBT est conduit sous l'égide du Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable (MCVDD) en partenariat avec d'autres ministères concernés, en l'occurrence les ministères en charge de l'Agriculture, de l'Eau et de l'Energie.

La direction générale de l'environnement et du climat (DGEC) relevant du MCVDD assure la coordination du projet à travers un coordonnateur dûment nommé agissant en qualité de point focal de EBT.

L'Equipe nationale du projet se compose comme suit (Cf. annexe 1) :

- Un Coordonnateur National du projet ;
- Les Consultants nationaux en charge des volets d'adaptation et d'atténuation ;
- Les deux groupes de travail : atténuation et adaptation.

Cette équipe a pour principale mission la gestion, le suivi et la réalisation des activités du projet (Figure 2).

2.1.1. Coordonnateur National du Projet (CNP)

Le Coordonnateur National du Projet (CNP) : sous l'autorité du DGEC, il est le cadre chargé de la coordination des activités prévues au titre du projet. Il est en outre, responsable de la gestion des relations entre les équipes thématiques, en particulier pour s'assurer que les travaux menés sont cohérents avec le document du projet.

2.1.2. Consultants nationaux en charge des volets d'adaptation et d'atténuation

Les deux consultants nationaux sont des experts dans les domaines de l'adaptation et l'atténuation. Les consultants nationaux travaillent en étroite collaboration avec les quatre (4) groupes de travail mis en place au titre du projet (voir organigramme).

Cheville ouvrière dans le processus de mise en œuvre du projet, les consultants nationaux en collaboration avec le coordinateur national, prendront également part au processus participatif avec les parties prenantes à divers niveaux.

2.1.3. Groupes de travail : atténuation et adaptation

Les groupes de travail sont constitués par des cadres techniques relevant des différentes institutions (secteurs publics et secteurs privés) impliquées dans le processus EBT dûment désignés en fonction de leur qualification et expérience pour une thématique donnée et dirigé par un chef de file.

Le groupe adaptation est constitué des représentants des structures suivantes : Direction du Génie rural, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), Centre Béninois de la Recherche Scientifique et l'Innovation (CBRSI), Direction de la Qualité, des Innovations et de la Formation Entrepreneuriale (DQIFE) ex Direction du conseil agricole et de la formation opérationnelle (DICAF), Direction Générale de l'Eau (DG-Eau), Direction de la production végétale, Direction de la production animale, Direction de la production halieutique, Agence Nationale de la météorologie (METEO-BENIN), Centre d'Action Régional pour le Développement Rural (CARDER), Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Institut National de l'Eau (INE), Agence Béninoise pour l'Environnement (ABE), Direction Générale de l'Environnement et du Climat (DGEC), Direction de la prévention et de la protection civile (DPPC), Initiative pour un Développement Intégré Durable (IDID ONG). La composition des groupes de travail figure à l'annexe 3.

2.2. Processus d'engagement des parties prenantes dans le projet EBT – Évaluation globale

Lors des réunions préparatoires du projet EBT en 2018 et de l'atelier de lancement en 2019 au Bénin, les parties prenantes à divers niveaux ont été identifiées parmi lesquelles il faut noter les structures techniques, les institutions de recherches, les universités, le secteur privé, les Organisations non Gouvernementales (ONG), etc. En effet, par message porté N°017/MCVDD/DC/SGM/DGEC/DGRACC/SAECC/SA du 30 avril 2018, il a été demandé aux ministères sectoriels en charge de l'Agriculture, des Ressources en Eau, de l'Energie et

de la Foresterie de communiquer les noms et coordonnées des représentants de leur structure aux fins de la mise en place de l'arrangement institutionnel et des équipes thématiques dans le cadre de l'Evaluation des Besoins en Technologie. Le jeudi 03 mai 2018, s'est tenue dans la salle de conférence de la Direction Générale de l'Environnement et du Climat, une séance de travail consacrée au lancement du processus d'élaboration du document d'Evaluation des Besoins en Technologie. Cette séance a pour objectif d'informer les participants sur les démarches, outils/méthodes d'Evaluation des Besoins en Technologie (EBT). Il a été clairement spécifié la définition et le rôle des parties prenantes. Les recommandations ci-après ont été formulées :

- Créer une synergie d'action entre les acteurs concernés aux fins de la mise en place de l'arrangement institutionnel et des groupes de travail ;
- impliquer les organes de la société civile.

L'atelier de lancement du processus national d'Evaluation des Besoins en Technologie et d'élaboration du Plan d'Actions Technologique s'est déroulé le vendredi 09 août 2019 dans la salle de conférence IRANTI du Bénin Royal Hôtel à Cotonou. Aux termes des travaux de l'atelier de lancement la liste des parties prenantes inclusives en adaptation, a été établie.

Pour mener à bien le processus EBT, il a été organisé par la suite plusieurs séances de travail regroupant les directions techniques, personnes ressources, consultants et coordonnateur EBT dans le cadre des activités de sélection et de priorisation des technologies d'adaptation. Dans cette perspective, un atelier a été organisé à Cotonou les 5 et 6 février 2020 et a permis aux différents groupes de travail d'évaluer les critères de priorisation des technologies et d'entamer l'Analyse Multi Critère (AMC) pour les deux (2) secteurs retenus, à savoir l'agriculture et les ressources en eau. D'autres rencontres qui se sont déroulées dans les locaux du ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable (MCVDD) avec les directions techniques impliquées dans le processus ont permis sous la supervision du Coordonnateur EBT et des consultants de venir à bout de la phase de la priorisation des technologies.

Au regard des attributions des structures ou institutions représentées, la liste des parties prenantes, clés a été arrêté comme suit (annexe 2) :

- ✓ Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable/Direction Générale de l'Environnement et du Climat, Direction Générale des Eaux, Forêts et Chasse) ;
- ✓ Ministère l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (DE, DPV, DPA, INRAB, DPP,) ;
- ✓ Ministère de l'Economie et des Finances/ Direction Générale du Budget ;
- ✓ Ministère du Plan et du Développement;
- ✓ Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (CBRSI, FSA, ENA, INE)
- ✓ Ministère de l'Eau et des Mines (DG-Eau ; Partenariat de l'Eau) ;
- ✓ institutions internationales.

Cette liste a été complétée par les représentants des Organisations Non Gouvernementales, des acteurs du secteur privé et des personnes ressources.

Les attributions et les missions de chaque partie prenante clé, ont été déterminées en fonction de son rôle régalien :

- ✓ Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, à travers les Directions de la Production végétale, de l'Elevage et l'Institut National de la Recherche Agronomique, a coordonné tous les travaux relatifs aux choix des technologies potentielles en synergie avec les documents de politiques sectorielles dans le secteur Agriculture ;

- ✓ Ministère de l'Eau et des Mines, à travers la Direction Générale de l'Eau a supervisé les travaux au niveau du choix des technologies potentielles d'adaptation dans le secteur des Ressources en Eau ;
- ✓ Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable, coordonnateur du Projet, a assuré la coordination du secteur Agriculture, Foresterie et autres Affectations des Terres en collaboration avec le Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche.

Equipe EBT

L'organigramme de l'équipe Adaptation du Projet EBT-PAT est présenté dans la figure 2. L'orientation et le suivi des activités sont assurés par un Comité de Pilotage.

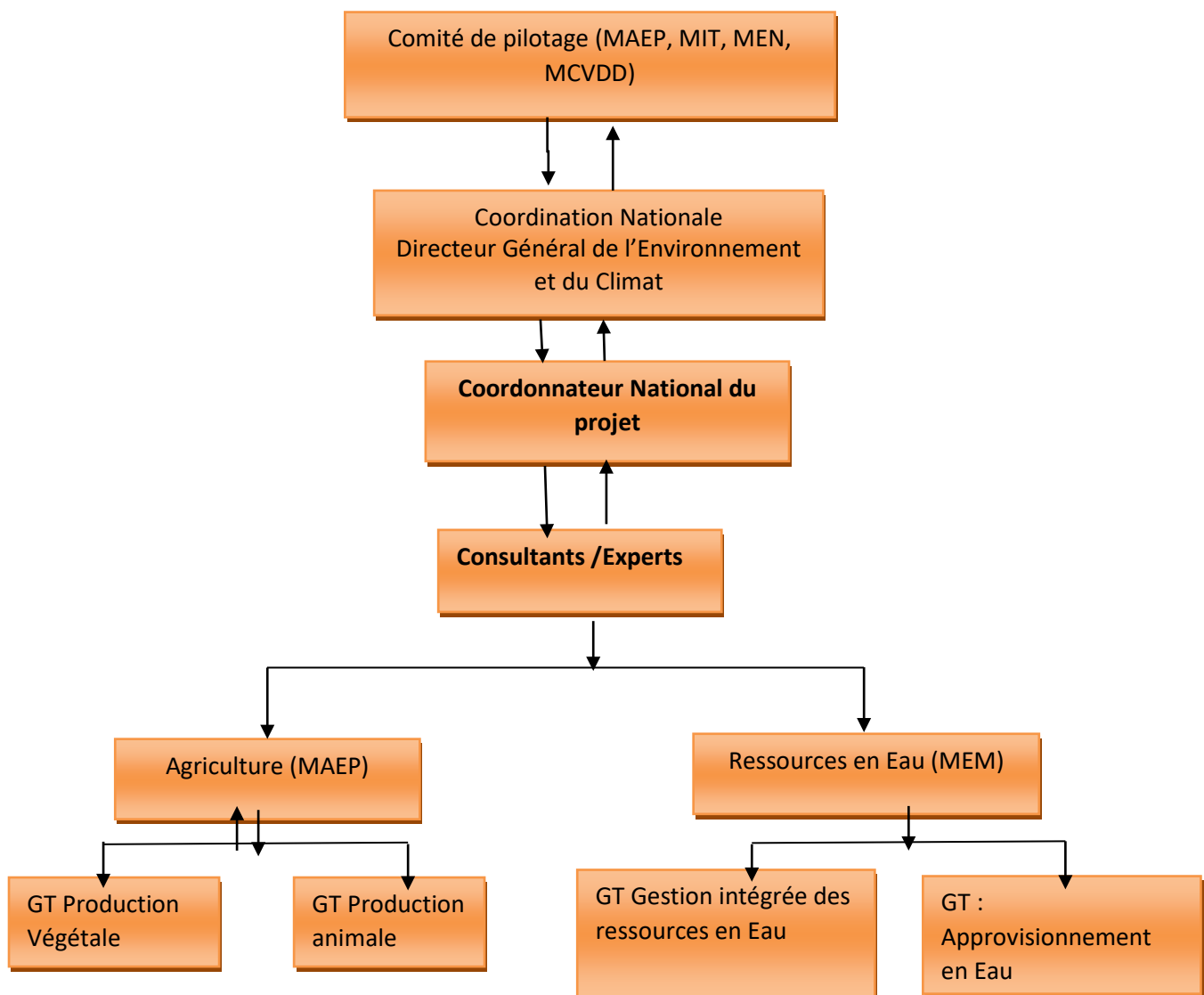


Figure 2 : Organigramme de l'équipe Adaptation du Projet EBT-PAT

Les représentants des parties prenantes impliquées dans le processus EBT sont présentés à l'annexe 4.

Avant d'aborder la priorisation des technologies, il importe de souligner que conformément aux observations, commentaires et recommandations issus de la revue de la version provisoire du rapport par les commanditaires et après une analyse objective des consultants, le nombre de technologies retenues dans la mouture actuelle de ce rapport est réduit respectivement à dix (10) pour le secteur de l'agriculture et quatorze (14) pour celui des ressources en eau.

CHAPITRE 3 : PRIORISATION DES TECHNOLOGIES POUR LE SECTEUR DE L'AGRICULTURE

3.1. Vulnérabilité aux changements climatiques et technologies existantes dans le secteur de l'agriculture

3.1.1. Vulnérabilité du secteur de l'agriculture aux changements climatiques

L'analyse de vulnérabilité du secteur de l'agriculture s'est référée essentiellement au document de Stratégie de développement à faible intensité de carbone et résilient aux changements climatiques 2016 - 2025 (MCVDD, 2016), au plan stratégique de développement du secteur agricole 2017-2025 (PSDSA/PNIASAN) (MAEP, 2017) et à la Troisième Communication Nationale du Bénin à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (TCN) (MCVDD, 2019). Elle révèle que le secteur productif agricole est caractérisé par la prédominance de petites exploitations agricoles et fait état de sa vulnérabilité à la variabilité et aux changements climatiques.

La relative petite taille des exploitations, leur grande dépendance de la pluviométrie, les modes encore rudimentaires d'exploitation, des contraintes d'accès aux intrants, des difficultés liées à la maîtrise de l'eau, l'organisation insuffisante des filières, des besoins en encadrement technique non entièrement satisfaits, l'insuffisance des infrastructures agricoles et le faible niveau de financement des chaînes de valeur ajoutée rendent l'agriculture béninoise particulièrement vulnérable. A ces contraintes, s'ajoutent la variabilité accentuée du climat et les changements climatiques. Les principaux risques climatiques actuels comprennent notamment les pluies tardives et violentes, les inondations, les poches de sécheresse, la chaleur excessive, les fortes chutes de pluies, les vents violents auxquels s'ajoutent les crues extrêmes et l'élévation du niveau de la mer, observée particulièrement au niveau de la zone côtière. Les modes d'existence les plus sensibles à ces risques sont notamment les exploitations agricoles dominées par le type familial. Il s'agit notamment des systèmes de production de rente, des cultures vivrières et maraîchères, des élevages et des pêcheries continentales et maritimes. Les modes d'existence les plus affectés par ces risques restent les petits exploitants agricoles, les exploitants émergents, les maraîchers, les éleveurs et les pêcheurs.

A propos des impacts observés, il faut noter que, les risques climatiques se traduisant, entre autres, par des séquences sèches de plus en plus longues, occasionnent la rareté du pâturage et l'intensification de la transhumance, la dégradation accentuée des sols avec pour corollaire la baisse de la productivité des cultures. L'assèchement précoce et prolongé des ressources en eaux utilisées pour les activités agricoles est provoqué par



la chaleur excessive et l'allongement des saisons sèches. Les pluies tardives et violentes, conduisent à un décalage des périodes de semis des principales cultures annuelles et une perturbation des campagnes agricoles.

En somme, il est à noter que la perturbation du calendrier agricole, les baisses de rendements agricoles, les pertes de récoltes, les perturbations des activités de pêche et d'aquaculture, la raréfaction des pâturages et l'intensification de la transhumance, la forte mortalité dans les élevages, la prolifération des maladies hydriques et la dégradation des infrastructures socioéconomiques, imputables aux risques climatiques, ont des répercussions économiques évidentes dans la vie des populations affectées (pauvreté, insécurité alimentaire, faible revenu, migration de la population, etc.).

En terme de vulnérabilité socioéconomique, les groupes socioprofessionnels tels que les exploitants agricoles émergents, les pêcheurs, les petits éleveurs, les transformateurs agroindustriels, les petits exploitants agricoles se révèlent moins vulnérables au regard du niveau d'accessibilité aux ressources de base (terres cultivables, plans et cours d'eau, retenues d'eau, écosystèmes, habitations, routes, marchés, etc.) pratiquement sur l'ensemble du pays. Quant à l'accès aux services sociaux (santé, éducation, énergie domestique, etc.), la quasi-totalité de ces acteurs apparaissent comme les groupes les moins vulnérables, surtout dans le Nord et le Sud du pays.

En matière de vulnérabilité future, au regard de son caractère essentiellement pluvial, l'agriculture béninoise restera soumise principalement aux risques liés à la répartition spatio-temporelle des précipitations. Si les indicateurs de la variabilité pluviométrique observés depuis environ deux (2) décennies au moins se rapportent globalement au retard prononcé dans le démarrage effectif des pluies, à l'occurrence de longues séquences sèches en saison pluvieuse et à la réduction significative des événements pluvieux, dans un scénario de persistance ou d'accentuation de ces risques, la production agricole pourrait être gravement affectée.

A propos des impacts futurs, les projections font notamment état d'une baisse de rendements du maïs (variété SYN 75 jours) de l'ordre de 21,6 % et de 28,8 % respectivement aux horizons 2030 et 2050, d'une baisse de rendements du coton de l'ordre de 0,9 % en 2030 et 6,3 % en 2050, de la prévalence des maladies, notamment la fièvre aphteuse, la peste des petits ruminants la dermatose nodulaire et la propagation de tiques du genre *Rhipicephalus Boophilus microplus* ; d'un taux élevé de mortalité des poissons et la perte des habitats écologiques des espèces halieutiques.

Les mesures nécessaires pour faire face aux effets néfastes des changements climatiques dans le secteur, vont notamment dans le sens du (i) renforcement des capacités institutionnelles et techniques tant nationales que locales en matière de planification et du financement de l'adaptation aux changements climatiques aux fins d'une amélioration de la résilience des populations et des écosystèmes vulnérables (ii) la promotion des technologies vertes et à faible émission de carbone (iii) l'amélioration des systèmes d'observation et de prévision agro météorologique (iv) l'actualisation du calendrier agricole par zone agro écologique et pôle de développement agricole (v) la facilitation de l'accès des femmes aux ressources naturelles y compris les terres agricoles et (vi) l'assurance agricole.

Deux programmes sont proposés pour faire face aux changements climatiques (MCVDD, 2015) :

- **Programme de renforcement de la résilience des communautés et filières agricoles.** Ce programme répond au besoin de renforcer la résilience des systèmes de productions agricoles à travers les principaux maillons de la chaîne de valeur des filières couvertes par le PSDSA/PNIASAN. C'est un programme aussi bien d'adaptation à base communautaire, que d'adaptation à base écosystémique. Plus spécifiquement il s'agira d'une part de financer des activités de renforcement des capacités d'adaptation des communautés agricoles les plus vulnérables, et d'autre part de créer une banque de semences qui valorise les variétés locales résilientes; la construction d'infrastructures d'entreposage et de stockage des productions agricoles; l'acquisition de systèmes d'irrigation adaptés; le développement d'unités de transformations agricoles; la conduite d'activités de recherche appliquée (recherche-action); la production et la diffusion d'informations climatiques à utilisation agricole; et, l'élaboration d'un plan national de sécurisation foncière des exploitations agricoles.
- **Programme de mise en place de services financiers climatiques structurants.** La mise en œuvre de ce programme est pour corriger l'inadéquation du système de financement du secteur agricole soumis aux aléas climatiques. Il s'agit d'abord de capitaliser les acquis de structures financières existantes telles la Banque Régionale de Solidarité (BRS), la Fédération des Caisses d'Epargne et de Crédit Agricole (FECECAM), le Fonds National de la Microfinance (FNM) et le Fonds National de Développement Agricole (FNDA), pour ensuite les appuyer à se doter de produits et services financiers qui prennent en charge adéquatement les risques climatiques qui pèsent sur les investissements agricoles. Ces mécanismes financiers seront caractérisés par l'exploitation de produits et services

3.1.2. Technologies existantes dans le secteur de l'agriculture au Bénin

Il s'agit des technologies endogènes développées par les producteurs et celles développées et mise en œuvre au titre de certains projets de développement en l'occurrence le PANA1 (MECGCCRPNF, 2014). Il s'agit également des initiatives de certaines organisations non gouvernementales (IDID-ONG notamment) et des initiatives novatrices comme celles de la "Stratégie nationale pour l'e-Agriculture au Bénin 2020-2024" (MAEP et MENC, 2019).

1. Construction de retenues d'eau à but agropastoral
2. Aménagement des bassins versants/bas-fonds
3. Pisciculture en Bac hors sol
4. Pisciculture en cage flottante
5. Micro-irrigation (irrigation goutte à goutte).
6. Agroforesterie
7. Variété de maïs à cycle court
8. Paillage
9. Technique de Zai
10. Tranchées longitudinales pour favoriser l'infiltration de l'eau sur les sols en pente
11. Jachère améliorée avec *Mucuna pruriens*

12. Technique de la culture en couloir

13. Cuniculture

3.2. Contexte de décision

Plusieurs acteurs interviennent dans le secteur agricole à savoir : l'Etat, les Organisations Professionnelles Agricoles, les Collectivités Décentralisées, les Organisations de la Société Civile, le Secteur Privé et les Partenaires Techniques et Financiers. La coordination des actions dans le secteur est du ressort de l'Etat.

L'Etat, à travers le Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP) et ses différents services techniques centraux et déconcentrés, élabore en collaboration avec les autres acteurs la politique agricole de la nation et en assure le suivi de l'exécution. Le Plan Stratégique de Relance du Secteur Agricole mis en œuvre au cours des années 2011-2015 a permis de recentrer les missions et fonctions des différents acteurs en vue d'une amélioration de leurs incidences sur le secteur.

Le secteur privé à travers des opérateurs individuels ou diverses associations professionnelles, joue un rôle important dans le dispositif institutionnel agricole, pour l'organisation des activités en amont (approvisionnement en intrants, fourniture d'équipements agricoles, etc.) et en aval de la production (commercialisation, exportation, prestations de services, etc.). Même si quelques dysfonctionnements ont été notés, il est considéré comme le levier de la relance du secteur agricole

Au niveau national, d'importants efforts d'innovation technologique sont développés dans les institutions spécialisées. Des enquêtes menées dans les institutions de recherche et d'innovation, notamment à l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), à l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), à la Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), à la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi et autres établissements universitaires professionnels ont permis d'identifier un grand nombre de technologies prêtes à l'emploi mais qui n'ont généralement pas fait l'objet de grande diffusion.

Depuis une vingtaine d'années, le ministère en charge de la recherche distingue annuellement les meilleures innovations technologiques par concours organisés par le ministère en charge de la recherche. En 2017, neuf innovations ont été distinguées dans les trois catégories suivantes énergies renouvelables et technologies, agroalimentaire et santé, artisanat et coton-textile. En juin 2017 que l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) a publié un premier recueil de 230 technologies agricoles prometteuses développées par le système national de recherche agricole (SNRA) de 1996 à 2015. La plupart de ces innovations sont utilisées dans les milieux professionnels du pays. Certaines innovations concernent les thématiques de l'adaptation et de l'atténuation.

Aussi, peut-on reconnaître que le contexte national, la volonté politique et le cadre institutionnel sont favorable au développement technologique du Bénin.

En ce qui concerne le renforcement de la résilience face aux changements climatiques et amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations vulnérables, les événements climatiques extrêmes deviennent plus fréquents et graves ; les producteurs béninois doivent à présent y faire face en plus des événements climatiques récurrents à court terme (sécheresses, inondations, répartition aléatoire des pluies etc.). Dans cette optique, il s'agira de promouvoir des innovations capables d'atténuer les

chocs issus des changements climatiques afin de permettre aux Exploitations Agricoles Familiales de garantir la disponibilité et la durabilité des productions agricoles nécessaires pour assurer la sécurité alimentaire des populations. Parallèlement des actions spécifiques de lutte contre la malnutrition doivent être développées à grande échelle afin d'améliorer significativement la sécurité nutritionnelle des populations les plus vulnérables. Les quatre composantes de cet axe prioritaire concerneront donc (i) les innovations agricoles au profit des hommes et des femmes pour la résilience face au changement climatique et son atténuation, (ii) la gestion durable des terres et des écosystèmes aquatiques, (iii) la sécurisation et la gestion de l'accès au foncier et (iv) l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations les plus vulnérables.

Par rapport aux innovations agricoles au profit des hommes et des femmes pour la résilience face aux changements climatiques et son atténuation, le développement et la vulgarisation des divers systèmes de production devant permettre l'adaptation aux changements climatiques et l'atténuation de ses effets est une priorité importante. Les actions de promotion de l'Agriculture Intelligente face au Climat (AIC) et des mesures de sauvegarde environnementale sont préconisées.

Le MAEP en tant que chef de file pour le secteur agricole au Bénin, en concertation avec d'autres ministères sectoriels et acteurs clés a fait élaborer un certain nombre de documents vise le développement du secteur. il s'agit principalement de :

- Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA 2017-2025)
- Stratégie nationale de fourniture de services agro météorologiques efficaces et efficaces au profit des acteurs du secteur agricole
- Stratégie de formation des agriculteurs, éleveurs et pêcheurs sur les technologies adaptées aux changements climatiques et l'utilisation des informations agro-météorologiques
- Stratégie de communication pour le renforcement des capacités d'adaptation des acteurs aux changements climatiques pour la production agricole et la sécurité alimentaire au Bénin
- Plan National d'investissements agricoles et de sécurité alimentaire et nutritionnelle (2017-2021)
- Plan Stratégique de Développement de l'Agriculture Intelligente face au climat (2018-2022)
- Plan stratégique de développement du secteur agricole
- Stratégie de développement à faible intensité de carbone et résilient aux changements climatiques
- Stratégie nationale de gestion des feux de végétation au Bénin

Les priorités du secteur agricole sont celles retenues dans le PAG, c'est-à-dire :

- au titre des programmes, (i) le Programme Agriculture, (ii) le Programme Elevage, (iii) le Programme Pêche et Aquaculture, (iv) le Programme Pilotage et Soutien au Secteur ;
- au titre des filières, (i) le maïs, (ii) le riz, (iii) le manioc, (iv) le, (v) ananas, (vi) l'anacarde, (vii) les cultures maraichères, (viii) la viande, (ix) le lait, (x) les œufs, (xi) le poisson et les crevettes.

3.3. Aperçu des options technologiques en matière d'adaptation pour le secteur de l'agriculture et leurs principaux avantages en termes d'adaptation

Le tableau 5 donne un aperçu des technologies existantes en matière d'adaptation pour le secteur de l'agriculture et leurs principaux avantages/bénéfices en termes d'adaptation

Tableau 1 : Technologies en matière d'adaptation et leurs principaux avantages pour le secteur de l'agriculture

| Options technologiques | Principaux avantages en termes d'adaptation |
|---|---|
| Construction de retenues d'eau | Disponibilité en permanence de l'eau pour faire face aux périodes sèches (saison sèche, séquence sèche, etc.) |
| Aménagement des bassins versants/bas-fonds | Créations de conditions d'exploitation adaptées aux exigences écologiques des plantes cultivées |
| Pisciculture en Bac hors sol | Pratique d'élevage des poissons dans des conditions d'indisponibilité d'espaces naturels favorables |
| Pisciculture en cage flottante | Maîtrise de la pisciculture dans une masse d'eau ouverte - |
| Micro-irrigation (irrigation goutte à goutte) | <ul style="list-style-type: none"> - Gestion rationnelle des ressources en eau - Économie de l'eau |
| Agroforesterie | Exploitation des capacités des arbres à protéger les cultures contre les vents violents et à améliorer la fertilité organique des sols- |
| Variété de maïs à cycle court | Pallier aux séquences sèches de plus en plus longues intervenant le cycle végétatif de la culture |
| Paillage | Réduction de l'abatement de la pluie sur le sol Réduction du ruissellement et de l'évapotranspiration du sol |
| Technique de Zaï | Maintien de l'humidité au pied des plantes malgré le statut général sec des parcelles- |
| Tranchées longitudinales perpendiculaires à la pente pour favoriser l'infiltration de l'eau sur les sols en pente | contribution au maintien de la fertilité des sols en renforçant davantage la rétention de l'eau |
| <i>Mucuna</i> | Limitation du dessèchement du sol |

| | |
|------------------------------------|---|
| Technique de la culture en couloir | Exploitation des capacités des arbres à protéger les cultures contre les vents violents-- |
| Cuniculture | Diversification des activités |

3.4. Liste des technologies d'adaptation identifiées dans le secteur de l'agriculture au titre de l'EBT

Il est présenté ci-dessous une liste de technologies d'adaptation dans le secteur de l'agriculture, émanant d'une liste initiale de technologies, basée sur les quatre (4) principes de base énoncés ci-dessous.

1. Aménagement hydro-agricole
2. Système agro climatologique d'alerte rapide
3. Mise au point et vulgarisation des itinéraires techniques adaptés aux nouvelles contraintes climatiques dans la zone agroécologique 5
4. Banques de semences améliorées
5. Système de tri-emballage biodégradable pour la conservation des produits agricoles
6. Paillage (mulching)
7. Labour de conservation à petite échelle
8. Gestion intégrée de l'agriculture et de l'élevage de type agropastoralisme
9. Amélioration génétique des espèces en vue d'accroître les performances et la résilience
10. Système production animale résilient à la variabilité et aux extrêmes climatiques

Les quatre (4) principes de base qui ont guidé les parties prenantes pour l'identification des dix (10) technologies d'adaptation potentielles dans le secteur agricole sont les suivants :

1. Cohérence avec les stratégies de développement du secteur ;
2. Éligibilité pour l'adaptation (est-ce que la technologie est susceptible de répondre aux besoins d'adaptation, notamment ceux identifiés dans la CDN, la TCN et le PRBA ?) ;
3. Adaptation de la technologie aux conditions propres au pays (conditions locales, notamment en matière d'acceptabilité sociale et économique) ;
4. Satisfaction de la technologie aux besoins à moyen et/ou à long terme du pays, selon le cas (efficacité et/ou durabilité).

3.5. Critères et processus de priorisation des technologies pour le secteur de l'agriculture

Les critères visent à couvrir les aspects jugés nécessaires pour effectuer une solide analyse multicritère pour l'évaluation des besoins technologiques. Pour un outil analytique d'aide à la prise de décision comme l'AMC, un critère est une norme, un principe ou indicateur permettant d'effectuer une évaluation (positive ou négative). Les critères peuvent être qualitatifs ou quantitatifs.

Dans le domaine de la vulnérabilité/adaptation les critères sélectionnés doivent être compatibles avec les choix fondamentaux prioritaires du pays. Il existe une gamme de critères (économiques, sociaux, politiques / institutionnels, environnementaux, etc.) applicables à l'ensemble des technologies identifiées sans perdre de vue que des critères peuvent être également vus sous l'angle sectoriel.

Au regard de ces considérations et en s'inspirant de l'arbre multicritères et la liste exhaustive de critères fournis par la documentation EBT, le choix des critères a été opéré.

Les critères de priorisation des technologies sont organisés en deux catégories : une catégorie des coûts et une catégorie des bénéfices ou avantages. Les bénéfices sont déclinés en cinq sous-catégories couvrant les critères économiques, sociaux, environnementaux, liés au climat et liés à la technologie. Au total, huit (8) critères de priorisation ont été identifiés :

1. Coût d'investissement
2. Coût de maintenance
3. Performance économique
4. Réduction de la pauvreté
5. Génération de revenus
6. Réduction de la dégradation des terres
7. Réduction de la vulnérabilité
8. Adoption de la technologie

Ces critères qui ont fait l'objet d'examen ou de brainstorming (réflexion collective) au sein des groupes de travail, élargis à des personnes ressources, ont été validés lors de l'atelier qui s'est déroulé les 5 et 6 février 2020 à Cotonou.

Le processus de priorisation ou d'hierarchisation des technologies a été conduit comme suit :

1. L'échelle de notation des critères, adoptée sur recommandation des évaluateurs, est l'échelle de 1 à 100 ;
2. Les coûts des technologies sont des critères particuliers dont la notation est fondée sur les valeurs monétaires indiquées dans les fiches technologiques : ces valeurs sont normalisées pour se situer sur la même échelle que les autres critères ;
3. Le tableau de notation des technologies en fonction des critères expose directement toutes les notes sur l'échelle de 1 à 100 et tient lieu d'AMC1 (tableau 3) ;
4. Le tableau des notes pondérées, assorti des poids attribués aux critères, a permis d'effectuer le classement des technologies sur la base de la note totale de chaque technologie ;
5. L'analyse des résultats du classement stabilisé ;
6. L'analyse de la sensibilité s'est référée aux nouvelles attributions de poids aux critères, en fonction des orientations stratégiques du pays.

Les technologies ont été notées sur la base de la grille suivante :

Tableau 2 : Grille de notation des technologies

| | | | | |
|-------------|--------|-------|-------|------------|
| Très faible | Faible | Moyen | Elevé | Très élevé |
|-------------|--------|-------|-------|------------|

| | | | | |
|--------|---------|---------|---------|----------|
| 1 à 20 | 21 à 40 | 41 à 60 | 61 à 80 | 81 à 100 |
|--------|---------|---------|---------|----------|

Spécifiquement pour les critères coûts d'investissement et coûts de maintenance, les coûts unitaires ont été déterminés pour chaque technologie et ont été utilisés pour la normalisation en vue d'obtenir des notes normalisées à une échelle de 1 à 100. Pour les autres critères les notes ont été attribuées aux technologies par jugement d'experts.

La formule de normalisation utilisée est la formule générale d'interpolation linéaire :

$$Y_i = Y_{min} + (X_i - X_{min}) \frac{Y_{max} - Y_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

ou

$$Y_i = Y_{min} \left(\frac{X_{max} - X_i}{X_{max} - X_{min}} \right) + Y_{max} \left(\frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \right)$$

avec :

- Y_i = note normalisée de la technologie i.
- Y_{max} = note correspondant au coût le plus élevé (1 dans le cas présent).
- Y_{min} = note correspondant au coût le plus faible (100 dans le cas présent).
- X_{max} = coût le plus élevé dans la série considérée.
- X_{min} = coût le plus faible dans la série considérée.
- X_i = coût de la technologie à noter.

L'étape de pondération des notes, avec les poids attribués aux critères a été conduite en tenant compte des avis d'experts, d'opinions d'autres acteurs clés impliqués dans le processus EBT et des éléments de stratégies du secteur agricole qui reposent notamment sur les principales aspirations des acteurs, la vision du PSDSA mettant un focus sur la résilience aux changements climatiques et les besoins de sécurité alimentaire et nutritionnelle de la population béninoise. En outre, il a été également pris en considération les mesures visant le renforcement de capacités des communautés à faire face aux risques climatiques actuels et futurs, les mesures de gestion durable des terres et la diversification des moyens de subsistance en phase avec les études de vulnérabilité et d'adaptation du secteur agricole conduite au titre de la Troisième Communication Nationale du Bénin sur les changements climatiques (MCVDD,2019).

A la lumière de ces différents facteurs, différentes pondérations ont été effectuées. Les tableaux de notation des technologies en fonction des critères et les tableaux des notes pondérées assortis des poids attribués aux critères sont présentés ci-dessous :

Tableau 3 : Notation des technologies pour le secteur de l'agriculture

| N° | Technologies | Cout | | Bénéfice | | | | | | totale Notes |
|----|--|----------------|-----------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|---|----------------------------------|-----------------|
| | | | | Economique | | Social | Environnemental | relatif au climat | Déploiement de la technologie | |
| | | investissement | maintenanc e | Performanc e économique | Génération de revenus | Sécurité alimentair e | Réduction de la dégradation de terres | Réduction de la vulnérabilit é | Adoption de la technologie | |
| 1 | <i>Aménagement hydro-agricole</i> | 64 | 98 | 80 | 80 | 90 | 40 | 60 | 80 | 592 |
| 2 | <i>Système agro climatologique d'alerte rapide</i> | 67 | 84 | 60 | 70 | 80 | 10 | 75 | 80 | 526 |
| 3 | <i>Mise au point et vulgarisation des itinéraires techniques adaptés aux nouvelles contraintes climatiques dans la zone agroécologique 5</i> | 100 | 57 | 75 | 100 | 90 | 60 | 100 | 80 | 662 |
| 4 | <i>Banques de semences améliorées</i> | 82 | 91 | 50 | 60 | 50 | 20 | 60 | 60 | 473 |
| 5 | <i>Système de tri-emballage biodégradable pour la conservation des produits agricoles</i> | 100 | 100 | 50 | 50 | 70 | 5 | 60 | 60 | 495 |
| 6 | <i>Paillage (mulching)</i> | 100 | 100 | 100 | 60 | 70 | 70 | 70 | 80 | 650 |
| 7 | <i>Labour de conservation à petite échelle</i> | 100 | 100 | 50 | 60 | 50 | 50 | 5 | 50 | 465 |
| 8 | <i>Gestion intégrée de l'agriculture et de l'élevage de type agropastoralisme</i> | 100 | 98 | 80 | 80 | 60 | 60 | 70 | 60 | 607 |
| 9 | <i>Amélioration génétique des espèces en vue d'accroître les performances et la résilience</i> | 90 | 69 | 5 | 70 | 60 | 50 | 60 | 50 | 454 |

| | | | | | | | | | | |
|----|--|--|--|---|---|---|---|--------------------------------------|--------------------------------------|-----|
| 10 | <i>Système production animale résilient à la variabilité et aux extrêmes climatiques</i> | 1 | 1 | 30 | 5 | 5 | 40 | 80 | 20 | 182 |
| | Echelle de notation | 1=Cout très élevé --> 100=cout très faible | 1=Cout très élevé --> 100=cout très faible | 1=Avantage très faible --> 100=Très élevé | 1=Avantage très faible --> 100=Très élevé | 1=Avantage très faible --> 100=Très élevé | 1=Avantage très faible --> 100=Très élevé | 1=Très difficile --> 100=Très facile | 1=Très difficile --> 100=Très facile | |

Tableau 4 : Pondération des notations des technologies pour le secteur de l'agriculture (1^{ère} pondération)

| N° | Technologies | Cout | | Bénéfice | | | | | | Total note | Rang |
|----|---|----------------|-------------|------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------|------|
| | | investissement | maintenance | Economique | | Social | Environnemental | relatif au climat | Déploiement de la technologie | | |
| | | | | Performance économique | Génération de revenus | Sécurité alimentaire | Réduction de la dégradation de terres | Réduction de la vulnérabilité | Adoption de la technologie | | |
| 3 | Mise au point et vulgarisation des itinéraires techniques adaptés aux nouvelles contraintes climatiques | 1400 | 907 | 450 | 900 | 1170 | 480 | 1700 | 1360 | 8367,39 | 1 |
| 6 | Paillage (mulching) | 1399 | 1598 | 600 | 540 | 910 | 560 | 1190 | 1360 | 8156,78 | 2 |
| 8 | Gestion intégrée de l'agriculture et de l'élevage de type agropastoralisme | 1394 | 1566 | 480 | 720 | 780 | 480 | 1190 | 1020 | 7629,85 | 3 |
| 1 | Aménagement hydro-agricole | 898 | 1561 | 480 | 720 | 1170 | 320 | 1020 | 1360 | 7528,65 | 4 |
| 2 | Système agro climatologique d'alerte rapide | 933 | 1343 | 360 | 630 | 1040 | 80 | 1275 | 1360 | 7021,67 | 5 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|---------|----|
| 5 | Système de tri-emballage biodégradable pour la conservation des produits agricoles | 1395 | 1600 | 300 | 450 | 910 | 40 | 1020 | 1020 | 6734,97 | 6 |
| 4 | Banques de semences améliorées | 1142 | 1458 | 300 | 540 | 650 | 160 | 1020 | 1020 | 6289,85 | 7 |
| 9 | Amélioration génétique des espèces en vue d'accroître les performances et la résilience | 1257 | 1105 | 30 | 630 | 780 | 400 | 1020 | 850 | 6072,18 | 8 |
| 7 | Labour de conservation à petite échelle | 1398 | 1598 | 300 | 540 | 650 | 400 | 85 | 850 | 5821,49 | 9 |
| 10 | système production animale résilient à la variabilité et aux extrêmes climatiques | 14 | 16 | 180 | 45 | 65 | 320 | 1360 | 340 | 2340 | 10 |
| | | 14 | 16 | 6 | 9 | 13 | 8 | 17 | 17 | 100 | |

Analyse des résultats

A l'issue du processus de priorisation, trois technologies se sont maintenues constamment en tête dans le secteur de l'agriculture. Ce sont :

1. *Mise au point et vulgarisation des itinéraires techniques adaptés aux nouvelles contraintes climatiques dans la zone agroécologique 5*
2. *Paillage (mulching)*
3. *Gestion intégrée de l'agriculture et de l'élevage de type agropastoralisme.*

Analyse de la sensibilité des résultats

Pour l'analyse de sensibilité des résultats des modifications significatives ont été apportées à l'étape de la quatrième pondération aux critères « Réduction de la vulnérabilité » et « Adoption de la technologie » (voir tableau 7) : le poids du critère « Réduction de la vulnérabilité » est passé de 20% à 25% et celui du critère « Adoption de la technologie » de 20% à 15% ; histoire de maintenir ou de garder constant le total des poids (100). L'importance significativement grande accordée au critère « Réduction de la vulnérabilité » par rapport aux autres critères se justifie notamment par le fait qu'il lui a été assigné une priorité absolue en tant qu'objectif clé du processus d'adaptation. Cette modification n'a nullement entraîné de changement dans le classement. Les trois (3) premières technologies sont donc retenues pour le compte du secteur de l'agriculture. Ces trois (3) technologies sélectionnées répondent aux stratégies sectorielles de développement agricole. La « *Mise au point et vulgarisation des itinéraires techniques adaptés aux nouvelles contraintes climatiques dans la zone agroécologique 5* » et la « *Gestion intégrée de l'agriculture et de l'élevage de type agropastoralisme* » sont les préoccupations actuelles des services agricoles, en terme de moyens pour faire face à l'insécurité alimentaire, soutenues par le Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA 2025). En particulier, le « *Paillage (mulching)* » fait partie des « pratiques culturelles limitant les pertes d'eau par évaporation et par écoulement », dont la vulgarisation est identifiée comme un défi dans le processus de formulation des axes stratégiques et des objectifs du PSDSA.

Tableau 5 : Pondération des notations des technologies pour le secteur de l'agriculture (2^e pondération)

| N° | Technologies | Cout | | Bénéfice | | | | | | total note | Rang |
|----|--|----------------|-------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|------------|------|
| | | | | Economique | | Social | Environne- mental | relatif au climat | Déploiement de la technologie | | |
| | | investissement | maintenance | Performance économique | Génération de revenus | Sécurité alimentaire | Réduction de la dégradatio n de terres | Réduction de la vulnérabilité | Adoption de la technologie | | |
| 3 | <i>Mise au point et vulgarisation des itinéraires techniques adaptés aux nouvelles contraintes climatiques dans la zone agroécologique 5</i> | 1200 | 794 | 525 | 800 | 1170 | 540 | 1800 | 1520 | 8349 | 1 |
| 6 | <i>Paillage (mulching)</i> | 1199 | 1398 | 700 | 480 | 910 | 630 | 1260 | 1520 | 8097 | 2 |
| 8 | <i>Gestion intégrée de l'agriculture et de l'élevage de type agropastoralisme</i> | 1195 | 1370 | 560 | 640 | 780 | 540 | 1260 | 1140 | 7485 | 3 |
| 1 | <i>Aménagement hydro-agricole</i> | 769 | 1366 | 560 | 640 | 1170 | 360 | 1080 | 1520 | 7465 | 4 |
| 2 | <i>Système agro climatologique d'alerte rapide</i> | 800 | 1175 | 420 | 560 | 1040 | 90 | 1350 | 1520 | 6955 | 5 |
| 5 | <i>Système de tri-emballage biodégradable pour la conservation des produits agricoles</i> | 1196 | 1400 | 350 | 400 | 910 | 45 | 1080 | 1140 | 6521 | 6 |
| 4 | <i>Banques de semences améliorées</i> | 979 | 1276 | 350 | 480 | 650 | 180 | 1080 | 1140 | 6134 | 7 |
| 9 | <i>Amélioration génétique des espèces en vue d'accroître les performances et la résilience</i> | 1077 | 967 | 35 | 560 | 780 | 450 | 1080 | 950 | 5899 | 8 |
| 7 | <i>Labour de conservation à petite échelle</i> | 1199 | 1398 | 350 | 480 | 650 | 450 | 90 | 950 | 5567 | 9 |



| | | | | | | | | | | | |
|----|--|----|----|-----|----|----|-----|------|-----|------|----|
| 10 | <i>Système production animale résilient à la variabilité et aux extrêmes climatiques</i> | 12 | 14 | 210 | 40 | 65 | 360 | 1440 | 380 | 2521 | 10 |
| | | 12 | 14 | 7 | 8 | 13 | 9 | 18 | 19 | 100 | |

Tableau 6 : Pondération des notations des technologies pour le secteur de l'agriculture (3^e pondération)

| N° | Technologies | Cout | | Bénéfice | | | | | | total note | Rang |
|----|--|----------------|-------------|------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------|------|
| | | | | Economique | | Social | Environnemental | relatif au climat | Déploiement de la technologie | | |
| | | investissement | maintenance | Performance économique | Génération de revenus | Sécurité alimentaire | Réduction de la dégradation de terres | Réduction de la vulnérabilité | Adoption de la technologie | | |
| 3 | <i>Mise au point et vulgarisation des itinéraires techniques adaptés aux nouvelles contraintes climatiques dans la zone agroécologique 5</i> | 1100 | 737 | 525 | 800 | 1080 | 540 | 2000 | 1600 | 8382 | 1 |
| 6 | <i>Paillage (mulching)</i> | 1099 | 1299 | 700 | 480 | 840 | 630 | 1400 | 1600 | 8047 | 2 |
| 8 | <i>Gestion intégrée de l'agriculture et de l'élevage de type agropastoralisme</i> | 1095 | 1272 | 560 | 640 | 720 | 540 | 1400 | 1200 | 7428 | 3 |
| 1 | <i>Aménagement hydro-agricole</i> | 705 | 1268 | 560 | 640 | 1080 | 360 | 1200 | 1600 | 7414 | 4 |
| 2 | <i>Système agro climatologique d'alerte rapide</i> | 733 | 1091 | 420 | 560 | 960 | 90 | 1500 | 1600 | 6955 | 5 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|--|------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|----|
| 5 | <i>Système de tri-emballage biodégradable pour la conservation des produits agricoles</i> | 1096 | 1300 | 350 | 400 | 840 | 45 | 1200 | 1200 | 6431 | 6 |
| 4 | <i>Banques de semences améliorées</i> | 897 | 1185 | 350 | 480 | 600 | 180 | 1200 | 1200 | 6092 | 7 |
| 9 | <i>Amélioration génétique des espèces en vue d'accroître les performances et la résilience</i> | 987 | 898 | 35 | 560 | 720 | 450 | 1200 | 1000 | 5851 | 8 |
| 7 | <i>Labour de conservation à petite échelle</i> | 1099 | 1299 | 350 | 480 | 600 | 450 | 100 | 1000 | 5377 | 9 |
| 10 | <i>Système production animale résilient à la variabilité et aux extrêmes climatiques</i> | 11 | 13 | 210 | 40 | 60 | 360 | 1600 | 400 | 2694 | 10 |
| | Poids des critères | 11 | 13 | 7 | 8 | 12 | 9 | 20 | 20 | 100 | |

Tableau 7 : Pondération des notations des technologies pour le secteur de l'agriculture (4^e pondération)

| N° | Technologies | Cout | | Bénéfice | | | | | total note | Rang |
|----|--------------|----------------|-------------|------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|------------|------|
| | | | | Economique | | Social | Environnemental | relatif au climat | | |
| | | investissement | maintenance | Performance économique | Génération de revenus | Sécurité alimentaire | Réduction de la dégradation de terres | Réduction de la vulnérabilité | | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|--|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|------|----|
| 3 | <i>Mise au point et vulgarisation des itinéraires techniques adaptés aux nouvelles contraintes climatiques dans la zone agroécologique 5</i> | 1100 | 737 | 525 | 800 | 1080 | 540 | 2500 | 1200 | 8482 | 1 |
| 6 | <i>Paillage (mulching)</i> | 1099 | 1299 | 700 | 480 | 840 | 630 | 1750 | 1200 | 7997 | 2 |
| 8 | <i>Gestion intégrée de l'agriculture et de l'élevage de type agropastoralisme</i> | 1095 | 1272 | 560 | 640 | 720 | 540 | 1750 | 900 | 7478 | 3 |
| 1 | <i>Aménagement hydro-agricole</i> | 705 | 1268 | 560 | 640 | 1080 | 360 | 1500 | 1200 | 7314 | 4 |
| 2 | <i>Système agro climatologique d'alerte rapide</i> | 733 | 1091 | 420 | 560 | 960 | 90 | 1875 | 1200 | 6930 | 5 |
| 5 | <i>Système de tri-emballage biodégradable pour la conservation des produits agricoles</i> | 1096 | 1300 | 350 | 400 | 840 | 45 | 1500 | 900 | 6431 | 6 |
| 4 | <i>Banques de semences améliorées</i> | 897 | 1185 | 350 | 480 | 600 | 180 | 1500 | 900 | 6092 | 7 |
| 9 | <i>Amélioration génétique des espèces en vue d'accroître les performances et la résilience</i> | 987 | 898 | 35 | 560 | 720 | 450 | 1500 | 750 | 5901 | 8 |
| 7 | <i>Labour de conservation à petite échelle</i> | 1099 | 1299 | 350 | 480 | 600 | 450 | 125 | 750 | 5152 | 9 |
| 10 | <i>Système production animale résilient à la variabilité et aux extrêmes climatiques</i> | 11 | 13 | 210 | 40 | 60 | 360 | 2000 | 300 | 2994 | 10 |
| | Poids des critères | 11 | 13 | 7 | 8 | 12 | 9 | 25 | 15 | 100 | |

CHAPITRE 4 : PRIORISATION DES TECHNOLOGIES POUR LE SECTEUR DES RESSOURCES EN EAU

4.1. Vulnérabilité aux changements climatiques et technologies existantes dans le secteur des ressources en eau

4.1.1. Vulnérabilité du secteur des ressources en eau aux changements climatiques

L'analyse de vulnérabilité du secteur des ressources en eau aux changements climatiques s'est focalisée sur les eaux superficielles comme dans la plupart des études et évaluations conduites à ce sujet.

En matière de vulnérabilité actuelle, il apparaît que le secteur est confronté à quelques problèmes au nombre desquels figurent (i) le faible niveau d'approvisionnement des populations en eau potable, (ii) la faible valorisation des ressources en eau (iii), la pollution de l'eau provenant des déchets ménagers et industriels et (iv) l'état obsolète des réseaux de collecte de données hydrologiques et piézométriques. Les risques climatiques et hydrologiques majeurs auxquels se trouve exposé actuellement la ressource comprennent notamment les inondations, les crues, les sécheresses aiguës. Les modes d'existence les plus affectés par ces risques sont principalement les pêcheurs, les petits exploitants agricoles et les éleveurs. Les impacts observés à travers les manifestations de ces risques climatiques sont notamment la submersion ou le tarissement des points d'eau, l'assèchement ou le comblement des nappes et cours d'eau et la modification des habitats et de l'écologie de certaines espèces animales et végétales.

A propos de la vulnérabilité future, il est à noter que les impacts potentiels font état d'une réduction des débits des cours d'eau, d'une diminution des apports des cours et plans d'eaux et la diminution du renouvellement des ressources en eau consécutive à une réduction des précipitations.

Les mesures pour faire face à la vulnérabilité du secteur eau comprennent entre autres (i) l'amélioration des systèmes d'approvisionnement en eau potable pour les communes dont le taux de desserte est inférieur à 30% (Malanville, Kandi, Zakpota et Ouidah, notamment) (ii) la promotion des technologies et pratiques d'économie de l'eau (iii) l'accroissement de la capacité de stockage de l'eau par construction des barrages et autres retenues (iv) l'appui à la recherche technologique pour l'amélioration de l'accès à l'eau potable (v) la réévaluation des ressources en eau (superficielles et souterraines) du Bénin et (vi) le renforcement des capacités des structures techniques en charge de la gestion des ressources en eau.

Face au niveau de vulnérabilité des eaux de surface et du système d'approvisionnement en eau potable, deux programmes importants sont envisagés :

- **Programme de construction des barrages à but multiple** qui vise l'approvisionnement en Eau des zones du socle, la régulation des inondations et l'autosuffisance énergétique



- **Programme de forages, de construction de réservoirs, d'adductions d'eau potable et de gestion communautaire des ouvrages** visant la planification et la réalisation des ouvrages pour assurer une desserte adéquate pour les populations locales concernées.

4.1.2. Technologies existantes dans le secteur des ressources en eau

Ces technologies dont la liste se présente ci-dessous, sont extraites de la documentation existante, notamment le "Plan Directeur de Développement du sous-secteur de l'Approvisionnement en eau potable en milieu rural du Bénin" (MEEM, 2017), le "Cadre d'accélération des OMD. Accès à l'eau potable et à l'assainissement de base" (MDAEP, 2013), "l'Etat des lieux des collectifs, plateformes et réseaux d'organisation de la société civile du secteur de l'eau et de l'assainissement dans six (6) pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre : Rapport du Bénin" (Coalition Eau, 2008).

1. Forage à buts multiples ;
2. Techniques endogènes de conservation de l'eau ;
3. Aménagement des bas-fonds et des bassins versants ;
4. Micro-irrigation (goutte à goutte) ;
5. Restauration et sauvegarde des forêts galeries ;
6. Construction de retenues d'eau ;
7. Irrigation gravitaire ;
8. Adduction d'eau villageoise ;
9. Exhaure de l'eau à partir des systèmes solaires photovoltaïques ;
10. Water Access Point

4.2. Contexte de décision

Le Bénin est assez bien arrosé dans son ensemble et dispose des ressources en eau relativement importantes qui sont de nature à le mettre à l'abri de toute pénurie d'eau pour ses activités de développement socioéconomique pendant plusieurs années.

Toutefois, au cours de ces dernières décennies ces ressources sont en proie à quelques indices de dégradation persistante. Le développement durable étant l'objectif prioritaire du programme de développement du pays en dépend essentiellement.

Les questions relatives à la gestion des ressources en eau relèvent au premier chef du ministère en charge de l'eau. Les départements ministériels de la santé, de l'énergie et de l'agriculture sont également impliqués dans une moindre mesure.

Pour la mise en place des outils et des mécanismes de gestion durable des ressources en eau au Bénin, les actions à mener par ordre de priorité se rapportent à la formation des ressources humaines, l'amélioration de la connaissance des ressources en eau, l'amélioration du cadre juridique, élaboration de Schéma directeur de gestion intégrée des ressources en eau des principaux bassins versants, l'amélioration du cadre institutionnel et la mise en place du Fonds National de l'Eau

Au regard de l'accroissement continu des besoins des populations en eau potable et les contraintes inhérentes au développement du secteur, le Ministère en charge de l'eau a fait élaborer plusieurs instruments de stratégies et de politique de gestion des

ressources en eau. Les outils de planification et de gestion durable de l'eau, élaborés au niveau national sont principalement :

- La stratégie nationale de gestion des ressources en eau du Bénin (1997)
- La Vision Eau 2025 (1999)
- Le document de Politique Nationale de l'Eau (2009),
- Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des ressources en eau.
- Le Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PANGIRE) validé en 2011.

Avec l'adoption de la GIRE comme mode de gestion des ressources en eau au Bénin, le gouvernement est engagé dans une profonde réforme de la gouvernance de l'eau, avec notamment, la création et l'opérationnalisation de nouvelles institutions et organes de concertation, de coordination et de gestion des ressources en eau (Conseil National de l'Eau, Comité de bassin, Agence nationale de gestion de l'eau, organe local de gestion de l'eau, Fonds national de l'eau, etc.), l'adoption et l'application d'une loi portant gestion de l'eau au Bénin comprenant de nouvelles règles, de nouvelles procédures et de nouveaux instruments (techniques, suivi et connaissance des ressources en eau, financement, économiques, SDAGE, SAGE...), etc.

En ce qui concerne la valorisation des ressources en eau pour atteindre la sécurité alimentaire, les efforts déployés à partir des années 90 ont permis l'augmentation du taux de desserte et l'amélioration significative de la fourniture d'eau potable en milieu rural et semi-urbain sur toute l'étendue du territoire national. En 2015, le taux de desserte est ressorti à 67,6% en milieu rural. Toutefois, ce taux cache des disparités d'un département à l'autre et à l'intérieur des communes.

Face à cette situation, le Gouvernement ambitionne d'assurer l'accès à l'eau potable à toutes les populations du Bénin à l'horizon 2021. La réalisation de cette ambition confirmera les efforts du Bénin dans l'atteinte de l'ODD n°6 consacré à l'accès de tous à l'eau, à l'assainissement et à la gestion durable des ressources en eau.

Les réformes pour l'accès à l'eau potable engagées par l'Etat sont principalement la mise en place d'un nouveau mécanisme d'exécution des projets et programmes d'accès à l'eau potable prenant en compte la promotion effective du Partenariat Public-Privé dans le secteur, les réformes institutionnelles de la Direction générale de l'eau et de la SONEB (séparer le patrimoine de l'exploitation) et la Création d'agence d'exécution pour opérationnaliser la politique du Gouvernement. Les Projets phares inscrits dans le PAG 2106-2021 consiste à :

- Donner accès à l'eau potable à l'ensemble de la population rurale et semi-urbaine : réhabilitation, densification et extension d'ouvrages hydrauliques dans toutes les communes couvertes afin de desservir 2,5 millions de personnes supplémentaires en milieu rural d'ici à 2021.
- Développer les capacités de production et de distribution en milieu urbain et périurbain : construire et renforcer les systèmes d'alimentation en eau potable en milieu urbain, accompagné de campagnes de branchements subventionnés pour les plus démunis afin de desservir environ 2,7 millions de personnes en milieu urbain à l'horizon 2021.
- Moderniser et développer l'exploitation responsable des ressources hydrologiques à travers la promotion de la gestion intégrée des ressources en

eau au niveau des bassins hydrographiques et la construction des infrastructures hydrauliques multifonctions.

Les priorités du secteur des ressources en eau sont arrimés aux objectifs et cibles de l’agenda mondial des ODD et à ceux de l’agenda régional de l’Union Africaine.

4.3. Aperçu des options technologiques en matière d’adaptation pour le secteur des ressources en eau et leurs principaux avantages en termes d’Adaptation

Le tableau 8 ci-après donne un aperçu des technologies existantes en matière d’adaptation pour le secteur des ressources en eau et leurs principaux avantages/bénéfice en termes d’adaptation.

Tableau 8 : Technologies en matière d’adaptation et leurs principaux avantages pour le secteur des ressources en eau

| Options technologiques | Principaux avantages en termes d’adaptation |
|---|---|
| Forage à buts multiples | -disponibilité permanente de l’eau douce -conduite de certaines activités en plein temps (agriculture par exemple) |
| Techniques endogènes de conservation de l’eau | -disponibilité de l’eau -satisfaction des besoins domestiques |
| Aménagement des bas-fonds et des bassins versants | -lutte contre l’érosion -rendre productive les terre -amélioration des bénéficiaires |
| Micro-irrigation (goutte à goutte) | -économie de l’eau -réduction des pertes par évaporation -accroissement des rendements |
| Restauration et sauvegarde des forêts galeries | -conservation de la biodiversité -maintien du microclimat |
| Construction de retenues d’eau | disponibilité de l’eau pour des fins agro sylvo pastorales |
| Irrigation gravitaire | - emblavure des superficies |
| Adduction d’eau villageoise | - Approvisionnement en eau des communautés - facilité d’accès à l’eau potable |
| Exhaure de l’eau à partir des systèmes solaires photovoltaïques | Amélioration des capacités/systèmes d’approvisionnement en eau |
| Water Access Point | Facilité d’approvisionnement en eau en milieu rural par système électronique |

4.4. Liste des technologies d'adaptation identifiées dans le secteur des ressources en eau au titre de l'EBT

Les technologies ci-après, ont été sélectionnées pour le compte de l'adaptation des ressources en eau aux changements climatiques sur la base des mêmes principes qui ont guidé les parties prenantes au niveau du secteur de l'agriculture.

1. Utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation ;
2. Réalisation de micro barrages ou autres retenues d'eau de surface ;
3. Micro-irrigation (goutte à goutte) ;
4. Collecte et valorisation des eaux pluviales ;
5. Gestion intégrée des bas-fonds rizicoles ;
6. Aménagement des petits Bassins Versants pour l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle au profit des populations vulnérables
7. Forage à buts multiples ;
8. Promotion des mini-réseaux d'eau ;
9. Puits moderne équipé de poulies ;
10. Adduction d'eau avec pompe Photovoltaïque ;
11. Puits moderne équipé de pompe à motricité humaine ;
12. Adduction d'eau potable simplifiée (AEPS) ;
13. Réalisation d'impluvium ;
14. Réalisation de micro barrage.

4.5. Critères et processus de priorisation des technologies dans le secteur des ressources en eau

Les huit (8) critères qui ont servi à la priorisation des technologies d'adaptation pour le secteur de l'agriculture ont été également utilisés pour le secteur de l'eau. Pour la notation, la même échelle (1- 100) a été considérée pour les étapes de l'Analyse Multicritère (AMC). L'attribution des poids aux critères est soutenue notamment par des orientations de la politique de gestion des ressources en eau, la stratégie nationale de gestion des ressources en eau du Bénin (1997), le Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PANGIRE, 2011), la Vision Eau 2025 (1999), le document de Politique Nationale de l'Eau (2009) et le schéma directeur d'aménagement et de gestion des ressources en eau.

La notation des technologies en fonction des critères, les poids attribués aux critères, les notes pondérées des critères et les classements résultants sont présentés dans les tableaux 9,10,11,12,13.

Tableau 9 : Notation des technologies pour le secteur des ressources en eau

| N° | Technologies | Cout | | Bénéfice | | | | | | Totale note |
|----|---|----------------|-------------|------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|
| | | | | Economique | | Social | Environnemental | relatif au climat | Déploiement de la technologie | |
| | | investissement | maintenance | Performance économique | Génération de revenus | Sécurité alimentaire | Réduction de la dégradation de terres | Réduction de la vulnérabilité | Adoption de la technologie | |
| 1 | Utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation | 80 | 1 | 70 | 80 | 60 | 5 | 40 | 40 | 376 |
| 2 | Réalisation de micro barrages ou autres retenues d'eau de surface | 84 | 88 | 80 | 40 | 60 | 20 | 60 | 80 | 512 |
| 3 | Micro-irrigation (goutte à goutte) | 99 | 97 | 50 | 60 | 70 | 10 | 60 | 60 | 505 |
| 4 | Collecte et valorisation des eaux pluviales | 100 | 94 | 40 | 20 | 50 | 10 | 60 | 80 | 454 |
| 5 | Gestion intégrée des bas-fonds rizicoles | 99 | 100 | 80 | 80 | 80 | 30 | 80 | 80 | 629 |
| 6 | Aménagement des Bassins Versants pour l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations vulnérables | 100 | 93 | 80 | 90 | 80 | 20 | 80 | 60 | 602 |
| 7 | Forage à buts multiples | 86 | 95 | 100 | 10 | 10 | 5 | 80 | 80 | 467 |
| 8 | Promotion des mini-réseaux d'eau | 1 | 82 | 40 | 10 | 10 | 5 | 70 | 40 | 258 |
| 9 | Puits moderne équipé de poulies | 88 | 100 | 40 | 10 | 5 | 5 | 60 | 80 | 388 |
| 10 | Adduction d'eau avec | 80 | 51 | 50 | 5 | 10 | 5 | 60 | 30 | 291 |



| | | | | | | | | | | |
|----|--|--|--|---|---|---|---|--------------------------------------|--------------------------------------|-----|
| | pompe Photovoltaïque | | | | | | | | | |
| 11 | Puits moderne équipé de pompe à motricité humaine | 86 | 99 | 10 | 5 | 10 | 5 | 20 | 80 | 315 |
| 12 | Adduction d'eau potable simplifiée (AEPS) | 89 | 99 | 50 | 10 | 10 | 5 | 60 | 70 | 392 |
| 13 | Réalisation d'impluvium | 84 | 99 | 50 | 30 | 50 | 5 | 50 | 10 | 377 |
| 14 | Réalisation de micro barrage | 84 | 88 | 80 | 40 | 60 | 5 | 50 | 80 | 487 |
| | Echelle de notation | 1=Cout très élevé --> 100=cout très faible | 1=Cout très élevé --> 100=cout très faible | 1=Avantage très faible --> 100=Très élevé | 1=Avantage très faible --> 100=Très élevé | 1=Avantage très faible --> 100=Très élevé | 1=Avantage très faible --> 100=Très élevé | 1=Très difficile --> 100=Très facile | 1=Très difficile --> 100=Très facile | |

Tableau 10 : Pondération des notations des technologies pour le secteur des ressources en eau (1^{ère} pondération)

| N° | Technologies | Cout | | Bénéfice | | | | | | Total note | Rang |
|----|---|----------------|-------------|------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------|------|
| | | | | Economique | | Social | Environnemental | relatif au climat | Déploiement de la technologie | | |
| | | investissement | maintenance | Performance économique | Génération de revenus | Sécurité alimentaire | Réduction de la dégradation de terres | Réduction de la vulnérabilité | Adoption de la technologie | | |
| 5 | Gestion intégrée des bas-fonds rizicoles | 1380 | 1600 | 560 | 720 | 1040 | 150 | 1440 | 1440 | 8329,70 | 1 |
| 6 | Aménagement des Bassins Versants pour l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations vulnérables | 1393 | 1482 | 560 | 810 | 1040 | 100 | 1440 | 1080 | 7904,71 | 2 |

| | | | | | | | | | | | |
|----------|---|-------------|-------------|------------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|----------------|----------|
| 3 | Micro-irrigation (goutte à goutte) | 1383 | 1546 | 350 | 540 | 910 | 50 | 1080 | 1080 | 6938,37 | 3 |
| 2 | Réalisation de micro barrages ou autres retenues d'eau de surface | 1174 | 1408 | 560 | 360 | 780 | 100 | 1080 | 1440 | 6901,55 | 4 |
| 14 | Réalisation de micro barrage | 1174 | 1408 | 560 | 360 | 780 | 25 | 900 | 1440 | 6646,55 | 5 |
| 4 | Collecte et valorisation des eaux pluviales | 1400 | 1498 | 280 | 180 | 650 | 50 | 1080 | 1440 | 6578,44 | 6 |
| 7 | Forage à buts multiples | 1209 | 1526 | 700 | 90 | 130 | 25 | 1440 | 1440 | 6559,67 | 7 |
| 9 | Puits moderne équipé de poulies | 1232 | 1599 | 280 | 90 | 65 | 25 | 1080 | 1440 | 5810,84 | 8 |
| 12 | Adduction d'eau potable simplifiée (AEPS) | 1243 | 1577 | 350 | 90 | 130 | 25 | 1080 | 1260 | 5755,74 | 9 |
| 13 | Réalisation d'impluvium | 1174 | 1577 | 350 | 270 | 650 | 25 | 900 | 180 | 5126,15 | 10 |
| 11 | Puits moderne équipé de pompe à motricité humaine | 1209 | 1577 | 70 | 45 | 130 | 25 | 360 | 1440 | 4855,95 | 11 |
| 1 | Utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation | 1126 | 16 | 490 | 720 | 780 | 25 | 720 | 720 | 4597,40 | 12 |
| 10 | Adduction d'eau avec pompe Photovoltaïque | 1116 | 816 | 350 | 45 | 130 | 25 | 1080 | 540 | 4101,93 | 13 |
| 8 | Promotion des mini-réseaux d'eau | 14 | 1309 | 280 | 90 | 130 | 25 | 1260 | 720 | 3828,11 | 14 |
| | Poids des critères | 14 | 16 | 7 | 9 | 13 | 5 | 18 | 18 | 100 | |

Analyse des résultats

Les résultats découlent de la même démarche et du même processus participatif de l'AMC que ceux du secteur de l'agriculture.

De l'analyse des résultats, il ressort que pour les pondérations successives des critères, les deux (2) technologies « *Gestion intégrée des bas-fonds rizicoles* » et « *Aménagement des bassins versants pour l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations vulnérables* » se sont constamment maintenues aux deux (2) premiers rangs. Les technologies « *Micro-irrigation (goutte à goutte)* » et « *Réalisation de micro barrage* » sont descendues dans le classement et la technologie « *Réalisation de micro barrage* » est remontée vers le 3^{ème} rang à l'étape de la deuxième pondération.

Sur avis des parties prenantes et au regard des priorités actuelles du Gouvernement et des besoins des populations vulnérables, il a été décidé par consensus de retenir les technologies prioritaires suivantes :

- 1- Gestion intégrée des bas-fonds rizicoles ;
- 2- Aménagement des petits bassins versants pour l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle au profit des populations vulnérables ;
- 3- Forage à buts multiples.

Analyse de sensibilité des résultats

Tout comme dans le secteur de l'agriculture, au niveau de l'analyse de sensibilité du classement, les mêmes types de modifications ont été apportées aux poids attribués aux critères « Réduction de la vulnérabilité » et « Adoption de la technologie » (Voir tableau 13). Le poids du critère « Réduction de la vulnérabilité » est passé de 20% à 25% et celui du critère « Adoption de la technologie » de 23% à 18%. Les éléments de justification restent les mêmes. Les trois (3) technologies ci-dessus, retenues ont confirmé leurs positions dans le classement. Elles sont en conformité avec les actions prévues dans le Programme d'Actions du Gouvernement (PAG 2016-2021) et le schéma directeur d'aménagement et de gestion des ressources en eau.



Tableau 11 : Pondération des notations des technologies pour le secteur des ressources en eau (2^e pondération)

| N° | Technologies | Cout | | Bénéfice | | | | | | Totale note | Rang |
|----|---|----------------|-------------|------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|------|
| | | | | Economique | | Social | Environnemental | relatif au climat | Déploiement de la technologie | | |
| | | investissement | maintenance | Performance économique | Génération de revenus | Sécurité alimentaire | Réduction de la dégradation de terres | Réduction de la vulnérabilité | Adoption de la technologie | | |
| 5 | Gestion intégrée des bas-fonds rizicoles | 1183 | 1600 | 640 | 480 | 960 | 180 | 1440 | 1760 | 8243 | 1 |
| 6 | Aménagement des Bassins Versants pour l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations vulnérables | 1194 | 1482 | 640 | 540 | 960 | 120 | 1440 | 1320 | 7696 | 2 |
| 2 | Réalisation de micro barrages ou autres retenues d'eau de surface | 1006 | 1408 | 640 | 240 | 720 | 120 | 1080 | 1760 | 6974 | 3 |
| 3 | Micro-irrigation (goutte à goutte) | 1185 | 1546 | 400 | 360 | 840 | 60 | 1080 | 1320 | 6791 | 4 |
| 7 | Forage à buts multiples | 1036 | 1526 | 800 | 60 | 120 | 30 | 1440 | 1760 | 6772 | 5 |
| 14 | Réalisation de micro barrage | 1006 | 1408 | 640 | 240 | 720 | 30 | 900 | 1760 | 6704 | 6 |
| 4 | Collecte et valorisation des eaux pluviales | 1200 | 1498 | 320 | 120 | 600 | 60 | 1080 | 1760 | 6638 | 7 |
| 9 | Puits moderne équipé de poulies | 1056 | 1599 | 320 | 60 | 60 | 30 | 1080 | 1760 | 5965 | 8 |
| 12 | Adduction d'eau potable | 1066 | 1577 | 400 | 60 | 120 | 30 | 1080 | 1540 | 5873 | 9 |



| | | | | | | | | | | | |
|----|---|------|------|-----|-----|-----|----|------|------|------|----|
| | simplifiée (AEPS) | | | | | | | | | | |
| 11 | Puits moderne équipé de pompe à motricité humaine | 1036 | 1577 | 80 | 30 | 120 | 30 | 360 | 1760 | 4993 | 10 |
| 13 | Réalisation d'impluvium | 1006 | 1577 | 400 | 180 | 600 | 30 | 900 | 220 | 4913 | 11 |
| 1 | Utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation | 965 | 16 | 560 | 480 | 720 | 30 | 720 | 880 | 4371 | 12 |
| 10 | Adduction d'eau avec pompe Photovoltaïque | 956 | 816 | 400 | 30 | 120 | 30 | 1080 | 660 | 4093 | 13 |
| 8 | Promotion des mini-réseaux d'eau | 12 | 1309 | 320 | 60 | 120 | 30 | 1260 | 880 | 3991 | 14 |
| | Poids des critères | 12 | 16 | 8 | 6 | 12 | 6 | 18 | 22 | 100 | |

Tableau 12 : Pondération des notations des technologies pour le secteur des ressources en eau (3^e pondération)

| N° | Technologies | Coût | | Bénéfice | | | | | | Total note | Rang |
|----|---|----------------|-------------|------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------|------|
| | | | | Economique | | Social | Environnemental | relatif au climat | Déploiement de la technologie | | |
| | | investissement | maintenance | Performance économique | Génération de revenus | Sécurité alimentaire | Réduction de la dégradation de terres | Réduction de la vulnérabilité | Adoption de la technologie | | |
| 5 | Gestion intégrée des bas-fonds rizicoles | 1380 | 1500 | 640 | 480 | 800 | 120 | 1600 | 1840 | 8360 | 1 |
| 6 | Aménagement des Bassins Versants pour l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations vulnérables | 1393 | 1389 | 640 | 540 | 800 | 80 | 1600 | 1380 | 7822 | 2 |
| 2 | Réalisation de micro barrages ou autres retenues d'eau de surface | 1174 | 1320 | 640 | 240 | 600 | 80 | 1200 | 1840 | 7094 | 3 |
| 7 | Forage à buts multiples | 1209 | 1431 | 800 | 60 | 100 | 20 | 1600 | 1840 | 7059 | 4 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|------|------|-----|-----|-----|----|------|------|------|-----------|
| 3 | Micro-irrigation (goutte à goutte) | 1383 | 1449 | 400 | 360 | 700 | 40 | 1200 | 1380 | 6912 | 5 |
| 14 | Réalisation de micro barrage | 1174 | 1320 | 640 | 240 | 600 | 20 | 1000 | 1840 | 6834 | 6 |
| 4 | Collecte et valorisation des eaux pluviales | 1400 | 1405 | 320 | 120 | 500 | 40 | 1200 | 1840 | 6825 | 7 |
| 9 | Puits moderne équipé de poulies | 1232 | 1499 | 320 | 60 | 50 | 20 | 1200 | 1840 | 6221 | 8 |
| 12 | Adduction d'eau potable simplifiée (AEPS) | 1243 | 1479 | 400 | 60 | 100 | 20 | 1200 | 1610 | 6112 | 9 |
| 11 | Puits moderne équipé de pompe à motricité humaine | 1209 | 1479 | 80 | 30 | 100 | 20 | 400 | 1840 | 5157 | 10 |
| 13 | Réalisation d'impluvium | 1174 | 1479 | 400 | 180 | 500 | 20 | 1000 | 230 | 4983 | 11 |
| 1 | Utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation | 1126 | 15 | 560 | 480 | 600 | 20 | 800 | 920 | 4521 | 12 |
| 10 | Adduction d'eau avec pompe Photovoltaïque | 1116 | 765 | 400 | 30 | 100 | 20 | 1200 | 690 | 4321 | 13 |
| 8 | Promotion des mini-réseaux d'eau | 14 | 1227 | 320 | 60 | 100 | 20 | 1400 | 920 | 4061 | 14 |
| | Poids des critères | 14 | 15 | 8 | 6 | 10 | 4 | 20 | 23 | 100 | |

Tableau 13 : Pondération des notations des technologies pour le secteur des ressources en eau (4^e pondération)

| N ^o | Technologies | Cout | | Bénéfice | | | | | | Total note | Ran g |
|----------------|--|----------------|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------|----------|
| | | | | Economique | | Social | Environnemental | relatif au climat | Déploiement de la technologie | | |
| | | investissement | maintenanc e | Performance économique | Génération de revenus | Sécurité alimentaire | Réduction de la dégradation de terres | Réduction de la vulnérabilité | Adoption de la technologie | | |
| 5 | <i>Gestion intégrée des bas-fonds rizicoles</i> | 1380 | 1500 | 640 | 480 | 800 | 120 | 2000 | 1440 | 8360 | 1 |
| 6 | <i>Aménagement des Bassins Versants pour l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations vulnérables</i> | 1393 | 1389 | 640 | 540 | 800 | 80 | 2000 | 1080 | 7922 | 2 |
| 7 | <i>Forage à buts multiples</i> | 1209 | 1431 | 800 | 60 | 100 | 20 | 2000 | 1440 | 7059 | 3 |
| 2 | <i>Réalisation de micro barrages ou autres retenues d'eau de surface</i> | 1174 | 1320 | 640 | 240 | 600 | 80 | 1500 | 1440 | 6994 | 4 |
| 3 | <i>Micro-irrigation (goutte à goutte)</i> | 1383 | 1449 | 400 | 360 | 700 | 40 | 1500 | 1080 | 6912 | 5 |
| 4 | <i>Collecte et valorisation des eaux pluviales</i> | 1400 | 1405 | 320 | 120 | 500 | 40 | 1500 | 1440 | 6725 | 6 |
| 14 | <i>Réalisation de micro barrage</i> | 1174 | 1320 | 640 | 240 | 600 | 20 | 1250 | 1440 | 6684 | 7 |

| | | | | | | | | | | | |
|----------|---|-------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-------------|------------|-------------|-----------|
| 9 | <i>Puits moderne équipé de poulies</i> | 1232 | 1499 | 320 | 60 | 50 | 20 | 1500 | 1440 | 6121 | 8 |
| 12 | <i>Adduction d'eau potable simplifiée (AEPS)</i> | 1243 | 1479 | 400 | 60 | 100 | 20 | 1500 | 1260 | 6062 | 9 |
| 13 | <i>Réalisation d'impluvium</i> | 1174 | 1479 | 400 | 180 | 500 | 20 | 1250 | 180 | 5183 | 10 |
| 11 | <i>Puits moderne équipé de pompe à motricité humaine</i> | 1209 | 1479 | 80 | 30 | 100 | 20 | 500 | 1440 | 4857 | 11 |
| 1 | <i>Utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation</i> | 1126 | 15 | 560 | 480 | 600 | 20 | 1000 | 720 | 4521 | 12 |
| 10 | <i>Adduction d'eau avec pompe Photovoltaïque</i> | 1116 | 765 | 400 | 30 | 100 | 20 | 1500 | 540 | 4471 | 13 |
| 8 | <i>Promotion des mini-réseaux d'eau</i> | 14 | 1227 | 320 | 60 | 100 | 20 | 1750 | 720 | 4211 | 14 |
| | Poids des critères | 14 | 15 | 8 | 6 | 10 | 4 | 25 | 18 | 100 | |

RESUME ET CONCLUSIONS

Le présent rapport sur l'identification et la priorisation des technologies d'adaptation aux changements climatiques au titre du projet EBT-PAT, a couvert deux (2) secteurs d'activité particulièrement vulnérables au Bénin, à savoir l'agriculture et les ressources en eau. Après avoir mis en exergue les politiques nationales et sectorielles existantes, relatives à l'innovation technologique et à l'adaptation aux changements climatiques au regard des priorités de développement et de la vulnérabilité du pays aux changements climatiques, le rapport s'est penché sur l'identification des technologies. Il s'est dégagé une liste restreinte de technologies par secteur à partir d'une longue liste initialement établie.

La sélection des technologies fondée sur quatre (4) principes de base appuyés par le jugement d'expert, a donné lieu à l'élaboration des fiches technologiques renseignant chaque technologie à partir d'informations telles que les caractéristiques de la technologie, la situation de la technologie dans le pays, les avantages et les inconvénients et les coûts. Huit (8) critères de priorisation sont adoptés par les groupes de travail sectoriels. L'application de l'Analyse Multicritère (AMC) aux technologies présélectionnées a permis aux groupes de travail élargi à quelques personnes ressources d'opter par consensus pour les trois (3) premières technologies prioritaires pour chacun des deux (2) secteurs considérés (Agriculture et ressources en eau). Il s'agit de :

✓ **Pour le secteur de l'agriculture**

- 1- Mise au point et vulgarisation des itinéraires techniques adaptés aux nouvelles contraintes climatiques dans la zone agroécologique 5
- 2- Paillage (mulching)
- 3- Gestion intégrée de l'agriculture et de l'élevage de type agropastoralisme

✓ **Pour le secteur des ressources en eau**

- 1- Gestion intégrée des bas-fonds rizicoles
- 2- Aménagement des Bassins Versants pour l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle au profit des populations vulnérables
- 3- Forage à buts multiples



LISTE DES REFERENCES

- Amedée Chabi, Eric Adéchina Alamou, Eliézer Iboukoun Biao, Ezéchiél Obada, Josué Zandagba (2019). Assessment of Water Balance in the Ilauko Reservoir of the Ouémé at Savè Catchment (Benin, West Africa). *Hydrology*. Vol. 7, No. 1, 2019, pp. 15-23. doi: 10.11648/j.hyd.20190701.13
- Barthel, R., Sonneveld, B. G. J. S., Götzinger, J., Keyzer, M. A., Pande, S., Printz, A., & Gaiser, T. (2009). Integrated assessment of groundwater resources in the Ouémé basin, Benin, West Africa. *Physics and Chemistry of the Earth*, 34(4-5), 236-250. doi: 10.1016/j.pce.2008.04.001
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474706508000697>
- Bénin (2008). Stratégie d'opérationnalisation et déclinaison en plans d'investissements sectoriels de la vision Bénin 2025
- Bénin (2016). Programme d'Actions du Gouvernement 2016-2021. Portefeuille des projets par secteur. Présidence de la République du Bénin. Cotonou. 46p.
- Bénin/Primature (2012). Évaluation de la Politique de gestion des ressources en eau du Bénin. Primature/ Bénin Cotonou, 126 p.
- BIPEN (2012). *Implications économiques des changements climatiques dans le secteur agricole. Bilan et Perspectives à court et à moyen termes de l'Economie nationale*. Direction de la Prévision et de la Conjoncture, Cotonou, 110 p.
- Birame Diouf, Pr Henry Mathieu Lo, Bounama Dieye, Oumar Sane, Ousmane Fall Sarr (Eds.) (2014). Pour une agriculture intelligente face au changement climatique au Sénégal : recueil de bonnes pratiques d'adaptation et d'atténuation. Document de travail No 85, ProgrCCAFS/CGIAR. Frederiksberg C, Danemark. 181 p. Disponible en ligne sur: www.ccafs.cgiar.org
- BM (2015). Accélérer un développement résilient au changement climatique et à faibles émissions de carbone : *Business plan pour le climat en Afrique*. Washington DC, 165 p.
- Chevalier-le-Guyader (1987). Les Biotechnologies. Echos. Le livre de paris Hachette, 79p.
- Coalition Eau, (2008). Etat des lieux des collectifs, plateformes et réseaux d'organisation de la société civile du secteur de l'eau et de l'assainissement dans six (6) pays d'Afrique de l'Ouest et du Centre : Rapport Bénin. Cotonou, 69p.
- MAEP (2017). Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) 2025 et Plan National d'Investissements Agricoles et de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle PNIASAN 2017 – 2021. Cotonou, 139 p.
- MAEP et MENC (2019). "Stratégie nationale pour l'e-Agriculture au Bénin 2020-2024". Cotonou, 57p.
- MCVDD (2016). Stratégie de développement à faible intensité de carbone et résilient aux changements climatiques 2016 -2025, Cotonou,

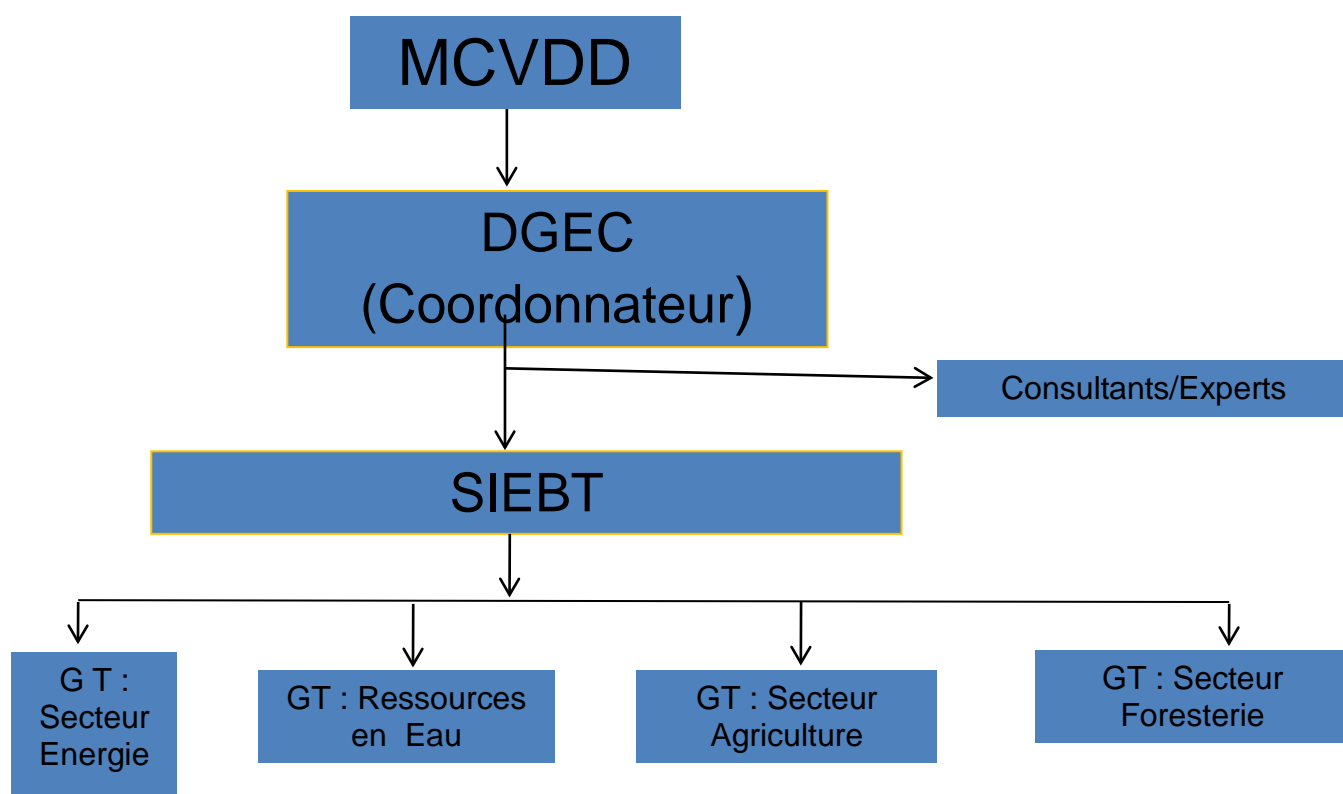


- MCVDD (2017). Contribution Déterminée au niveau National (CDN) du Bénin au titre de l'Accord de Paris sur le climat. Rapport relatif à la « composante adaptation », 37p
- MCVDD (2019). Etude sur les activités liées au transfert de technologies. Projet TCN-Bénin. Cotonou, 90p.
- MCVDD (2019). Troisième communication nationale de la République du Bénin à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Cotonou, Bénin, 270 p
- MDAEP (2013). Cadre d'accélération des OMD. Accès à l'eau potable et à l'assainissement de base. Cotonou. 126p.
- MECCAGPDPE (2000). Stratégies de développement du Bénin à long terme « Bénin 2025 Alafia ». Cotonou, Bénin 322p
- MECGCCRPRNF (2014). Choix des technologies agricoles pour l'adaptation aux changements climatiques dans les Communes d'intervention du PANA1. Projet PANA1, MECGCCRPRNF, Cotonou, 98p.
https://www.globalsupportprogramme.org/sites/default/files/downloads/choix_de_s_technologies_agricoles_pour_ladaptation_aux_.du_pana_1.pdf
- MECGCCRPRNF (2015). Contributions Prévues Déterminées au niveau National. Cotonou. 25p
- MEE (2008). Politique nationale de l'eau. Ministère de l'Energie et de l'Eau, Cotonou. 51 p.
- MEEM (2017). Plan Directeur de Développement du sous-secteur de l'Approvisionnement en eau potable en milieu rural du Bénin. Cotonou, 62p.
- MEHU (2003). Stratégie nationale de mise en œuvre au Bénin de la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. MEHU, Cotonou. 82p.
- MEHU (2003). Stratégie nationale de mise en œuvre au Bénin de la Convention-cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Cotonou.
- MEHU (2011). Deuxième communication nationale de la République du Bénin sur les changements climatiques. Cotonou, Bénin, 178 p.
- MEHU (2012). Choix des technologies agricoles pour l'adaptation aux changements climatiques dans les communes d'intervention du PANA1. Projet PANA1. Rapport final d'étude, 85p.
- MEPN (2008). Programme d'action national aux fins de l'adaptation aux changements climatiques (PANA). Cotonou, 81p.
- MERPMEDEP (1999). Vision nationale de l'eau en l'an 2025, Cotonou, 37p.
- MERPMEDEP (2011). Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau du Bénin. MERPMEDEP, Cotonou. 74 p.
- MPD (2018). Plan National de Développement 2018-2025. Cotonou. 300p
- PNUD (2014). Plan Cadre des Nations Unies pour l'Assistance au Développement UNDAF 2014-2018. Cotonou. 64p.

- Sintondji L., Badou F., Ahouansou M., Hounkpe J., Assogba Balle R., Gaba C., Vissin E., (2019). Etude de Vulnérabilité face aux changements climatiques du Secteur Ressources en Eau au Bénin. Report produced under the project "Projet d'Appui Scientifique aux processus de Plans Nationaux d'Adaptation dans les pays francophones les moins avancés d'Afrique subsaharienne", Climate Analytics gGmbH, Berlin. https://climateanalytics.org/media/pas-pna_benin_va_ressources_en_eau.pdf
- Valerie D .O.Kotchoni, Jean-Michel Vouillamoz & Fabrice M. A. Lawson¹, Philippe Adjomayi, Moussa Boukari & Richard G. Taylor (2018). Relationships between rainfall and groundwater recharge in seasonally humid Benin: a comparative analysis of long-term hydrographs in sedimentary and crystalline aquifers. *Hydrogeology Journal* 27:447–457 <https://doi.org/10.1007/s10040-018-1806-2>
- Yabi Ibouma, Blaise Donou, Maman-Sani Issa (2019). Vulnerability of small lakes in the district of Ouinhi (Benin republic) to the effects of climate change and human pressures. 20th Congress of the International Union for Quaternary Research (INQUA). Dublin, Ireland. <https://app.oxfordabstracts.com/events/574/program-app/submission/93912>.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Equipe nationale de coordination du Projet EBT-PAT



ANNEXE 2 : Liste des parties prenantes inclusives en adaptation

| Agriculture | Ressources en Eau |
|---------------------------------|---|
| MAEP (DE, DPV, DPA, INRAB, DPP) | Présidence (ANAEMR) |
| MCVDD (DGEC , DPP_MCVDD) | MEM (DG-Eau, SONEB,) |
| MESRS (UNA, CBRSI, FSA , EPAC) | MESRS (CBRSI, INE, LACEEDE, LHA , INRHOB) |
| MPD (INSAE , DGPD, DGFD) | MIT (METEO BENIN), |
| ANCB | MPD (INSAE , DGPD , DGFD) |
| , IDID ONG, | MCVDD, (DGEC, DEFC ; DPP) |
| MIT (METEO BENIN) | MEM, PNE, DNSP , |

| Agriculture | Ressources en Eau |
|------------------------------|--------------------------|
| chambre d'agriculture | CCIB |
| CeFAT ONG | |
| JEVEV, | |
| AIC, | |
| ANAPI | |
| ANOPER, | |
| IITA, | |
| Cabinet d'expertise agricole | |
| SONGHAI | |
| CCIB | |
| synergie paysanne | |

ANNEXE 3 : Composition des groupes de travail sectoriel

Secteur Agriculture

| N° | Nom et Prénoms | Structures | N° Téléphone | E-Mail |
|-----------|-----------------------|--|---------------------|------------------------|
| 1 | ZOFFOU Alex Gbéliho | INRAB | 96 60 71 53 | zofalex@yahoo.fr |
| 2 | HOUSSOU Brice | INRAB | 97 22 22 37 | briticoss@gmail.com |
| 3 | DANSOU Valère | INRAB | 96 82 72 62 | vadansou@gmail |
| 4 | HOUNKPONOU Saïd | Initiative pour un Développement Intégré Durable | 97 68 68 96 | Kolawpole79@gmail.com |
| 5 | WOLOU Olawolé | Direction de l'Elevage | 97 09 94 90 | wolou.olawole@yahoo.fr |
| 6 | HOUNGBO Emile | UNA | 67 76 37 22 | enomh2@yahoo.fr |

| N° | Nom et Prénoms | Structures | N° Téléphone | E-Mail |
|----|-----------------|------------|--------------|--|
| 7 | BOSSOUVI Judith | DPV/(MAEP) | 95 56 45 67 | jbossouvi@gmail.com |

Secteur Ressources en Eau

| N° | Nom et Prénoms | Structures | N° Téléphone | E-Mail |
|----|--------------------------|------------|--------------|--|
| 1 | TOSSA Aurélien | DG-Eau | 97 48 72 05 | aureltossa@gmail.com |
| 2 | DOSSOU Martial | DG-Eau | 95 05 05 66 | samumax@yahoo.fr |
| 3 | SINTONDI Luc | INE | 97 19 55 78 | O_sintondji@yahoo.fr |
| 4 | ZOGO André | PNE | 66555880 | a.zogo@gwppnebenin.org zandre2002@yahoo.fr |
| 5 | CODO François de Paul | INE | | fdepaule2003@gmail.com 01BP :1636 RP Cotonou, Benin |

ANNEXE 4 : Représentants des parties prenantes impliquées dans le processus EBT

| Nom et Prénoms | Structure | E-mail | Contactes |
|---|--|---------------------------|-------------|
| Salifou MAMAN (MEF/ Direction Générale du Budget) | Ministère de l'Economie et des Finances/ Direction Générale du Budget | | 97 48 70 55 |
| Alban Audrey GLOGLO (MEF/ Direction Générale du Budget) | | | 97 60 18 92 |
| Euphrem SOGBAVI (MEF/ Direction Générale du Budget) | | esogbavi@yahho.fr | 6676 83 86 |
| Maurice S. TOUHETONDE ; | | touhetondem@yahoo.fr | 97 31 83 79 |
| Herbert MONWANOU ; | Ministère du Plan et du Développement | | |
| Myriam AFOUDA, | | | |
| Soulémana HADAROU | | hadarousoulemana@yahoo.fr | 66 52 44 27 |
| ZOGLOBOSSOU Laurent (Direction de la Production Animale) | Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche) | | |
| Alex Gbéliho ZOFFOU (Institut National de la Recherche Agricole du Bénin) | | zofalex@yahoo.fr | 96607153 |
| Joseph,Vincent MAMA (Institut National de la Recherche Agricole du Bénin) | | mamvincent@yahoo.com | 64 39 44 30 |
| Brice HOUSSOU (Institut National des Recherches Agricoles du Bénin) | | briticoss@gmail.com | 97 22 22 37 |
| DANSOU Valère (Institut National de la Recherche | | vadansou@gmail.com | 96 82 72 62 |

| Nom et Prénoms | Structure | E-mail | Contactes |
|---|-----------|------------------------------------|-------------|
| Agricole du Bénin) | | | |
| BAH Ghislain Yvon (Direction de l'Élevage) | | ghaslainyvonbah@gmail.com | 96 30 70 71 |
| CRISNOT Michel Patrick Yvon (Direction de l'Élevage) | | merinotro2@yahoo.fr | 67 63 4202 |
| FALOLOU I. Achille (DPP) | | Isidorefalolou@gmail.com | 66 97 56 35 |
| HANTO N ;Octave M (DPP) | | octovehanto@gmail.com | 67 11 23 33 |
| ADJADI Ernest (INRAB) | | eadjadi@yahoo.fr | 97 98 79 63 |
| KPOTO C. Serges(DPP) | | kptoserges@gmail.com | 97 04 06 54 |
| ANATO M. Aymar (DQIFE) | | aymarmaevis85@gmail.com | 95 22 22 55 |
| LOKOSSOU M. Augustin(DQIFE) | | <u>lokossou.augustin@gmail.com</u> | 96 22 29 54 |
| BOSSOUVI Judith (MAEP) | | <u>ibossouvi@gmail.com</u> | 95 56 45 67 |
| GNIKPO F. Aristide (MAEP) | | Fassinou3@gmail.com | 97 69 67 27 |
| Président de l'Association Nationale des Organisations Professionnelles des Éleveurs de Ruminants (ANOPER). | | | |
| Président de la Fédération des Unions des Producteurs du Bénin. | | | |
| LAWIN Emmanuel (FAST), | | | |
| SINTONDJI Luc (l'Institut National de l'Eau) | | o_sintondji@yahoo.fr | |

| Nom et Prénoms | Structure | E-mail | Contactes |
|---|--|----------------------------|-------------|
| Clément C. GNIMADI (Directeur Général du Centre Béninois de la Recherche Scientifique et de l'Innovation) | Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique | gnimadic2003@yahoo.fr | 97 49 73 34 |
| Thierry AZONHE (Centre Béninois de la Recherche Scientifique et de l'Innovation) | | hazonhe@cbrsi-benin.org | 97 98 80 01 |
| Emile HOUNGBO (Université Nationale d'Agronomie) | | enomh2@yahoo.fr | 67 76 37 22 |
| BADOU D. Félicien (Institut National de l'Eau) ^o | | fdbadou@gmail.com | 97 96 75 19 |
| SINTONDI Luc (Institut National de l'Eau) | | O_sintondji@yahoo.fr | 97 19 55 78 |
| OREKAN Vincent | | Vincent.orekan@gmail.com | 96 91 01 67 |
| AHO Nestor (Faculté des Sciences Agronomiques, Membre pool d'experts en adaptation) | | ahonestor@yahoo.fr | |
| Ernest AMOUSSOU (Laboratoire PAGNEY- Université d'Abomey-Calavi) ; | | ernetamoussou@gmail.com | 95 06 47 46 |
| Ines OYEDE. (Direction Générale de la Météorologie du Bénin) | Ministère des Infrastructures et des Transports | Mirabello92@gmail.com | 97 39 98 06 |
| Directeur Général de l'Environnement et du Climat | Ministère du Cadre de Vie et du Développement Durable/Direction Générale de | marnickson@yahoo.fr | 96 61 39 36 |
| LIMA Euloge : Point Focal de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (Direction Générale de l'Environnement et du Climat) | | limeloge@gmail.com | 95 93 77 00 |
| BIAO MONGAZI Wilfrid (Coordonnateur National des | | <u>wilmongazi@yahoo.fr</u> | 66 01 44 74 |

| Nom et Prénoms | Structure | E-mail | Contactes |
|---|---|-----------------------------|-------------|
| Contributions Déterminées au niveau National (| l'Environnement et du Climat) | | |
| DOSSA Eunice (Membre du Pool d'experts pour l'atténuation/ Troisième Communication Nationale sur les Changements Climatiques) | | Fleur2006fr. @yahoo.fr | 95 45 15 28 |
| Aurélien TOSSA (Direction Générale de l'Eau) | Ministère de l'Eau et des Mines | aureltossa@gmail.com | 97 48 72 05 |
| Martial DOSSOU (Direction Générale de l'Eau) | | samumax@yahoo.fr | 95 05 05 66 |
| KOUKPONOU A. Benoît (Direction Générale de l'Eau) | | bkoukponou@yahoo.fr | 97 45 85 88 |
| Directeur de la Programmation et de la Prospective | | | |
| VIGAN Evariste (Direction Générale de l'Eau) | | fevigan@yahoo.fr | 95 28 87 63 |
| GNAHS. Martin(Direction Générale de l'Eau) | | Martingnaha12@gmail.com | 95 34 62 61 |
| Président de l'Unité de la Protection de l'Environnement | | | |
| KOLAWOLE Saïd (Directeur Exécutif d'IDID ONG) | Organisations Non Gouvernementales | lidiwine.akplogan@gmail.com | 96 03 94 88 |
| Directeur Exécutif d'IDID ONG | | Kolawpole79@gmail.com | 97 68 68 96 |
| DOSSOU Krystel (Directeur Exécutif d'OFEDI ONG) | | krystod@gmail.com | 97 14 65 64 |
| Directeur Exécutif de JVEV ONG | | | 96 57 16 86 |
| Directeur Exécutif de DCAM Bethesda ; | | jyvez.kaf@gmail.com | 95 25 30 64 |
| Directeur Exécutif de CeFAT-ONG | | | |

| Nom et Prénoms | Structure | E-mail | Contactes |
|--|---------------------------------|--------|-----------|
| Directeur Exécutif de Green Life ONG | | | |
| Directeur Exécutif du Cabinet d'expertise agricole ; | | | |
| Directeur Exécutif de Synergie paysanne ; | | | |
| Directeur du Projet SONGHAI | Acteurs du secteur Privé | | |
| Directeur de l'International Institute for Tropical Agriculture (IITA) | Institution Internationale | | |

Annexe 5 : Fiches technologiques pour les technologies sélectionnées pour le secteur de l'agriculture

Fiche technologiques N°1 :

Nom de la technologie : Aménagement hydro-agricole

1. Introduction

Basée essentiellement sur la production pluviale, l'agriculture dans nos régions, est largement tributaire des aléas climatiques qui compromettent de façon récurrente la production alimentaire.

Depuis plus de trois (3) décennies environ, le caractère aléatoire de la pluviométrie pose dans certaines régions en particulier de la zone subsaharienne des problèmes de sécurisation de la production agricole que seule l'irrigation à travers les aménagements hydro-agricoles peut assurer.

Le développement des techniques d'aménagement hydro-agricole a pour objectif d'utiliser au mieux l'eau, en même temps que les terres, les ressources humaines et les autres intrants essentiels (énergie, engrais et pesticides, etc.) de façon à renforcer durablement la production agricole. Cette technologie présente un grand intérêt pour l'adaptation aux changements climatiques dans un contexte où les paramètres climatiques comme les précipitations se révèlent de plus en plus aléatoires.

Par ailleurs, l'aménagement hydro-agricole permet à la fois une meilleure gestion de l'espace agricole et la réduction de l'impact de la variabilité et des extrêmes pluviométriques (inondations, longue séquence sèche, sécheresse saisonnière, etc.) sur la production agricole.

2- Caractéristiques de la Technologie

L'aménagement se fait par exploitation agricole. Des appareils topographiques permettent de délimiter et de tracer de façon permanente les terrains en pente qui serviront ensuite aux paysans pour installer les billons et les planches. Les espaces entre les billons constituent des réservoirs absorbant une grande quantité d'eaux pluviales. La technologie consiste donc à contrôler la quantité d'eau qui se déverse et s'écoule sur le champ. L'humidité des sols est donc optimale et assure une meilleure production agricole.

3- Spécificités du pays/applicabilité

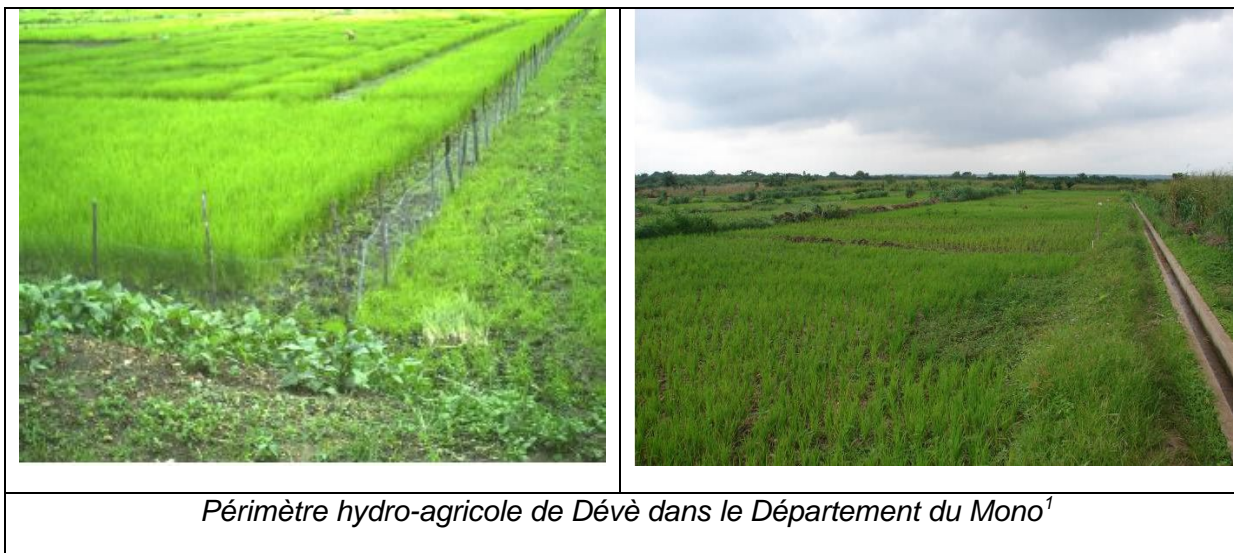
Le Bénin a un potentiel de plus de 325 000 ha de terres propices aux aménagements hydroagricoles, dont 205 000 ha de bas-fonds et 120 000 ha de plaines inondables (MAEP, 2017). La riziculture est l'activité la plus développée sur ces terres, avec une superficie moyenne emblavée de 65 935 ha en 2011-2015 et une population rizicole de 72 400 personnes dont 57196 hommes et 15204 femmes, soit respectivement 79% et 21% (MAEP, 2011). Les principaux bassins rizicoles du pays sont localisés dans quatre pôles de développement agricole (PDA) : PDA 1 (Vallée du Niger), PDA 2 (Alibori Sud, Borgou-Nord et les 2KP), PDA 3 (Atacora Ouest) et PDA 4 (Borgou sud-Donga-Collines). Le nombre de producteurs est estimé à 68780 (CCR-B, 2011). Ils sont organisés en 315 groupements (dont 42% Femmes).

4- Situation de la technologie dans le pays



Dans le pays, on observe l'insuffisance des aménagements hydroagricoles et une faible valorisation des aménagements existants (PSDSA, 2017). Le Bénin a connu depuis les années 1960 l'expérience peu concluante des grands périmètres irrigués de palmeraie (900 ha à Ouidah Nord) et de canne à sucre (4400 ha à Save). L'option actuelle est aux exploitations de taille plus modeste et utilisant des technologies économes en eau. Ainsi, le Programme d'Aménagement Hydro-Agricole de PROTOS mis en œuvre dans les départements Mono-Couffo et Atacora-Donga à partir de 2007 sur financement du Fonds Belge de Survie et de l'Union Européenne a permis de renforcer les capacités des organisations paysannes et des acteurs d'appui, et accroître les productions vivrières (maraîchage, riziculture) et les revenus agricoles des populations vulnérables

Aussi, la composante 5 du premier axe prioritaire du Plan National d'Investissements Agricoles et de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (PNIASAN) relatif à l'amélioration de la productivité et de la production des produits végétaux, animaux et halieutiques des filières agricoles prioritaires est-elle consacrée à la promotion des aménagements hydro-agricoles, pastoraux, aquacoles et des infrastructures de désenclavement.



¹ [https://www.uneca.org/sites/default/files/uploaded-documents/AEC/2011/yabi et al quelques aspects socio-economiques_0.pdf](https://www.uneca.org/sites/default/files/uploaded-documents/AEC/2011/yabi_et_al_quelques_aspects_socio-economiques_0.pdf)

² <http://era-inter.com/projects/etudes-apd-dce-de-240-ha-et-controle-des-travaux-de-440-ha-de-bas-fonds-dans-la-basse-et-moyenne-vallee-de-loueme/>

En matière d'aménagements hydro-agricoles, le Programme d'Actions du Gouvernement (PAG) et le PNIASAN ont projeté

- l'aménagement de 19 232 ha et la construction de 11 barrages ;
- l'aménagement de 690 km de pistes dont 40 km de digue-pistes et la construction d'une dizaine de débarcadères ;
- l'installation de 2 500 jeunes entrepreneurs agricoles.

En matière de développement de l'irrigation, il est prévu

- la réhabilitation de 120 retenues d'eau avec 56 constructions ;
- l'irrigation de 11 000 ha de périmètres rizicoles avec 300 ha en polyculture.

Concernant la pisciculture continentale et la mécanisation agricole, la production de poisson passera à 20 000 T en 5 ans et les opérations culturales seront mécanisées sur 300 000 ha à l'horizon 2021 sur une emblavure estimée à 3 000 000 ha, soit une amélioration de 10%.

A propos du cadre institutionnel, les actions suivantes sont envisagées :

- promotion des aménagements hydroagricoles, du développement de la mécanisation agricole et de la réalisation des infrastructures structurantes par les Agences Territoriales de Développement Agricole (ATDA)
- mise en place, suivi et contrôle des normes techniques des infrastructures d'aménagement et d'équipements agricoles par les Directions Départementales de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche (DDAEP) appuyées par la Direction du Génie Rural.

Cohérence avec la politique et/ou la stratégie nationale (projets prioritaires du gouvernement) :

- projets d'aménagement des périmètres Irrigués en milieu rural,
- projets de Sécurité Alimentaire par l'Aménagement de Bas-fonds et le renforcement des capacités de Stockage au Bénin,
- projets d'Aménagement hydro-agricole de la basse vallée du Fleuve Mono ;
- Etc.

5 Avantages

Les techniques d'aménagement hydro-agricole favorisent l'introduction des techniques culturales modernes de production telles que les techniques d'irrigation, utilisation de machine agricole, de fumure minérale et de pesticides au niveau des producteurs. Elles permettent d'améliorer les savoir-faire culturels et de mieux faire face aux impacts négatifs des aléas climatiques. Contrairement au système de culture pluviale, ces techniques permettent de renforcer la capacité technique des paysans et fermiers dans le domaine culturel et de limiter les impacts des changements climatiques. L'intérêt réside également dans l'allongement de la période de production agricole.

6- Inconvénients

Les inconvénients majeurs comprennent le coût élevé de la technologie et l'augmentation de la charge de travail notamment.

7- Coût

Les coûts de mise en valeur et d'exploitation des terres pour aménagements hydro-agricole sont très variables d'un pays à l'autre et d'un type d'irrigation à l'autre. Pour un aménagement à l'hectare le coût d'investissement s'élève à 14000\$USD et la charge d'exploitation à 400 \$USD.

Fiche technologiques N°2

Nom de la technologie : Système agro climatologique d'alerte rapide dans la zone agro écologique 5 (douze (12) communes)

1. Introduction

L'agriculture, base de la croissance économique dans certains pays africains au plus fort taux de pauvreté, emploie une importante partie de la population active. Face à l'augmentation de la fréquence et au caractère très prononcé des phénomènes hydrométéorologiques et climatique extrêmes, le partage d'information en temps réel est l'une des préoccupations majeures dans le secteur de l'agriculture. Il est essentiel de pouvoir fournir des informations agro météorologiques voire agro climatologiques précises, fiables et en temps opportun.

Selon la FAO, dans presque toutes les régions du monde, les conditions météorologiques extrêmes causent chaque année, la perte de millions de dollars en moyens de subsistance, en récoltes et en investissements infrastructurels, contribuant ainsi à un accroissement de la pauvreté. La mise en place d'un système d'alerte rapide et efficace ainsi que l'amélioration de l'information climatologique en appui aux décisions prises par les pouvoirs publics et les communautés peuvent atténuer ces pertes.

La collecte, l'analyse et la diffusion de données et informations fiables sur les conditions météorologiques, hydrologiques et climatiques, communément désigner sous le vocable « services hydrométéorologiques » ont un grand rôle à jouer pour appuyer les communautés des paysans et agriculteurs dans leurs efforts visant à réduire la pauvreté, renforcer la résilience et s'adapter aux changements climatiques.

Le déploiement de technologies agro météorologiques et hydrométéorologiques rentables et durables s'impose. Les investissements sont nécessaires à toutes les étapes de la chaîne de valeur de l'information allant de la création et du renforcement des réseaux d'observation à la mise en place de services permettant aux communautés, aux décideurs et aux entreprises de comprendre et d'exploiter les informations météorologiques et climatologiques en passant par la conception de produits sur mesure adaptés aux risques et par l'amélioration de la communication et du partage d'informations.

La mise en place et le caractère opérationnel d'une telle technologie requièrent fondamentalement l'établissement de partenariats public-privé structurés, l'acquisition de systèmes innovants, la mise en place de nouveaux services, le renforcement des institutions, le développement de la coopération régionale voire sous-régional et le renforcement des capacités.

2- Caractéristiques de la technologie

La mise en œuvre ou le déploiement de cette technologie consiste essentiellement en la collecte de données hydrométéorologiques fiables et faciles à conserver , au traitement des données en temps réel, suivi de leur transmission à destination des Services Météorologiques et Hydrologiques Nationaux (SMHN) ; l'émission automatique d'alertes rapides en cas d'événements hydrométéorologiques extrêmes par le biais des systèmes de communication les plus efficaces au niveau local, des services assurant la diffusion d'une information hydrométéorologique crédible et adaptée, favorisant le développement économique d'un large éventail de sous- secteurs de l'agriculture sensibles aux conditions météorologique, climatiques et hydrologiques extrêmes.

3- Spécificités du pays/applicabilité

Suite aux inondations de 2010, il a été élaboré et mis en œuvre à partir de l'année 2013 le projet de Renforcement de l'information sur le climat et de mise en place du système d'alerte précoce au Bénin pour un développement résilient au climat et l'adaptation aux changements climatiques (SAP-BENIN/PNUD/FEM). Le projet a installé et mis en service 25 stations hydrométriques, 20 stations météorologiques automatiques, y compris le type pluviométrique et 03 stations océanographiques. La production des informations climatiques et l'élaboration des bulletins d'alerte sur les crues et inondations sont assurées par une Cellule Interinstitutionnelle de Prévision et d'Alerte composée d'experts hydrologues, météorologues et océanologues provenant respectivement de la Direction Générale de l'Eau, de Météo-Bénin et de l'Institut de Recherche Halieutique et Océanographique du Bénin.

Les populations de la vallée de l'Ouémé, de Niger et du Mono ont bénéficié des initiatives d'alertes de ce projet qui ont permis de limiter les impacts des inondations de la deuxième moitié de la décennie 2010-2019.

Dans le secteur agricole, le renforcement du système de prévisions et des alertes agro-météorologiques et climatiques fait partie des orientations majeures assignées à l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) et aux autres acteurs du Système National de Recherche Agricole (SNRA) par le Plan National d'Investissements Agricoles et de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (PNIASAN). Un appui au fonctionnement du mécanisme de diffusion des alertes SMS et des prix des produits agricoles aux acteurs et la modernisation du mécanisme de collecte de données par l'usage d'une application web et des terminaux mobiles (Smartphone) sont préconisés en l'occurrence.

Il s'agit de répondre aux faibles capacités de résilience des populations vulnérables en matière d'alimentation et nutrition en milieu communautaire, et face aux effets des changements climatiques, de la dégradation des terres et de la gestion des risques

A propos du cadre institutionnel, signalons que pour l'opérationnalisation de la 2ème phase du Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en eau (PANGIRE), il est précisé dans son Objectif spécifique N°4 d'améliorer la connaissance, la planification et la gestion des ressources en eau du Bénin à travers un Système National d'Information sur l'Eau (SNI Eau) opérationnel. Il s'agit concrètement d'assurer :

- la mise en place/renforcement d'un système d'alerte précoce pour les crues et les inondations dans les bassins des principaux fleuves (Ouémé, Mono, Niger et Pendjari) ;
- la Conception, l'opérationnalisation et le suivi du système d'alerte précoce de prévention des risques et catastrophes liés à l'eau

Par ailleurs, la réduction des risques de catastrophes fait partie des quatre objectifs environnementaux fixés par la loi sur les changements climatiques en République du Bénin. Outre sa mission de contribuer à la mise en œuvre de la politique gouvernementale en matière de réduction des risques de catastrophe, l'Agence Nationale de Protection Civile (ANPC) créée par décret n° 2012-426 du 06 novembre 2012 (modifié par le décret n°2018-062 du 15 février 2018), est chargée d'identifier et de prévenir tout risque de catastrophe sur l'ensemble du territoire national et de préparer les autorités politico-administratives et les populations à faire face aux risques majeurs

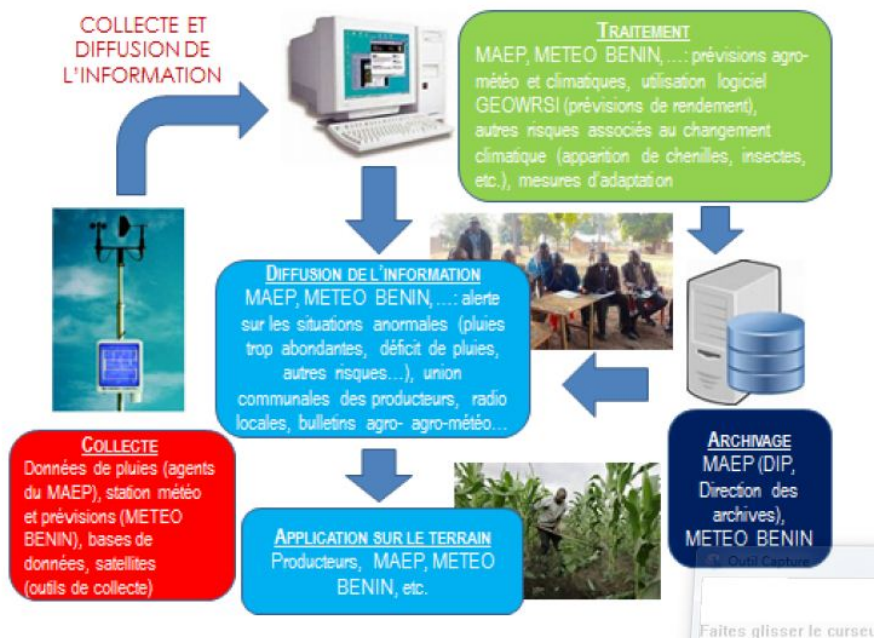
Cohérence avec la politique et/ou stratégie nationale (projets prioritaires du gouvernement :

Plusieurs projets phares ou prioritaires du Gouvernement développent des initiatives soutenant la problématique de cette technologie :

- Programme de prévention et de gestion des risques de catastrophes ;
- Projets d'Aménagement des Périmètres Irrigués en Milieu Rural ;
- Projets de Sécurité Alimentaire par l'Aménagement de Bas-fonds et le Renforcement des capacités de Stockage au Bénin
- Projets d'Aménagement hydro-agricole de la basse vallée du Fleuve Mono

4- Situation de la technologie dans le pays

Au lendemain de la sécheresse climatique voire agricole des années 76-77, la République du Bénin a bénéficié grâce à l'appui de l'organisation Météorologique Mondiale (OMM) et de l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) d'un projet intitulé « **Développement Agro météorologique du Bénin** », qui a mis au point entre 1983 et 1988 un système de suivi des cultures à l'échelle nationale, basé sur des observations météorologiques et phénologiques décennales et la publication d'un bulletin agrométéorologique comportant des conseils et avis destinés essentiellement aux agents d'encadrement agricoles et aux producteurs. Plusieurs années plus tard dans le cadre projet dénommé « Programme intégré d'Adaptation pour la lutte contre les effets Néfastes des changements climatiques sur la production agricole et la sécurité alimentaire au Bénin (PANA 1) » financé par le FEM, un bulletin d'information agrométéorologique mensuel (PANA1-AGROMET INFO) couvrant les quatre (4) zones agrométéorologie d'intervention du projet dégage des perspectives à court terme et prodigue des conseils pratiques pour le suivi de la campagne agricole, en rapport avec l'adaptation aux changements climatiques. C'est à la suite du PANA1 que le Bénin a bénéficié à l'instar d'autres pays africains du projet SAP « Renforcement de l'information sur le climat et systèmes d'alerte précoce en Afrique pour un développement résilient au climat et adaptation aux changements climatiques » exécuté entre 2013 et 2017. Ces initiatives n'ont pas été malheureusement poursuivies.



Système d'information agro-météorologique du Bénin³

³ <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.ctc-n.org%2Ffile%2F22815&sig=AOvVaw1xWkTIZAEIOWGQSTTJtfqX&ust=1587590923256000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCOjH8527-ugCFQAAAAAdAAAAABAJ>

5 Avantages

L'existence de systèmes d'alerte rapide, qui visent à atténuer l'impact des phénomènes météorologiques extrêmes, constitue une source indéniable d'avantages. Les avantages des systèmes d'alerte rapide peuvent être subdivisés en trois catégories :

- diminution des pertes matérielles en cas de catastrophe naturelle ;
- diminution des pertes humaines suite aux catastrophes naturelles ;
- hausse annuelle de 6 à 10 % des profits économiques ;
- consolidation de la production animale ;
- diminution des pertes culturale ;

6- Inconvénients

Les principaux inconvénients sont inhérents aux conditions nationales susceptibles de rendre les informations inexactes, fausses ou dépassées, et d'induire en erreur des populations qui seraient ainsi victimes de leur confiance en un système défaillant. Il s'agit notamment des risques de panne/destruction des équipements, de l'insuffisance des échantillons, du manque de moyens de fonctionnement, des longs délais de transmission/analyse des données et d'élaboration/diffusion des avis d'alerte.

7- Coût

Le coût du système susceptible de fonctionner à la façon d'une alerte rapide agro climatologique dans toutes les conditions prévisibles au niveau de la commune en investissement et le développement des réseaux s'élève à 13000 \$USD.

Fiche technologique N°3

Nom de la technologie : Mise au point et vulgarisation des itinéraires techniques adaptés aux nouvelles contraintes climatiques dans la zone agro écologique 5.

1. Introduction

Dans la zone intertropicale et en Afrique en particulier, l'adaptation aux aléas climatiques et la gestion des risques liés au climat préoccupent de plus en plus les autorités centrales pour la prise de décision surtout au profit des communautés rurales.

La plupart de ces communautés rurales n'ont pas accès aux conseils techniques et technologies d'adaptation aux changements climatiques. Cette faiblesse notée au niveau des structures d'encadrement agit sur les paysans à tous les niveaux de production agricole tels que la préparation des champs agricoles, la sélection des semences adaptées, l'identification des itinéraires techniques appropriées à chaque culture, etc.

Parmi les mécanismes mis en jeu pour le partage d'information, figure l'approche de vulgarisation qui est une technologie totalement novatrice dans un contexte de climat changeant car les services de vulgarisation communautaires se concentrent plus sur les technologies ordinaires. Il s'agit d'une innovation de portée stratégique pour soutenir les paysans face aux nouvelles contraintes climatiques. La vulgarisation et le conseil agricoles permettent donc aux paysans de prendre en considération de manière plus efficiente les itinéraires techniques adaptés aux nouvelles contraintes climatiques.

2- Caractéristiques de la technologie

Par itinéraire technique, on entend la suite logique et ordonnée de techniques appliquées à une culture. Autrement dit, c'est l'ensemble des techniques combinées pour conduire une culture, y compris le choix de la variété, en vue d'atteindre des objectifs divers, accompagné des raisons qui justifient ces choix (Fovet-Rabot, 2002).

Les choix sont orientés par des contraintes techniques, économiques et sociales, et par l'interdépendance des opérations. La conduite de la culture n'est pas une juxtaposition d'opérations regroupées dans différentes rubriques sans lien entre elles : travail du sol, semis, fertilisation, protection... Il faut gérer un ensemble d'interactions entre techniques culturales, milieu et peuplement végétal et prendre simultanément en considération un ensemble de risques, y compris les risques climatiques. Selon Capillon et Caneill (1987), « La pratique d'un itinéraire technique correspond à la mobilisation de moyens (matériels, intrants), à la fourniture de travail humain (manuel, intellectuel) et à la poursuite d'un objectif de production donné (qualité et quantité) ».

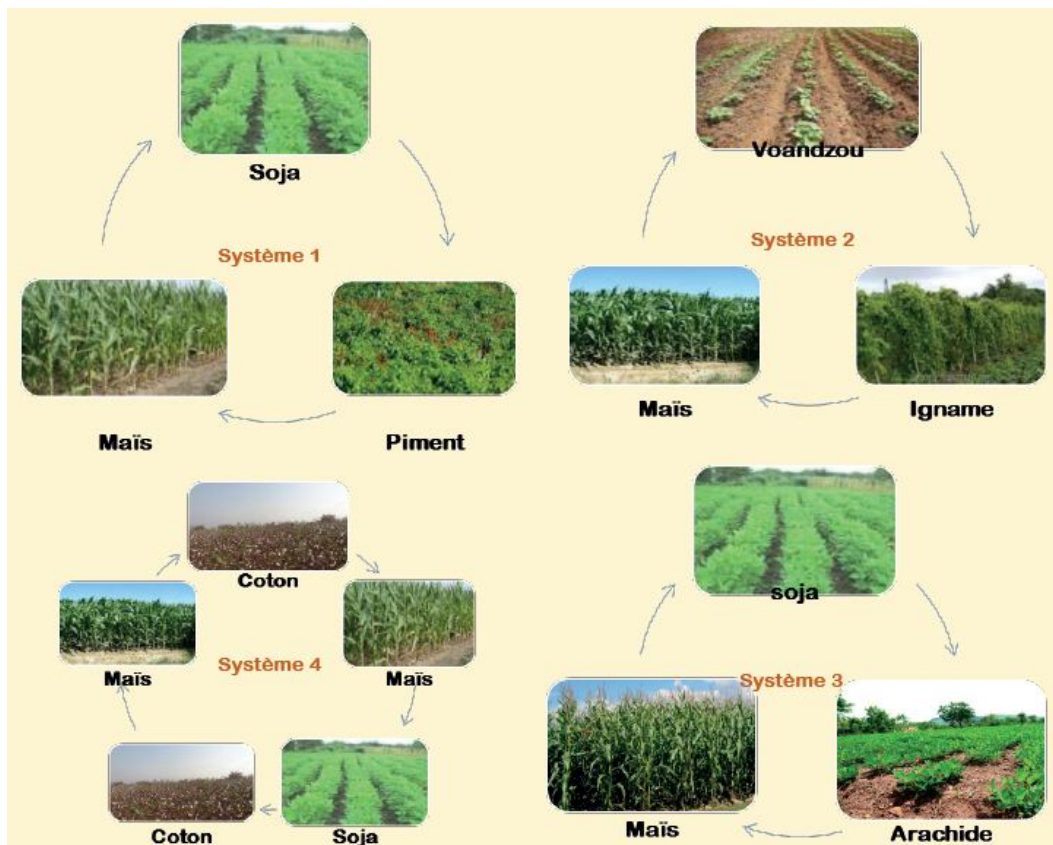
3- Spécificités du pays/applicabilité

Au Bénin, la mise au point des itinéraires techniques est la mission opérationnelle du Système National de Recherche Agricole (SNRA) et, plus particulièrement, de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) qui en est le coordonnateur. A ce titre, l'INRAB a publié récemment un « Recueil des technologies agricoles prometteuses développées par le système national de recherche agricole (snra) de 1996 à 2015 » (INRAB, 2017).

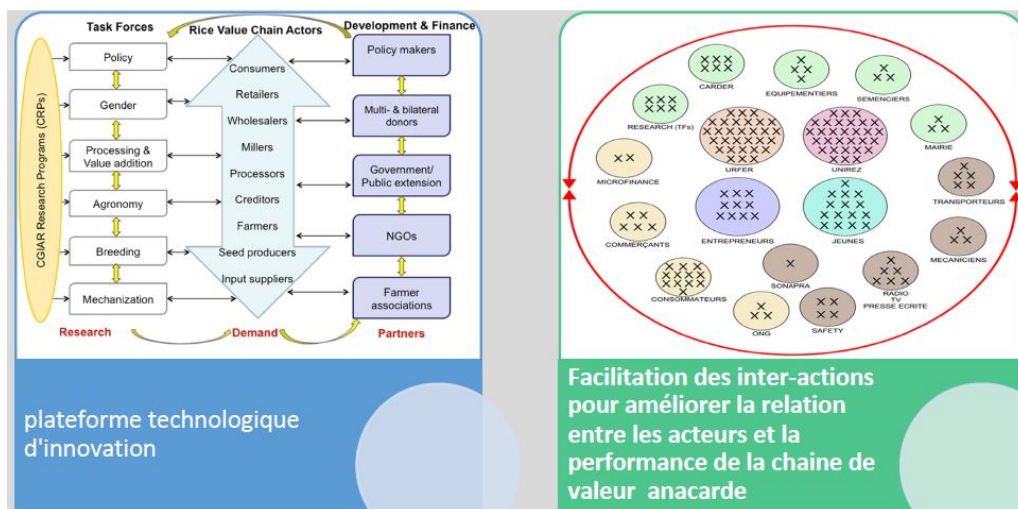
Dans la Stratégie Nationale du Conseil Agricole 2018-2025 (SNCA), la vulgarisation est définie comme « un apport de connaissances, de technologies, d'innovations et de nouveautés, éprouvées sous forme d'informations en vue d'améliorer les performances techniques (surtout) des activités des exploitants ». La vulgarisation agricole proprement dite est « le transfert de connaissances et de technologies du monde de la recherche et des techniciens vers celui des producteurs ». La tâche de vulgarisation des innovations est dévolue à la Direction de la Qualité, des Innovations et de la Formation Entrepreneuriale (DQIFE). L'INRAB et la DQIFE sont deux structures techniques du ministère en charge de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche. Les autres institutions membres du SNRA sont dans les universités, les autres départements ouverts sur le développement économique et les Organisations Non Gouvernementales.

4- Situation de la technologie dans le pays

Les technologies sont développées au Bénin pour promouvoir l'agriculture dans les sous-secteurs de productions végétale, animale et halieutique, au niveau des différents maillons des filières agricoles : la production, le stockage et la conservation, la transformation et la commercialisation. Elles concernent toutes les filières agricoles quelle que soit leur importance dans la sécurité alimentaire et nutritionnelle, l'économie familiale, l'exportation des produits agricoles et la contribution à la formation du Produit Intérieur Brut.



Système de rotation du Coton au Bénin⁴



Plateforme technologique des chaînes de valeur Anacarde et Rie au Bénin⁵

Les technologies développées sont de diverses natures. Les centres d'intérêt concernent aussi bien l'itinéraire technique que l'intrant, l'équipement, la nouvelle variété végétale, la nouvelle race animale. La prise en compte des critères de résilience et d'adaptation des systèmes de culture et d'élevage aux effets néfastes des changements climatiques est encore à ses débuts dans les travaux de mise au point des itinéraires techniques au Bénin.

⁴ <http://www.fao.org/3/CA2313FR/ca2313fr.pdf>

⁵ http://www.coraf.org/mita/fichiers/documents/Capitalisation-des-Acquis-du-projet-regional-anacarde_Final.pdf

5 Avantages

Cette technologie permet de lutter contre l'insécurité alimentaire et par ricochet contre la pauvreté en créant les conditions d'amélioration des revenus et des conditions de vie des paysans.

6- Inconvénients

La technologie est très exigeante durant tout le cycle de production

7- Coût

Une évaluation des coûts de mise en œuvre des actions de vulgarisation des itinéraires techniques adaptés aux nouvelles contraintes climatiques reste indicative. Le coût de la vulgarisation revient à moins de 10 dollars US par actif agricole dans la région ouest africaine et de 7000 \$USD pour des conseils agricoles.

Fiche technologiques N°4

Nom de la technologie : Banques de semences améliorées

1. Introduction

Dans la plupart des pays du monde, l'agriculture reste le secteur le plus vulnérable aux perturbations climatiques. Plusieurs centres de recherches agricoles ou laboratoires se sont lancés sur d'importantes pistes de recherche essentiellement sur la qualité des semences afin d'accroître la capacité des agriculteurs à mieux développer des cultures résistante ou adaptées aux contraintes climatiques et changements environnementaux. En outre, il faudra garder à l'esprit que face aux défis croissants résultant des stress induits par le climat, le renforcement de la résilience est une priorité absolue.

La qualité de la semence, matière première de l'agriculture (production végétale, animale et halieutique), influence le rendement des cultures et des élevages. Dès lors, la disponibilité des semences appropriées est extrêmement importante pour l'agriculture car sans semence viable, point de production.

Les banques de semences améliorées sont une forme de stockage et de diversification qui améliore la capacité des agriculteurs à faire face aux pressions économiques et environnementales en cultivant plusieurs variétés adaptées à diverses conditions climatiques et environnementales. Elles facilitent l'accès des paysans aux marchés et leur donnent plus de choix dans leurs systèmes de cultures.

2- Caractéristiques de la Technologie

La création ou le développement d'une banque de semences implique plusieurs étapes majeures allant de l'analyse situationnelle (l'analyse des tendances de la diversité des cultures) jusqu' au suivi des opérations et des résultats en passant par la conservation des semences et l'enregistrement éventuel d'une nouvelle variété.

3- Spécificités du pays/applicabilité

La disponibilité et l'accès aux semences de qualité constituent un des défis majeurs à relever pour améliorer les résultats du secteur agricole et atteindre les objectifs assignés à ce secteur. Les actions et mécanismes à mettre en œuvre pour garantir une disponibilité et une accessibilité permanentes aux semences végétales, animales et halieutiques à haut rendement et résistantes aux chocs climatiques sont l'appui à la production et au stockage/conservation des semences et plants améliorés et le renforcement du processus de certification des semences végétales, animales et halieutiques.

Les axes d'intervention préconisés par le Plan National d'Investissements Agricoles et de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (PNIASAN) sont (i) la production des semences de pré-base et de base par l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) et la Direction de la Production Végétale (DPV) dans les fermes semencières, (ii) l'opérationnalisation du centre d'insémination artificielle pour l'obtention d'animaux performants en partenariat avec l'INRAB et les autres acteurs du Système National de Recherche Agricole (SNRA), (iii) la mise en place des fermes de production d'alevins performants et de juvéniles de crevette en relation avec les organisations de producteurs, (iv) la mise en place d'un système performant de stockage et de conservation des souches et (v) l'organisation des circuits de distribution par les organisations de producteurs.

4- Situation de la technologie dans le pays

Dans le domaine de la production végétale, malgré l'introduction des variétés améliorées à haut rendement, les agriculteurs ont toujours cultivé à côté de ces dernières leurs variétés traditionnelles auxquelles ils attachent un grand intérêt pour des raisons d'ordre alimentaire, économique, médicinal et sociologique. Les travaux de caractérisation de ces variétés ont amené les centres de recherche à conclure que la technique endogène de sélection adoptée par les agriculteurs contribue à conserver la pureté génétique des variétés et espèces traditionnelles et à améliorer les ressources génétiques d'origine végétale à la ferme avec des moyens très modestes.

La gestion *in situ* des Ressources Phytogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture (RPGAA) par les institutions de recherche agricole nécessite beaucoup plus de moyens en matière de renforcement des capacités.

Dans l'approche de gestion *ex situ*, les premières collections des espèces alimentaires d'origine végétale ont été effectuées au Bénin en collaboration avec les institutions internationales de recherche (IITA, ORSTOM, ICRISAT, CRI etc.). Des échantillons de maïs, sorgho, mil, riz, arachide, niébé; etc. étaient conservés intégralement dans les banques de semences des instituts internationaux de recherche.

Actuellement, les collections sont entièrement conservées au niveau national, dans les chambres froides des Centres de Recherche Agricole du Sud (Niaouli). Les échantillons des collections actives et les semences pré-base de certaines espèces sont utilisés par les programmes d'amélioration génétique.

Les échantillons conservés dans les chambres froides concernent les semences des plantes alimentaires principales, secondaires et mineures. Il s'agit du maïs, du sorgho, du mil, du fonio, du riz, du niébé, du manioc, de l'igname, du voandzou, de l'arachide, du soja, du goussi (*Lagenaria* spp, *Cucumeropsis* spp et *Citrullus* spp), de la patate douce, du taro, des bananes et des bananes plantains.

La collection vivante de racines et tubercules alimentaires, de banane et banane plantain, et de café et cacao est assurée par les Centres de Recherche Agricole du Sud (Niaouli) et du Nord (Ina).

D'après les informations publiées dans le Deuxième rapport sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture au Bénin (MAEP, 2007)⁶, on compte dans le pays plus de 250 clones de manioc, 17 échantillons de patate douce, 91 clones de banane et banane plantain dont douze (12) locaux, 40 clones de café et 30 de cacao au centre de recherche de Niaouli et 227 clones d'igname au centre de recherche d'Ina. Près de 600 accessions de manioc, collectés dans 55 villages du Bénin et 800 accessions d'igname sont conservées en collection vivante par le Laboratoire de

⁶ <http://www.fao.org/3/i1500e/Benin.pdf>

génétique de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université d'Abomey-Calavi (FAST/UAC) et 100 clones de manioc de la collection nationale sont détenus par l'IITA Bénin. La conservation *in vitro* de certaines espèces (manioc et igname) est entreprise au laboratoire de génétique de la FAST. On y retrouve huit (8) clones de manioc dont cinq (5) locales menacées de disparition et 232 clones d'igname.

Ces stocks de semences et ces collections vivantes sont gérés et utilisés conformément aux dispositions du Traité International sur les Ressources Phytogénétiques pour l'Alimentation et l'Agriculture (TIRPAA) et du Protocole de Nagoya sur l'Accès et le Partage des Avantages (PN/APA) que le Bénin a ratifiés respectivement le 26 février 2006 et le 23 janvier 2014.



Semences de sorgho et de mil de Kpayeroun au Bénin⁷

Par ailleurs, par décret N°2018-405 du 7 septembre 2018 portant Directives nationales pour l'accès et le partage des avantages issus de l'utilisation des ressources génétiques et des connaissances traditionnelles associées, le Bénin a créé les conditions pour la conservation et l'utilisation durable de ces ressources protégées par la Convention sur la Diversité Biologique que le pays a signée le 12 juin 1992 et ratifiée le 30 juin 1994.

⁷ https://www.bede-asso.org/wp-content/uploads/2014/11/WEB_JournalFoire2014.pdf

Le coût globale multiplication des bases au niveau local peut être estimé suivant les spéculations entre 2 000 000 FCFA à 3 240 000 CFA (soit 7200 dollars en moyenne) par hectare pour les différentes étapes de production de pré-base jusqu'à la production de semences certifiées. Cependant, les conditions d'accès et d'utilisation sont généralement abordables. Elles sont fixées par les articles 5 et 6 du décret 2018-405 qui se réfère aux dispositions du Traité. Pratiquement gratuites pour les besoins de recherche ou de formation, les acquisitions peuvent atteindre les coûts minimaux engagés.

Fiche technologique N°5

Nom de la technologie : Système de tri-emballage biodégradable pour la conservation des produits agricoles

1.Introduction

Les opérations post récolte représentent le dernier maillon de la chaîne des opérations culturales. Les pertes post-récolte comprennent l'ensemble des pertes de produits agricoles, essentiellement alimentaires, le long de la chaîne de valeur agricole depuis la culture dans les champs jusqu'à la consommation. Les pertes alimentaires post-récolte se définissent comme les produits agricoles perdus à n'importe quelle étape du processus qui va de la récolte à la commercialisation en passant par le séchage, le stockage, la transformation, l'emballage et le transport. Les causes les plus communes sont la moisissure, les infestations de rongeurs ou d'insectes, ou encore l'exposition à la pluie, à la sécheresse ou à des températures extrêmes.

Environ un tiers de tous les aliments produits mondialement sont perdus ou détruits face à l'évolution récurrente des risques climatiques comme les inondations, la sécheresse, les vents violents, etc. (source : FAO, 2011). Les changements climatiques peuvent avoir de répercussions notables non seulement sur la production mais aussi sur la gestion post-récolte des produits agricoles. Actuellement, ces facteurs induisent des pertes de récoltes potentielles se situant à deux niveaux : production (végétale, animale et halieutique) et post-récolte (système de stockage et de conservation). Les pertes post-récolte affectent la sécurité alimentaire, c'est-à-dire la disponibilité, les prix abordables et la qualité de la nourriture ainsi que le niveau de malnutrition et de pauvreté (ADM Institute for the Prévention of Postharvest Loss/ illinois University, Chicago/Etat-Unis).

La réduction des pertes post récolte permet généralement d'augmenter l'approvisionnement alimentaire et d'offrir aux exploitants agricoles un accès à des marchés de plus forte valeur. L'enjeu est d'identifier des technologies et diverses innovations prometteuses pour limiter les pertes après récolte. Il est important de mettre au point des technologies et des techniques notamment pour la réduction des pertes alimentaires. Ces technologies et ces pratiques doivent être adaptées aux besoins des communautés locales, besoins qui diffèrent largement en fonction du type de cultures, des caractéristiques du sol, de la disponibilité en eau et du climat. En effet, parmi les procédés permettant la gestion des opérations post-récolte figure le système de tri-emballage biodégradable pour la conservation des produits agricoles. Il s'agit des sacs compostables c'est -à-dire fabriqués à partir de ressources biologiques le plus souvent végétales, qui peuvent être complètement décomposés et assimilés par les micro-organismes dans des conditions définies et permettent de limiter l'impact environnemental de ce matériau, en termes de préservation des écosystèmes naturels. Ce sont également de nouveaux matériaux représentant une solution intéressante parmi d'autres pour améliorer la gestion des préoccupations environnementales.

2- Caractéristiques de la Technologie

Le tri-emballage biodégradable est mis en œuvre à la fin de la chaîne de production agricole et fait partie intégrante des technologies de conservation des aliments. Il s'agit des sacs qui, en fin de vie, vont pouvoir se décomposer naturellement, sans persister des années ou des décennies dans l'environnement. Ce sont également des équipements vers des solutions plus respectueuses à la fois de l'environnement et du consommateur. Chaque emballage fait l'objet de choix techniques au cours de la transformation du matériau de base pour arriver à un produit fini, un emballage « neuf », apte à transporter, protéger le produit agricole qu'il contient. C'est au stade de la conception de l'emballage que doivent se prendre les décisions optimales s'agissant des choix complexes de la composition, de l'assemblage de matériaux, de la forme, de la transformation ou de l'impression des produits papier-carton, de leur recyclabilité.

3- Spécificités du pays/applicabilité

Avec l'entrée en vigueur de la Loi n° 2017-39 du 26 décembre 2017 portant interdiction de la production, de l'exportation, de la commercialisation, de la détention, de la distribution et de l'utilisation de sachets plastiques non biodégradables en République du Bénin, les emballages biodégradables ont pris un grand essor dans tous les secteurs du développement du pays.

4- Situation de la technologie dans le pays

Dans le secteur agricole, les matériaux utilisés pour la fabrication des principaux emballages biodégradables exploités au Bénin sont le carton, le bois ou le plastique biodégradable. Ces emballages sont utilisés pour la conditionnement de petits volumes de fruits et légumes et de graines alimentaires. Le tri-emballage biodégradable de gros volumes de produits agricoles n'est pas encore développé dans le pays. Mais il reste un objectif de développement durable.



Système de tri à poussoir automatique pour emballage⁹

5- Avantages

Les principaux avantages de cette technologie sont, entre autres :

⁹ <https://images.app.goo.gl/qSog3AGbSm7YYH1M9>

- ✓ Limitation de perte d'eau ou l'hydratation des aliments
- ✓ Réduction considérable des pertes post-récolte
- ✓ Limitation de risque de putréfaction en cas de chaleur excessive
- ✓ Augmentation des revenus des agriculteurs ;
- ✓ Amélioration de la sécurité alimentaire ;
- ✓ Conservation des ressources naturelles

6- Inconvénients

Les inconvénients majeurs de cette technologie sont :

- ✓ Coût de revient élevé, du fait de la technicité du processus
- ✓ Prix d'achat des balles élevé pour les agriculteurs
- ✓ Indisponibilité de matière première pour la confession au niveau local

7- Coût

Le coût moyen d'investissement pour la mise en place du système de conditionnement des unités d'emballage est de l'ordre de 2500 dollars US par tonne de produits et le coût lié aux opérations de maintenance s'élève à 5 dollars US/tonne.

Fiche technologique N° 6

Nom de la technologie : Paillage (mulching)

1. Introduction

D'après la FAO¹⁰, le paillage est la confection de mulch ou paillis à base de paille, d'herbes locales ou de résidus agricoles souvent très efficace dans la stabilisation de la surface meuble du sol en attendant que la végétation puisse s'y établir. En outre, il introduit de la matière organique dans le sol et aide à retarder l'évaporation en limitant l'exposition du sol au rayonnement direct du soleil.

Dans les régions intertropicales, les pluies généralement violentes provoquent l'entraînement des couches superficielles par érosion et le lessivage du sol. Le rayonnement solaire direct élève, par effet thermique, la température du sol, accélère la décomposition de l'humus et précipite l'appauvrissement du sol en matière organique. Par conséquent, la pratique de l'agriculture sur sol nu ne peut pas être durable. En zone équatoriale à forte pluviosité où l'on peut craindre des excès d'eau dans les plantations, les plantes de couverture cultivées en association avec les espèces pérennes protègent efficacement le sol. Dans toutes les autres situations de la zone intertropicale, le sol doit être recouvert de débris végétaux et de résidus de récolte sous forme de paillis (Aho et Kossou, 1997)¹¹.

Dans le contexte du réchauffement global persistant, le paillage est utilisé dans les exploitations agricoles pour réduire notamment les effets de la sécheresse sur le bilan de l'eau dans la couche de sol exploitée par les racines et, par voie de conséquence,

¹⁰ <http://www.fao.org/3/t0492f/t0492f08.htm>

¹¹ Aho N, Kossou K.D., 1997 – *Précis d'Agriculture Tropicale. Bases et Eléments d'Applications*. Les Editions du Flamboyant, Cotonou, 464 p

préserver la vie microbienne favorable à la nitrification de la matière organique et à l'alimentation minérale des cultures.

2- Caractéristiques de la technologie

Le paillage consiste à recouvrir le sol d'une couche de 2 ou 3 cm d'herbes sèches ou de branchages provenant du sarclage et de l'élagage des arbres des plantations équivalant à 3 à 6 t/ha ou de résidus culturels (chaumes de maïs, de mil ou de sorgho, fanes de légumineuses à graines). Il assure la protection du sol contre les effets de la sécheresse et des pluies violentes, notamment l'érosion éolienne et hydrique, et améliore l'infiltration de l'eau et la rétention de l'humidité du sol. Il limite la prolifération des adventices.

Le matériel de paillage peut être de diverses origines. Il peut provenir :

- d'herbes sauvages ou de cultures de couverture;
- de résidus de récolte;
- de matériel végétal issu de l'élagage des arbres ou des haies, (petites branches, rameaux, , etc.);
- de déchets issus de la transformation des produits agricoles ou provenant de l'exploitation forestière :
- des déchets de l'usinage ou de la transformation du bois (sciures, copeaux, etc.).

Dans certaines situations particulières, la protection du sol n'est pas assurée avec du matériel végétal. Un film plastique noir peut être préféré.

Le matériel végétal utilisé pour le paillage influence les résultats. Le paillis qui se décompose facilement protège le sol pendant un temps très court mais fournit rapidement des éléments nutritifs aux cultures. Au contraire, les matériaux plus résistants, qui se décomposent plus lentement, couvrent le sol pour un temps beaucoup plus long, mais la libération de nutriments issus de leur décomposition est en conséquence plus lente.

Le paillis est normalement appliqué tôt au début de la saison des pluies, période pendant laquelle le sol est le plus vulnérable. Si la couche de paillis n'est pas trop épaisse, le semis ou le repiquage peuvent être faits directement dans la couche de mulch. Mais dans le cas de la production maraîchère, il est préférable d'appliquer le paillis après que les jeunes plants soient devenus un peu plus robustes, car ils peuvent être abimés par les produits de décomposition du paillis frais.

Le mulch peut également être appliqué dans les cultures établies, entre les lignes ou autour des plantes.

3- Spécificités du pays/applicabilité

Le Bénin est ouvert à la pratique du paillage des cultures dans toutes ses zones agro-écologiques. La technologie est moins exploitée dans les bas-fonds en période humide.

4- Situation de la technologie dans le pays

La technologie du paillage est systématiquement exploitée dans les jardins potagers au Bénin. En grande culture, elle est utilisée dans les parcelles de céréales (maïs, sorgho, mil, etc.), de racines et tubercules alimentaires (manioc, igname, patate douce, etc.) et de légumineuses à graines (niébé, soja, pois d'Angole, etc.). Les exploitants de palmier à huile, de cocotier, de manguiers et d'agrumes installent également du paillis autour des arbres en attendant que les plantes de couverture prennent la relève.



Paillis de résidus des cultures précédentes dans une parcelle de maïs au Bénin¹²



Paillage de films polyéthylène sous culture d'ananas au Sud-Bénin¹³



Paillage de feuilles de palmier à huile sur les lignes à Pobè¹⁴



Aubergine



Poireau



Tomate

Parcelles de cultures d'aubergine, de poireau et de tomate paillées au Bénin¹⁵

5- Avantages

¹² <https://www.infomediaire.net/benin-50-millions-de-dollars-pour-la-decentralisation-et-dagriculture/>

¹³ <http://www.fao.org/3/i8181fr/i8181FR.pdf>

¹⁴ <https://docplayer.fr/78548401-Rapport-scientifique-2013.html>

¹⁵ <http://tropicasem.sn/wp-content/uploads/2019/03/NovacultureFRn%C2%B03.pdf>

Les avantages du paillage sont nombreux (FAO, 2015)¹⁶ :

- Protéger le sol de l'érosion éolienne et hydrique.
- Améliorer l'infiltration de l'eau de pluie et d'irrigation grâce au maintien d'une bonne structure du sol. Il n'y a pas de formation de croûte imperméable en surface et les pores/interstices du sol restent ouverts.
- Garder le sol humide en réduisant l'évaporation. Le sol est couvert et il est donc moins exposé au rayonnement du soleil, ce qui permet de diminuer l'évaporation. Les plantes utilisent plus efficacement l'eau disponible pendant la saison sèche et peuvent donc être moins irriguées.
- Nourrir et protéger les organismes du sol. Le paillis végétal est une excellente source de carbone pour les organismes du sol et offre des conditions propices à leur croissance.
- Bloquer la croissance des adventices. Si la couche de mulch est assez épaisse, le développement des adventices est stoppé par manque de soleil, d'air, etc.
- Éviter le réchauffement du sol. Le paillis fournit de l'ombre au sol et retient l'humidité, ce qui évite au sol de se réchauffer trop rapidement et trop fortement.
- Fournir des nutriments pour les cultures. Tout en se décomposant, la matière organique du paillis libère continuellement ses éléments nutritifs, fertilisant ainsi le sol.
- Augmenter la teneur en matière organique du sol. Une partie du mulch est transformé en humus puis décomposé progressivement.

6- Inconvénients

Le paillage a de nombreux avantages, mais peut aussi engendrer quelques inconvénients dans certaines conditions :

- Certains organismes qui apprécient les milieux humides et protégés, peuvent proliférer abondamment dans les conditions de la couche de mulch. Les limaces et les escargots peuvent ainsi se reproduire très rapidement dans ce type d'habitat. Les fourmis et les termites peuvent également trouver des conditions idéales au sein du mulch pour se multiplier.
- Dans certains cas, lorsque les résidus de culture sont utilisés pour le paillage, il y a un fort risque de maintien de maladies et de populations de ravageurs. Le matériel végétal infecté par des virus ou des champignons ne doit pas être utilisé en tant que mulch dès lors qu'il y a un risque de propagation de la maladie à la culture suivante. Ces risques peuvent être évités par une gestion efficace et stricte de la rotation des cultures.
- Lorsque le matériel végétal utilisé pour le paillage est riche en carbone (paille, chaumes, fanes, etc.), l'azote du sol est alors utilisé par les micro-organismes pour la décomposition de la matière organique. L'azote devient donc temporairement indisponible pour la croissance des plantes.
- La principale contrainte du paillage est la disponibilité de la matière végétale pour couvrir le sol. Sa production et/ou sa collecte nécessitent de la main-d'œuvre.

7- Coût

¹⁶ <http://www.fao.org/3/ca4049fr/ca4049fr.pdf>

Le paillage est généralement réalisé avec du matériel végétal de proximité, disponible dans la culture à protéger (déchets du désherbage des cultures annuelles ou de la taille des cultures pérennes, chaumes et fanes issus de la récolte des cultures précédentes, etc.). On utilise également du matériel disponible dans l'environnement immédiat de la parcelle (déchets issus de la taille des haies vives, de l'entretien des pare-feu, etc.). Il s'agit de valoriser sur place les déchets des opérations d'entretien ou de récolte dont les frais de transport hors de la parcelle grèveraient les charges d'exploitation. Le coût de la technologie pour les grandes cultures se réduit pratiquement aux frais de main-d'œuvre. En moyenne, il est de 50 dollars US par hectare et par an pour la mise place et 25 dollars pour l'entretien.

Sur les petites surfaces où le matériel de paillage n'est pas disponible localement, l'exploitant doit prévoir les frais d'achat du matériel approprié. Par exemple, es copeaux issus du broyage de branchages coûtent en moyenne 18 dollars US/m³.

Fiche technologique N° 7

Nom de la technologie : Labour de conservation à petite échelle

1. Introduction

Le labour de conservation à petite échelle est une technique de travail du sol. Généralement effectué avec une charrue ou un outil traditionnel (houe, daba, etc.), le labour classique consiste à ouvrir la terre à une certaine profondeur, à la retourner, avant le semis ou la plantation. Avec la technique de labour de conservation, contrairement au labour classique, le sol n'est pas retourné ; les résidus de culture restent ainsi en surface, exposant moins le sol à l'érosion et aux pertes d'eau par évaporation et ruissellement. C'est une approche de gestion des terres qui permet d'économiser les ressources et qui optimise et maintient la capacité de production des sols. La pratique de retourner la terre avant les semis est si universelle qu'elle est depuis des siècles le symbole de l'agriculture. L'usage du labour de conservation à petite échelle permet d'abandonner la charrue moderne qui est une des causes fondamentales de la dégradation des terres, à laquelle est confrontée l'agriculture aujourd'hui. Il s'agit aussi de l'un des remèdes les plus efficaces à la dégradation des terres.

Selon Theodor Friedrich, ingénieur agronome principal de la FAO "Ce concept est né directement de la constatation que le labour mécanique contribue à la dégradation des terres à grande échelle, en particulier dans les pays tropicaux et subtropicaux" (FAO, 2000)¹⁷. Avec cette technologie, les cultures arrivent plus tôt à maturité parce qu'elles peuvent être semées plus tôt (pour un labour qui retourne la terre, celle-ci doit d'abord être humidifiée). Une meilleure précocité des cultures signifie un accès plus précoce aux marchés et des prix plus élevés.

2- Caractéristiques de la technologie

Le labour de conservation à petite échelle implique l'utilisation de charrues tirées par des bœufs. Les principes de labour de conservation des terres agricoles sont à la fois très simples et évidents. Les charrues attelées sont modifiées pour les adapter aux besoins du déchaumage et du sous-solage sans retournement de la terre. Les effets de

¹⁷ FAO (2000) Travail de conservation du sol: la fin des labours?
<http://www.fao.org/Nouvelle/2000/000501-f.htm>

la conservation ne sont toutefois pas visibles immédiatement. Ils se manifestent à long terme. La conservation nécessite donc des efforts persistants. Les opérations de travail du sol sont généralement caractérisées par des intrants faibles en énergie dans les systèmes traditionnels (houes et machettes pour le désherbage, etc.). Ce système suppose une forte dépendance aux herbicides chimiques pour le désherbage et l'absence de toute opération d'ameublissement du sol.

3- Spécificités du pays/applicabilité

La culture attelée est introduite au nord du Bénin depuis les années 1950 mais la pratique du labour de conservation à petite échelle a fait l'objet de peu d'intérêt parmi les méthodes de lutte contre la dégradation des sols.

4- Situation de la technologie dans le pays

La culture attelée est relativement bien développée au Nord du Bénin. Un bon travail de sensibilisation et de renforcement des capacités des agriculteurs sera nécessaire à l'adoption de la technologie du labour de conservation à petite échelle.



Formation à la culture attelée dans une plantation d'anacardier à Ouessè au Bénin¹⁸



Couverture de Mucuna pruriens dans une jeune cocoteraie au Sud-Bénin¹⁹

5- Avantages

Le labour de conservation à petite échelle présente de nombreux avantages comme :

- réduction de la main-d'œuvre, du temps de travail ;
- moins de frais de réparation et d'usure des tracteurs ;
- rendements plus stables, en particulier les années sèches, grâce à la meilleure infiltration des eaux ;
- meilleure circulation dans les champs ;
- amélioration progressive des rendements et baisse des intrants ;
- accroissement des bénéfices ;

¹⁸ <http://www.cidr.org/BENIN-Departement-des-Collines-589.html>

¹⁹ <http://www.fao.org/3/y3951f/y3951f05.htm>

- flux d'eau plus constants dans les rivières et réémergence des puits à sec, en raison d'une meilleure absorption des eaux de pluie ;
- eau plus propre due à une diminution de l'érosion ;
- impact réduit des phénomènes climatiques extrêmes (vents violents, sécheresse, etc.) ;
- renforcement de la sécurité alimentaire ;
- meilleure rétention de l'eau dans le sol ;
- augmentation des réserves d'eau.

6- Inconvénients

L'usage du labour de conservation à petite échelle peut entraîner les inconvénients suivants à la longue durée :

- formation d'une semelle de labour (couche compact dans le sol) ;
- difficulté d'infiltration de l'eau dans le sol ;
- diminution importante de la qualité et de la quantité de la matière organique en surface ;
- perte de biodiversité des organismes du sol ;
- diminution de la biomasse ;
- fragmentation du sol.

7- Coût

Le coût de réalisation de cette technique avoisine pour l'investissement 58 \$UDS/ha y compris les charges pour la location de matériel, d'animaux et du conducteur et 25 US\$/ha pour l'exploitation.

Fiche technologique N° 8

Nom de la technologie : Gestion intégrée de l'agriculture et de l'élevage de type agropastoral

1. Introduction

Le parage de nuit des bovins, des ovins et des caprins sur les terres cultivées pendant la saison sèche renouvelle la fertilité des terres agricoles épuisées par la culture continue. Cette technologie est principalement appliquée au Niger dans les zones semi-arides et subhumides sur des plaines sableuses / limoneuses avec un sol à faible teneur en matière organique, à faible pH, et sur des pentes inférieures à 5%. Un espacement suffisant des animaux permet de distribuer de façon homogène le fumier sur le terrain. Concernant les bovins, les animaux sont attachés à des piquets ; pour les ovins et les caprins, une clôture mobile permettant d'économiser du travail sert d'enclos de nuit. Les parcs et les animaux sont déplacés vers un nouvel emplacement toutes les 4-5 nuits pour avoir une distribution homogène des déjections solides et liquides dans les champs. Le taux idéal est de 2,5 tonnes de matière sèche fécale par hectare. L'application de cette quantité de fumier donne des rendements de céréales supérieurs (mil, sorgho) à ceux d'un champ sans animaux. Cette augmentation de rendement est obtenue à la première saison des récoltes directement après le parage (année 1) et dans les deux à trois années suivantes, durant lesquelles aucun nouveau dépôt de matières fécales et d'urine n'est nécessaire. Alors qu'une vache de 250 kg dépose

environ 1 kg de matière sèche de bouse par nuit, 7 moutons ou 7 chèvres sont nécessaires pour produire cette même quantité (FAO, 2011)²⁰.

2- Caractéristiques de la Technologie

Elle consiste à couvrir 1 hectare de terrain avec 2,5 tonnes de fumier, par un troupeau de 15 bovins devant être parqué pendant 167 à 178 nuits, ou par 70 petits ruminants. Comme les troupeaux individuels comptent souvent moins de 15 bovins (ou de 70 petits ruminants) et les champs sont de plus de 1 hectare, il est recommandé d'organiser le parcage dans les champs au sein d'une communauté d'agriculteurs (village) et en particulier de revitaliser les contrats traditionnels de parcage avec les éleveurs transhumants.

3- Spécificités du pays/applicabilité

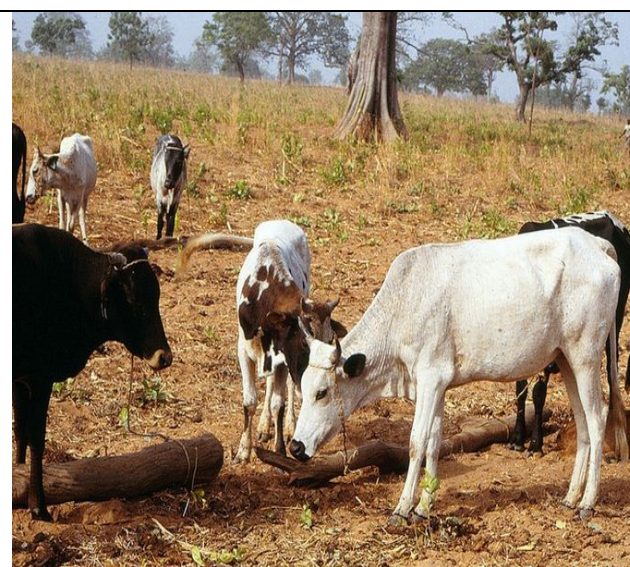
Des essais de parcages de bœufs sont souvent réalisés à petite échelle par des propriétaires-plantiers pour améliorer la fertilité du sol. Son applicabilité ne poserait aucune difficulté.

4- Situation de la technologie dans le pays

Les systèmes de parcages du bétail existent au Bénin, mais sont pratiqués sans aucune norme de couverture des terres agricoles pour l'amélioration de la fertilité des sols. La technique proposée n'est qu'une amélioration de pratiques agropastorales dont l'intérêt réside essentiellement dans l'amélioration de la fertilité des sols et l'utilisation rationnelle des intrants agricoles.



Bovins en parcage à Kokey dans la Commune de Banikoara²¹



Parcage des animaux dans un champ au Nord-Bénin²²

5- Avantages

La mise en œuvre de cette technologie favorisera :

- ✓ la gestion de la fertilité du sol ;
- ✓ l'augmentation des rendements agricoles ;
- ✓ la réduction de la pression entropique sur le couvert végétal ;

²⁰ <http://www.fao.org/3/i1861f/i1861f.pdf>

²¹ https://publications-chercheurs.inrab.org/uploads/fichiers/lots1/Fiches%20techniques/AZONTONDE/Fiche_Gestion_mo_parc_age.pdf

²² <https://images.app.goo.gl/AoCgoJaNo72qSj9B9>

- ✓ la gestion des feux de brousse ;
- ✓ la conservation de la diversité biologique (faune microbienne du sol) ;
- ✓ la réduction de l'usage des intrants agricoles ;
- ✓ l'augmentation du pouvoir d'achat des agriculteurs ;
- ✓ la consolidation du tissu social entre éleveurs et agriculteurs.

6- Inconvénients

Les principaux inconvénients de cette technologie se réfèrent aux problèmes de gestion foncière et aux coûts afférents à l'installation et l'exploitation des plantations.

7- Coût

Le coût de la mise en œuvre de la gestion intégrée de l'agriculture et de l'élevage de type agropastoralisme à l'hectare inclut :

- ✓ le coût de la mise en place du parage 182\$USD/ha ;
- ✓ le coût du gardiennage 350 \$USD.

Fiche technologique N° 9

Nom de la technologie : Amélioration génétique des espèces en vue d'accroître les performances et la résilience

1. Introduction

Les systèmes durables de production animale doivent s'adapter aux conditions physiques, sociales et commerciales. Pour les éleveurs, la question est de savoir s'il faut diversifier les objectifs de sélection ou sélectionner des animaux qui s'adaptent à une gamme d'environnements (environnement physique, aux aléas climatiques). Pour améliorer les caractères d'intérêt, la sélection utilise la variabilité au sein et entre les populations. La diversité génétique est très importante pour satisfaire les besoins présents, mais elle est encore plus importante pour répondre à la satisfaction des besoins futurs.

De façon générale, l'importance de plus en plus consacrée à certains facteurs, comme le bien-être animal, la protection de l'environnement, la résilience face aux extrêmes climatiques doivent être le socle de l'amélioration génétique dans le système de production animale.

2- Caractéristiques de la Technologie

Dans les systèmes d'élevage, la notion résilience désigne la capacité d'un système vivant à retrouver les structures et les fonctions de son état de référence après une perturbation. Ainsi, l'amélioration génétique des espèces dans les systèmes de production animale s'appuient sur les fonctionnalités offertes par les instants tels que les souches de race pure, les espèces adaptées aux conditions favorables d'élevage. En outre, la technique d'amélioration génétique des espèces en vue d'accroître les performances et la résilience passe tout d'abord par l'adoption des bonnes pratiques d'élevage, les systèmes favorisant l'aération des espèces animales, la tolérance des animaux au stress hydrique, l'adéquation de l'élevage aux conditions locales, la sélection participative des espèces, etc. Par ailleurs, la technique implique des changements au sein des systèmes d'élevage afin apporter des avantages à la communauté des exploitants agricoles. L'amélioration génétique des animaux est un secteur d'activité qui se situe à l'amont des filières de production animale.

3- Spécificités du pays/applicabilité

Le Bénin dispose de plusieurs fermes d'Etat susceptibles d'accueillir de pareilles technologies et de faire assurer leur application au sein des communautés d'éleveurs.

4- Situation de la technologie dans le pays

Les années 80 ont été marquées par des expériences malheureuses à court terme au sein des fermes d'états. Les expériences d'amélioration génétique des espèces en vue d'accroître les performances et la résilience se poursuivent à petite échelle dans les foyers d'élevage non conventionnel.

Au Bénin, deux espèces bovines sont en élevage notamment la race lagunaire rependue au Sud et la race du Borgou au Nord. La race lagunaire a la particularité de s'adapter aux inondations et d'être résiliente à certaines épizooties hydriques. Les éleveurs commerciaux préfèrent la race du Borgou à cause de sa productivité en viande et en lait avec une très faible résilience aux inondations et aux épizooties hydriques. D'autres races bovines et ovines sont adaptées à l'environnement local (bovins Somba, ovins Djallonké, etc).



Principales races bovines et ovines du Bénin²³

5- Avantages

- ✓ émergence d'une race résiliente aux effets néfastes des inondations, de sécheresses et aux épizooties hydriques ;
- ✓ augmentation de rendements en lait et en viande ;
- ✓ Adaptation aux conditions pédoclimatiques locales ;

²³ https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.aubiar.org%2Fcomponent%2Fdownloads%2Ffinish%2F65%2F1263&psig=AOvVaw0a4kD3y_tTCRpM7pjc9-rN&ust=1587743396084000&source=images&cd=vfe&ved=OCAkQjhxqFwoTCLiQkp3z_ugCFQAAAAAdAAAAABAQ

- ✓ Meilleure résilience aux aléas en général (parasites, épidémie, etc.) ;
- ✓ Meilleure résistance aux maladies épizootiques.

6- Inconvénients

La technique d'amélioration génétique des espèces présente des inconvénients suivants :

- ✓ exigence importante en entretien au niveau des systèmes d'élevage ;
- ✓ coût onéreux des intrants nécessaires à la mise en place des sites ou fermes d'élevage ;
- ✓ limitation de l'usage des produits phytosanitaires
- ✓ exigence en termes de disposition réglementaire et législative
- ✓ beaucoup d'investissement pour la recherche scientifique

7- Coût

Le coût de la gestion d'amélioration génétique des espèces en vue d'accroître les performances et la résilience, couvre l'acquisition des espèces 4000 \$USD/ha, la mise en expérience 5 000 USD/ha et le gardiennage 2000 \$USD

Fiche technologique N°10

Nom de la technologie : Système de production animale résilient à la variabilité et aux extrêmes climatiques

1.Introduction

Dans le sous-secteur de l'élevage, les sécheresses extrêmes, des inondations et des crues amènent les éleveurs de bovin et parfois d'ovins à pratiquer la transhumance à la recherche de meilleurs pâturages pour leurs animaux. Ainsi, pour faire face aux effets de ces risques liés au climat dans diverses activités agropastorales, les communautés des éleveurs adoptent des stratégies variées. Ces effets engendrés conduisent à la baisse de performances des animaux et fragilisent leur santé. Le système production animale résilient à la variabilité et aux extrêmes climatiques est généralement conçu pour répondre aux risques climatiques et sanitaires, affectant les rendements et la qualité des produits et les risques liés au marché et à la fluctuation des prix pour les intrants et les produits d'élevage. Il est important d'accroître la durabilité et la résilience des systèmes de production animale dans les pays où l'agriculture constitue la base de l'économie.

2- Caractéristiques de la Technologie

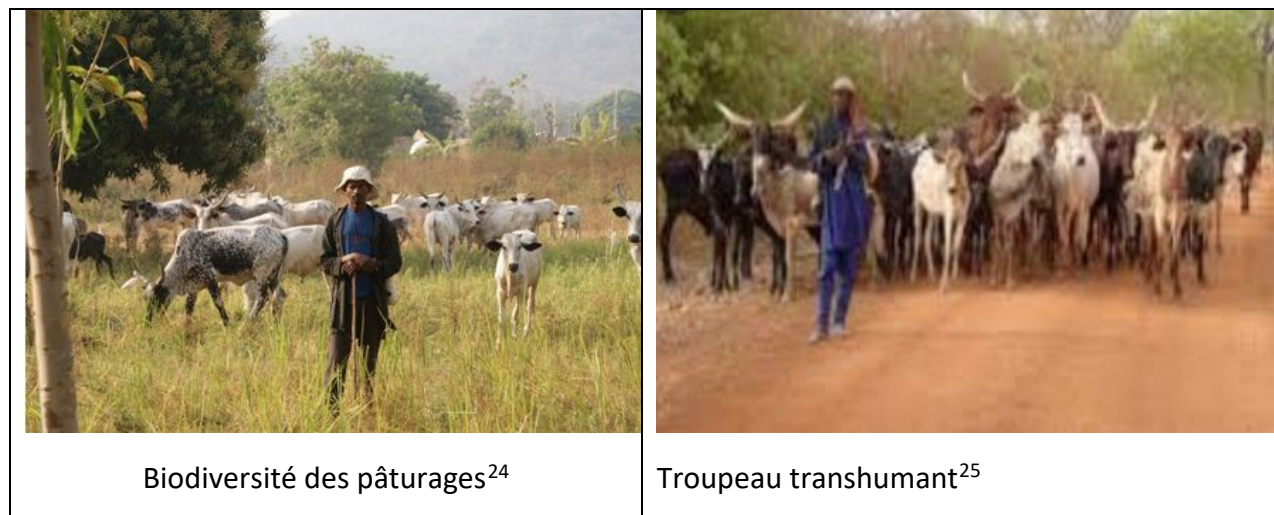
Un système production animale résilient à la variabilité et aux extrêmes climatiques est caractérisé par des espèces animales et des techniques et pratiques mises en œuvre par une communauté ou par un éleveur, pour satisfaire ses besoins en valorisant des ressources naturelles par des animaux à travers le développement de la résilience face aux chocs climatiques. Il s'agit d'un ensemble complexe de moyens techniques de production fournissant de multiples fonctions et services dans un contexte de climat changeant.

3- Spécificités du pays/applicabilité*

La Loi N°2018-20 du 23 avril 2019 portant code pastoral en République du Bénin précise les conditions à satisfaire par les acteurs pour que soit assurée la durabilité des pratiques agropastorales dans le pays. La loi dispose en son article 60 que les dates d'arrivée et de retour des troupeaux transhumants transfrontaliers sont fixées chaque année par arrêté du Ministre chargé de l'élevage en tenant compte des zones agropastorales, des saisons culturales et des changements climatiques

4- Situation de la technologie dans le pays

En matière de gestion des troupeaux de grands ruminants, la plupart des acteurs s'adonnent à la transhumance.



Mais en application du code pastoral, des dispositions appropriées commencent à être prises pour la gestion durable des systèmes de production animale.

5- Avantages

Les principaux avantages sont la réduction de la pauvreté au niveau des ménages ruraux, l'amélioration de la santé animale et meilleure réduction de la vulnérabilité aux risques climatiques

6- Inconvénients

Ce système présente des inconvénients ci-après :

- ✓ Exigence en matière de temps du travail
- ✓ coût élevé des aliments pour animaux

7- Coût

Le coût estimatif d'investissement du dispositif d'un système de production animale résilient à la variabilité et aux extrêmes climatiques est de l'ordre de 19 301 220 FCFA à l'échelle d'une ferme moyenne et le coût de la maintenance des équipements du système avoisine 8.000.000 FCFA.

²⁴ <http://madbif.mg/drupal-benin/page/none/biodiversite-des-paturages>

²⁵ <https://images.app.goo.gl/DBxywyBY848gbkqS9>

Annexe 6 : Fiches technologiques pour les technologies sélectionnées pour le secteur des ressources en eau

Fiche technologique N°1

Nom de la technologie : Utilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation

1. Introduction

Le développement économique de nombreux pays conduit à une augmentation croissante de la demande en eau de la part des populations et des secteurs industriels, agricoles et touristiques. Ce manque d'eau est souvent pallié par des techniques alternatives plus ou moins onéreuses telles que le dessalement de l'eau de mer, le traitement des eaux des fosses septiques et autres. Néanmoins la ressource en eau salée et le prix de cette technique ne sont pas accessibles à tous les pays ou régions touchés par un manque de ressources. D'où l'émergence de nouvelles techniques alternatives, comme la Réutilisation de Eaux Usées. Il est à noter que les changements climatiques perturbent fortement le régime des précipitations causant une baisse drastique des précipitations et entraînant une baisse des niveaux d'eau dans de nombreux barrages et rivières (GIEC, 2007). En Afrique sub-saharienne, où on note plusieurs régions désertiques et arides, la nécessité d'améliorer la gestion de l'eau dans presque tous les secteurs, particulièrement en agriculture, est impérative. La réutilisation des eaux usées représente une stratégie d'adaptation face aux fortes variabilités des précipitations, à la fois pour les besoins ménagers et pour améliorer les cultures, le bétail et toutes autres formes d'agriculture (PNUE et SEI, 2009). Les « eaux usées » sont un terme général pour toutes les eaux que l'on retrouve dans un réseau d'assainissement.

Face au stress hydrique induit par la variabilité du climat dans des zones arides des pays en développement, la réutilisation des eaux usées peut permettre un apport non négligeable d'eau douce afin d'irriguer des terres arables pour répondre aux besoins des activités agricoles. De plus, cette catégorie de ressources peut jouer un rôle important au niveau de l'offre et de la demande en eau, compte tenu du contexte de rareté des ressources en eau qui s'installe progressivement dans plusieurs régions des pays subsahariens selon le réseau ouest africain des ONG pour la défense de l'environnement. Toutefois, la technique requiert des traitements performants et une surveillance sanitaire continue.

2- Caractéristiques de la technologie

Ce procédé technique s'appuie sur une ressource en eau présente en grande quantité et souvent mal gérée. La réutilisation des eaux usées traitées est l'étape finale d'un processus appelant successivement la collecte des eaux résiduelles (domestiques et non domestiques) ; leur traitement plus ou moins avancé par diverses techniques mises en œuvre dans une station d'épuration et de désinfection et leur stockage avant leur réutilisation. Des opérations efficaces doivent être employées pour faire fonctionner la station d'épuration et de désinfection, suivant l'approbation formelle par l'autorité compétente que les personnes qualifiées pour exécuter les fonctions requises, nécessaires à la satisfaction des conditions.

3- Spécificités du pays/applicabilité

Le Bénin est déficitaire en stations d'épuration. Même dans les villes à statuts particuliers telles que Cotonou, Porto-Novo et Parakou, les structures techniques en charge de l'épuration des eaux usées ou des boues de vidange éprouvent de sérieuses difficultés.

4- Situation de la technologie dans le pays

La technologie n'est pas encore opérationnelle sur le territoire national.

Dans le cadre du Projet d'approvisionnement en Eau Potable en milieu Rural et d'Assainissement des eaux usées Urbaines (PEPRAU), placé sous la tutelle de l'Agence Nationale de l'Approvisionnement en Eau Potable en Milieu Rural (ANAEMR), il est envisagé la construction de la Station de Traitement de Boues de Vidange Est de Sèmè-Podji. Il s'agit de renforcer les capacités d'épuration des eaux usées de la Commune de Sèmè-Podji. L'adoption de la présente technologie pourrait, entre autres, contribuer à la résolution des problèmes de disponibilité de l'eau dans les exploitations du village maraicher 80 hectares, encadré par la voie internationale Cotonou-Kraké et la mer. Pourvu que les dispositions sanitaires nécessaires accompagnent la technologie pour garantir l'innocuité des eaux usées épurées.



Vidange des camions vide-fosses à l'entrée de la station d'épuration des eaux usées de Sèmè-Podji²⁶



Vue partielle du village maraicher de Sèmè-Podji²⁷

5. Avantages

Cette technologie offre plusieurs avantages :

- ✓ l'économie des ressources hydriques en amont ;
- ✓ la réduction de la pollution en aval ;
- ✓ la richesse des eaux en matières organiques et minérales pour des terres agricoles ;
- ✓ l'augmentation de la quantité d'eau disponible pour l'irrigation ;
- ✓ la conservation des sols ;
- ✓ la prévention de l'érosion :

²⁶ Bouarfa S., Brelle F., Coulon C. (coord.), 2020. Quelles agricultures irriguées demain ? Répondre aux enjeux de la sécurité alimentaire et du développement durable. Éditions Quæ, Versailles, 212 pages. www.quae-open.com › extract PDF

²⁷ <https://www.afrique-agriculture.org/articles/reportage/chez-les-maraichers-de-seme-kpodji>

- ✓ la pratique des cultures de contre saison (maraîchages, jardinage, etc.).

6- Inconvénients

Les principaux inconvénients de cette technologie résident dans :

- ✓ le traitement assez laborieux des eaux usées ;
- ✓ le coût élevé de traitement des eaux ;
- ✓ le coût d'acquisition des équipements ;
- ✓ les difficultés d'adoption de la technologie.

7- Coût

Les coûts d'investissement pour la mise en œuvre de la technologie sont relativement élevés dans certaines régions. Selon certaines sources, pour les régions ou localités ayant pratiqué la technique, le coût en moyenne pour un hectare en investissements 24 090 \$USD et en entretien de 16 114 \$USD.

Fiche technologique N°2

Nom de la technologie : Réalisation de micro barrages ou autres retenues d'eau de surface

1. Introduction

En dépit de leur nécessité à la vie sur terre, les ressources en eau constituent de jour en jour l'un des secteurs les plus vulnérables à la variabilité du climat et des changements climatiques. De ce fait, le secteur des ressources en eau fait face à d'importantes contraintes climatiques qui limitent ses performances dans presque toutes les régions, notamment celles des pays en développement. Pour ce fait, en vue de lutter contre les sécheresses et faire face aux étiages prononcés, le stockage de l'eau est souvent prôné comme une solution d'où l'idée de barrage ou de micro-barrage ou de retenues d'eau de surface. Les micro-barrages de stockage et les retenues d'eau constituent les principaux ouvrages rencontrés dans les systèmes d'activité utilisant l'eau. Ces technologies constituent une réserve d'eau en vue de satisfaire les besoins agricoles, pastoraux, énergétiques, et en matière de contrôle des crues, irrigation, industrie, pisciculture, réserve d'eau potable, hydroélectricité, etc. L'idée est de faire des réserves avec l'eau disponible en périodes pluvieuses afin d'en conserver pour des usages ultérieurs. Cela se traduit notamment par la volonté de construire des micro-barrages ou réservoirs d'eau.

Par ailleurs, la construction de barrage ou autres retenues d'eau de surface permettra de fixer les populations et les acteurs du secteur (éleveurs, agriculteurs, etc.) sur les mesures à prendre en compte face à la manifestation des risques climatiques. L'application de la technologie de micro barrage d'une manière appropriée peut permettre d'augmenter le stockage et constituer un facteur important de réduction du stress hydrique dans des conditions de sécheresse.

2- Caractéristiques de la technologie

Un micro barrage ou une retenue d'eau est un ouvrage construit au travers d'un cours d'eau et destiné à réguler le débit du cours d'eau et/ou à en stocker l'eau pour différents usages. Les avancées de la connaissance et des techniques ont permis d'élever progressivement la taille des ouvrages jusqu'aux records actuels de plus de 300 mètres de haut. Les techniques de construction d'un micro barrage nécessitent une étude approfondie de la topographie, de la géologie et de l'hydrologie notamment. Ces trois facteurs permettent de comprendre les phénomènes hydrauliques et ainsi d'adapter le

corps et le type de construction au lieu choisi. Ces techniques sont équipées d'un ouvrage de prise d'eau pour l'irrigation et d'un évacuateur de crue.

3- Spécificités du pays/applicabilité

Les micro-barrages en terre et les retenues d'eau sont des technologies anciennes au Bénin dans les zones pastorales. Les populations les exploitent aussi bien pour satisfaire les besoins des animaux en eau que pour des activités de pêche et pisciculture. Les premières activités sont encadrées par la *Loi N°2018-20 du 23 avril 2019 portant code pastoral en République du Bénin*; et les dernières par la *Loi-cadre N°2014-19 du 07 août 2014 relative à la pêche et à l'aquaculture en République du Bénin*.

Le Programme d'Actions du Gouvernement prévoit à l'horizon 2021 la construction de 11 barrages et de 56 retenues d'eau et la réhabilitation de 120 retenues.

4- Situation de la technologie dans le pays

Les micro-barrages et les retenues d'eau de surface sont en nombre insuffisant face aux besoins des populations. De plus, ils sont généralement mal entretenus.



Vue générale du barrage-réservoir de Bêkêt



Digue et déversoir du barrage de Bêkêt



Site maraîcher en aval du barrage

Barrage –réservoir de Bêkêt dans la Commune de Pehunco Site maraîcher en aval du barrage ²⁸

²⁸ http://documentation.2ie-edu.org/cdi2ie/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2916

5- Avantages

Les avantages de cette technologie se rapportent à la limitation des crues, la satisfaction des besoins en eau de la population et la réduction de l'érosion et donc des pertes des terres agricoles

6- Inconvénients

Les principaux inconvénients de la technologie sont :

- ✓ le bouleversement du fonctionnement des cours d'eau et des écosystèmes (la construction d'un barrage entraîne toujours la destruction du milieu naturel sur place)
- ✓ la diminution des terres fertiles et des stocks de poisson,
- ✓ la baisse de la qualité de l'eau (pour beaucoup de communautés qui dépendent fortement des ressources naturelles pour vivre)
- ✓ la forte demande en main-d'œuvre pour la réalisation des travaux.
- ✓ un terrain propice à l'apparition de maladies telles que la dengue et le paludisme
- ✓ la dégradation des sols ou encore la déforestation

7- Coût

Les coûts d'investissement pour la mise en œuvre de la technologie sur un hectare inclus, le coût d'investissement 20 000 \$UDS et d'exploitation 2000\$USD.

Fiche technologique N°3

Nom de la technologie : Micro-irrigation (goutte à goutte)

1. Introduction

Les techniques d'irrigation traditionnelle bien qu'efficaces se révèlent peu économes en eau. Pour pallier tant soit peu ces situations, la micro-irrigation ou irrigation goutte à goutte apparaît comme une alternative et consiste à distribuer de l'eau au plus près auprès d'une culture donnée grâce à un réseau de canalisations. L'efficacité potentielle de cette technologie est estimée entre 80 et 90%. En République du Bénin, elle a été introduite au début des années 80 dans le cadre de la production des palmiers sélectionnés notamment à Grand hinvi et à Ouidah nord.

2- Caractéristiques de la Technologie

Contrairement aux systèmes d'irrigation traditionnelle, la micro-irrigation goutte à goutte n'arrose qu'une fraction infime du sol. Elle nécessite un faible débit donc un recours à des équipements légers. Trois principales techniques sont utilisées : les goutteurs (dispositif), la micro-aspersion et les canalisations poreuses.

Deux types d'installation existent, à savoir l'installation enterrée (tuyaux placés à environ 35 cm de profondeur) et l'installation de surface (adaptée pour les cultures de surface et idéale pour la pratique de rotation notamment).

3- Spécificités du pays/applicabilité

La technologie a connu un regain d'intérêt en maraichage et en arboriculture fruitière dans la vallée de l'Ouémé et au Sud-Bénin notamment. L'irrigation goutte à goutte et divers systèmes économiques d'apport de l'eau aux cultures ont fait leurs preuves dans les bananerais, les périmètres maraichers et sur différentes cultures telles que le soja (Doto *et al.*, 2013 ; Houssou *et al.*, 2013

4- Situation de la technologie dans le pays

Comme indiqué plus haut, cette technologie vulgarisée par les services agricoles a fait ses preuves dans le pays mais du fait de l'inaccessibilité et la non disponibilité (en termes de moyens et de ressources) des équipements, elle reste peu développée. De plus les utilisateurs potentiels sont les grands fermiers parmi lesquels on compte une nouvelle génération d'agriculteurs sans compter le fait que le dispositif est importé



Irrigation goutte à goutte de palmier à huile à Pobè²⁹



Irrigation goutte à goutte de piment au Sud-Bénin³⁰

5- Avantages

Les principaux avantages sont :

- La gestion rationnelle des ressources en eau et le maintien de l'humidité en permanence pour la culture.
- Le gain de temps puisque l'agriculteur n'a pas de manipulations à faire pour déplacer les tuyaux.
- L'irrigation est sous faible pression car ne nécessitant pas une pompe de grande puissance
- Le faible coût des investissements favorise la production agricole dans des zones agro écologiques ou localités particulièrement vulnérables aux déficits hydriques.
- L'économie de l'eau,
- La restauration des sols et la gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) et la gestion durable des terres de culture (GDT)
- Le système est adapté pour tout type de culture notamment celle qui s'adapte à l'arrosage par le bas
- La durée de vie et le retour sur investissement sont estimés respectivement à 20 ans et 7 ans

6- Inconvénients

- ✓ Nécessite un entretien régulier et rigoureux car la tuyauterie étant de faible diamètre se bouche vite
- ✓ Arrosage de longue durée pendant la journée pour les cultures dont les besoins en eau sont importants

7- Coût

²⁹ http://arid-afrique.org/sitearidb/wp-content/uploads/2010/07/pdf_Expériences_PIP_Benin.pdf

³⁰ <https://web.facebook.com/859285340927575/photos/pcb.933576090165166/933575263498582/?type=3&theater>

Le coût estimatif du dispositif est d'environ 2000\$USD (hors coûts d'importation) par hectare et entre 600\$UDS pour l'entretien annuel.

Fiche technologiques N°4

Nom de la technologie : Collecte et valorisation des eaux pluviales

1-Introduction

La collecte ou récupération des eaux de pluie à des fins multiples est l'une des meilleures technologies d'adaptation aux changements climatiques recommandée par les institutions spécialisées des Nations Unies principalement l'OMM et la FAO et d'autres agences de coopération technique dans les pays en développement. Cette technique reste une solution clé et immédiate face à la variabilité du climat et des changements climatiques dans le monde contemporain.

Les techniques de récupération des eaux de pluie couramment utilisées peuvent revêtir les différentes formes en micro-captages collectant l'eau à l'intérieur des champs et les macro-captages collectant l'eau d'un bassin versant plus grand et plus éloigné. Lorsque l'eau est stockée, elle est utilisée notamment pour les besoins en eau potable, la production végétale, ...

L'utilisation de l'eau pluviale dans le domaine de l'agriculture par exemple est une pratique qui aide à surmonter le déficit hydrique des sols et les pertes de récoltes dans certaines zones sèches ou sujettes à des pluies irrégulières et sur des terres très sensibles à l'érosion.

Les services de vulgarisation formés et les groupes et organisations d'entraide sont très efficaces et nécessaires pour la diffusion de la technologie.

2- Caractéristiques de la technologie

La collecte ou récupération des eaux de pluie se réfère à toutes technologies qui récupèrent l'eau de pluie pour la rendre disponible notamment pour la production agricole et à des fins domestiques. Cette technologie vise à minimiser les effets des variations saisonnières de la disponibilité en eau dues aux sécheresses et aux périodes arides et à améliorer les niveaux de production agricole. Un système de collecte des eaux de pluie se compose généralement de trois éléments : (1) une zone de captage / collecte qui produit des eaux de ruissellement du fait d'une surface imperméable ou d'une faible infiltration ; (2) un système d'acheminement par lequel les eaux de ruissellement sont dirigées, grâce par exemple à des diguettes, des fossés, des canaux ; (3) un système de stockage où l'eau est accumulée ou prête à être employée dans le sol, dans des fosses, des réservoirs ou de petits barrages.

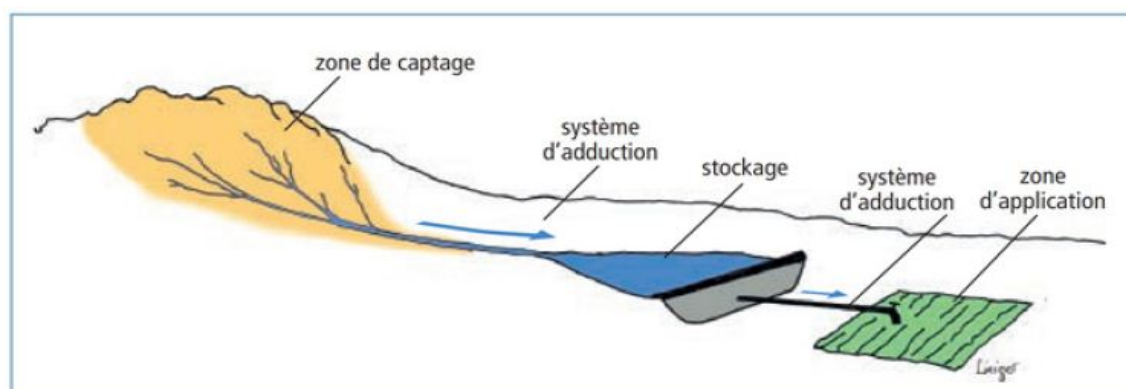


Schéma du principe de la collecte et valorisation des eaux pluviales³¹

³¹ <http://agire-maroc.org/DocBiblio/Catalogue-GIZ-BP-CEP-final.pdf>

Il convient de noter que la récupération des eaux de pluie a souvent besoin de pratiques supplémentaires pour augmenter l'infiltration dans certaines zones et réduire les pertes par évaporation.

3- Spécificités du pays/applicabilité

Au Bénin, la nuisance des eaux pluviales en milieu urbain et les inondations associées préoccupent au plus haut point les administrations communales et suscitent de nombreuses initiatives pour leur collecte et leur maîtrise (projets phares/prioritaires du gouvernement, travaux académiques). Mais la valorisation des eaux pluviales focalise peu d'attention, aussi bien en zone urbaine qu'en milieu rural. Les technologies de collecte et de valorisation des eaux pluviales de type moderne n'existent pratiquement pas au Bénin.

4- Situation de la technologie dans le pays

Pour faire face aux extrêmes climatiques en l'occurrence les sécheresses récurrentes ou longues séquences sèches, les populations notamment en milieu rural pratiquaient jadis un système de collecte ou de récupération des eaux pluviales en particulier pour les besoins en alimentation à travers des installations de type endogène (système de gouttière connectée à une citerne). Ce système est également pratiqué par endroit en milieu urbain ou périurbains où les caractéristiques hydrogéologiques ne favorisent pas l'accès facile à l'eau de puits. Mais de nos jours, des techniques modernes de récupération de l'eau prennent de plus en plus de pas sur ce système traditionnel qui du reste n'est pas épargné des problèmes de pollution et consorts.

5- Avantages

Les avantages liés à l'usage de cette technologie se rapportent principalement à :

- ✓ la diminution des risques face aux événements extrêmes (sécheresse)
- ✓ la diminution des inondations en aval
- ✓ l'augmentation de la quantité d'eau disponible pour l'irrigation
- ✓ la facilitation de la promotion des cultures hors-sol pour augmenter la production ou les unités de surface en agriculture ;
- ✓ l'opportunité pour la promotion de l'agriculture urbaine
- ✓ la préservation des nappes souterraines
- ✓ la facture d'eau potable réduite

6- Inconvénients

Pour cette technologie, les inconvénients sont :

- ✓ L'augmentation de la charge de travail
- ✓ Les exigences trop élevées de main d'œuvre (construction des fossés de diversion, répartition de l'eau des crues et entretien/réparation de structures)
- ✓ Les pertes de terres à cause des structures de conservation

7- Coût

Les coûts d'investissement pour la mise en œuvre de la technologie sur un hectare inclut, le coût d'investissement 500 \$UDS et d'entretien 1080\$USD an.

Fiche technologique N°5

Nom de la technologie : Gestion intégrée des bas-fonds rizicoles

1. Introduction

Les bas-fonds sont un des écosystèmes où des accroissements significatifs de la production agricole (végétale et aquacole) sont possibles. L'abandon d'un certain nombre de bas-fonds a accru la pression sur les coteaux qui se dégradent sans cesse sous l'effet des feux de brousse, du déboisement, de l'appauvrissement des sols. La baisse drastique du rendement des cultures, le stress hydrique à répétition et la reconversion des cultivateurs vers d'autres activités plus menaçantes pour l'environnement font partie des contraintes auxquelles se heurtent aujourd'hui les communautés. Ainsi, pour améliorer la productivité de l'agriculture familiale, restaurer l'équilibre écologique entre les coteaux et les bas-fonds, permettre aux producteurs (agriculteurs, pisciculteurs, éleveurs) de s'adapter aux changements climatiques, et mieux sécuriser l'alimentation en eau

2- Caractéristiques de la Technologie

Cette technologie se base sur l'approche PANA1 déjà pratiquée en Bénin. Elle concerne particulièrement les petites exploitations familiales et appuie les paysans pour assurer un développement durable des bas-fonds à travers une bonne gestion environnementale du terroir villageois. Il agit d'une approche intégrée, mettant l'accent sur la pérennisation des aménagements de bas-fonds, la diversification des cultures, une meilleure sécurisation du foncier afin de résoudre notamment les problèmes de sécurité alimentaire de la famille paysanne en période de soudure. L'approche consiste à développer des aménagements avec des techniques de maîtrise de l'eau simples (gestion de l'eau de la source, de la nappe, des eaux de ruissellement, et celles de pluie) qui sont peu coûteuses. Elle est complétée par la pisciculture, la diversification et l'intensification de l'agroforesterie sur les versants contigus et l'abreuvement des bovins.

3- Spécificités du pays/applicabilité

La Loi N°2010-44 du 24 Novembre 2010 portant Gestion de l'eau en République du Bénin fixe les principes relatifs à la gestion et à la protection particulière de l'eau, précise le statut juridique et le régime de l'eau, définit le cadre institutionnel et les interventions publiques dans le secteur, les instruments de planification et de financement, les dispositions prospectives et pénales. Elle vise à mettre fin à la gestion purement sectorielle, très centralisée, peu efficiente et qui ne préserve pas la ressource en eau dans ses multiples dimensions sociale, économique, culturelle.

4- Situation de la technologie dans le pays

Le Ministère en charge de l'Hydraulique a initié et engagé en février 1998, en concertation avec tous les autres partenaires du secteur de l'eau, l'élaboration et l'adoption de la Stratégie nationale de gestion des ressources en eau visant à instaurer au Bénin une gestion intégrée, concertée et durable des ressources en eau. Les principaux éléments de la stratégie sont les suivants: (i) la définition du cadre institutionnel et la mise en place de l'organe de coordination institué par une loi ; (ii) le



développement des réseaux de mesure, des laboratoires d'analyses et le regroupement des systèmes d'informations ; (iii) la gestion intégrée de l'eau par bassin sur la base de schémas directeurs; (iv) l'allocation des ressources en eau sur la base de la satisfaction des besoins vitaux de la population, puis de l'élevage et de l'agriculture ; (v) la protection des ressources en eau par l'organisation d'une surveillance

5- Avantages

Les avantages liés à la promotion de cette technologie se rapportent principalement à :

- ✓ aménagement hydro-agricole pour la maîtrise de l'eau ;
- ✓ diversification des activités agricoles
- ✓ rizipisciculture pour augmenter les rendements et les revenus ;
- ✓ développement d'un processus dynamique de concertation et de participation des acteurs locaux organisés et mobilisés autour de la gestion de l'eau ;
- ✓ développement des actions concertées d'innovations et de solutions foncières ainsi que la prise en compte des intérêts des communautés ;
- ✓ augmentation de la production agricole ;
- ✓ préservation des coteaux ;
- ✓ gestion des eaux pluviales ;
- ✓ réduction des feux de brousse ;

6- Inconvénients

Les principaux inconvénients liés à la mise en œuvre de cette technologie sont les suivants :

- ✓ l'insécurité foncière;
- ✓ les conflits entre agriculteurs et éleveurs transhumants;
- ✓ -l'analphabétisme des producteurs;
- ✓ l'exode rural;
- ✓ le faible accès des producteurs aux services agricoles (recherche et conseil agricole);
- ✓ la faible structuration des organisations professionnelles là où elles existent;
- ✓ l'inexistence et/ou la non application des textes juridiques et réglementaires (foncier rural, code de l'eau...);
- ✓ les difficultés d'accès aux crédits et aux marchés par les producteurs.

7- Coût

Les coûts de réalisation de la technologie sur un hectare inclus, le coût d'investissement 2250 \$UDS et d'exploitation 0 \$USD.

Fiche technologique N°6

Nom de la technologie : Aménagement des petits Bassins Versants pour l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle au profit des populations vulnérables

1.Introduction

Le problème de l'érosion, de la conservation de l'eau et de la fertilité des sols est une préoccupation majeure au niveau de nombreux cours et plans d'eau des pays de l'Afrique subsaharienne. La dégradation du sol, support des couverts forestiers et des exploitations agricoles, a par ailleurs un impact majeur sur la pollution diffuse dans les

³² <http://www.impetus.uni-koeln.de/fr/themen-benin/securite-alimentaire/nrc-be-e7.html>

cours d'eau, sur l'envasement des barrages et sur les infrastructures hydrauliques. Cependant, des techniques appropriées permettent aux paysans de pratiquer la diversification de la production agricole, génératrice de revenus additionnels et améliorent de façon substantielle les conditions de vie des paysans. D'un point de vue écologique, le cadre du bassin versant paraît être la solution la plus raisonnable car la gestion de l'eau est devenue une préoccupation majeure. C'est pourquoi il est utile de délimiter des zones dont l'aménagement est plus urgent que les autres, appelées zones prioritaires. C'est un exercice délicat mais très important car les paysans recherchent des terres agricoles afin d'organiser des travaux champêtres et lutter pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Les solutions éventuelles pour freiner la dégradation des terres se situeraient surtout dans l'amélioration de la gestion de l'eau, facteur limitant, l'intensification et la diversification des productions agricoles et la gestion des techniques antiérosives.



Schéma d'un type d'aménagement de bassin versant et sa mise en valeur au profit des populations vulnérables (Documentation SNV)

2- Caractéristiques de la Technologie

Un bassin hydrographique correspond au système complexe de bassins versants et de sous-bassins traversés par un grand fleuve et ses affluents de la source à l'embouchure. L'aménagement des bassins versants se réfère à toute action humaine visant à garantir l'utilisation durable des ressources des bassins versants. Les « bassins versants » sont aménagés pour canaliser le ruissellement des eaux lors de la saison des pluies dans des zones le plus souvent dénudées. Les buts de cette opération sont de :

- diminuer l'activité de l'érosion linéaire (ravinement) qui connaît une évolution dangereuse.
- protéger éventuellement les barrages contre un envasement accéléré.
- réduire les risques de glissements et d'éboulements qui menacent continuellement les routes.

3- Spécificités du pays/applicabilité

Les données graphiques disponibles décrivent le réseau hydrographique et les limites des bassins et sous-bassin versants des grands ensembles hydrographiques à l'intérieur desquels les limites territoriales du Bénin sont tracées. S'y ajoutent les attributs (toponymie) du réseau hydrographique. Les données graphiques superposées aux limites des bassins versants permettent de faire la représentation à différentes échelles des bassins hydrographiques et d'autres entités physiques appartenant à ces territoires naturels. Le document cartographique résultant contient un ensemble de planches qui présentent les grands ensembles hydrographiques du Bénin. Ces grands ensembles sont composés des bassins versants des principaux cours d'eau du Bénin à savoir, l'Ouémé et ses principaux affluents (le Zou et l'Okpara), le Niger et ses affluents au Bénin (l'Alibori, la Mékrou et la Sota), le Couffo et le Mono. Ces bassins versants sont déclinés en sous-bassins versants.

4- Situation de la technologie dans le pays

L'établissement de la carte d'érosion des bassins versants et de la carte de dégradation chimique des sols a permis d'identifier des zones à risque de dégradation au nombre de trois types : la zone I à fort risque de dégradation englobant en majorité les versants et occupant 30% de la superficie des bassins, la zone II à risque de dégradation moyen caractérisant une petite partie des versants s'étendant sur 1,5% des bassins, la zone III à risque de dégradation moyen à faible comportant les sommets de plateau, les terrasses basses et les plaines alluviales occupant 68,5% des bassins. (Achadé *et al.*, 2015³³ ; Domingo E. 1995³⁴).

Au Bénin, il existe plusieurs systèmes d'aménagement des bassins versants allant des pratiques endogènes aux systèmes actuels. Les agriculteurs exploitent les avantages offerts par ces espaces en matière de sécurité en eau pour accroître la production vivrière.

La technologie proposée permettra de renforcer les capacités de productions vivrières des agriculteurs et d'améliorer ainsi la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations.

5- Avantages

- ✓ Propices à la régénération de la fertilité du sol
- ✓ Amélioration ou stabilisation des écoulements d'eau annuels
- ✓ Gestion optimale des risques hydrologiques (étiages, crues, etc.)
- ✓ Amélioration de la gestion de l'eau
- ✓ Diversification des productions agricoles

6- Inconvénients

Cette technologie donne l'opportunité de la gestion des tensions entre différents groupes socioprofessionnels d'utilisateurs de l'eau

³³ ATCHADE A.A.G., DOSSOU-YOVO E. R., KODJA D.J. VISSIN E.W., BOUKARI M. (2015). DYNAMIQUE DE L'OCCUPATION DES TERRES ET RESSOURCE EN EAU DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE DU ZOU À L'EXUTOIRE DE DOMÈ AU BÉNIN. XXVIII^e Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège 2015

³⁴ DOMINGO E. (1995). PRESSION AGRICOLE ET RISQUES D'EROSION DANS LE BASSIN VERSANT DU LOMON, AFFLUENT DU MONO (DEPARTEMENT DU MONO-BENIN).

https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/bre/010009069.pdf

7- Coût

Les travaux d'aménagement nécessitent un coût d'investissement à l'hectare de 1 100 dollars environ et le coût d'entretien avoisine approximativement dans nos régions 1000 à 1500 \$USD par an

Fiche technologique N°7

Nom de la technologie : Forage à buts multiples

1. Introduction

Dans certaines localités situées dans des zones de dépressions ou dans un contexte de baisse du niveau des nappes phréatiques consécutive aux déficits pluviométriques, le ravitaillement continu en eau de la population constitue un problème de jour en jour entraînant ainsi le recours à la technique de forage en eau. Cette technologie permet aux populations vivant en zones précaires et périurbaines de disposer d'eau potable de façon pérenne. Il s'agit d'une technologie d'adaptation à court et moyen terme car l'équipement permet de mettre des moyens substantiels pour la satisfaction des besoins en eau. L'application de la technologie d'une manière appropriée peut permettre d'augmenter le stockage de l'eau et constituer un facteur important de réduction du stress hydrique dans des conditions de sécheresse.



Dames venues s'approvisionner en eau potable au niveau du forage réalisé dans commune de Dassazounmè -PNUD Bénin

2- Caractéristiques de la technologie

La technique de forage à buts multiples est un ensemble d'opérations qui permettent, par le biais d'un procédé mécanique, de creuser un trou à la recherche de l'eau utilisée à des fins économiques, agricoles et autres. Ce procédé souvent mécanique correspond à tout un assemblage de matériels destinés à réaliser techniquement un dimensionnement hydrogéologique du sous-sol en vue de pompage de l'eau. La technologie consiste à acheminer l'eau dans une borne fontaine pour alimenter la population démunie à l'aide d'un réseau d'adduction. Le système est constitué de trois grandes parties : le forage, l'équipement d'une pompe immergée, le château d'eau et les bornes fontaines. La mise en place requiert au préalable une enquête de terrain pour définir les besoins en eau de la population. Ces données permettent de dimensionner les paramètres de l'ouvrage.

3- Spécificités du pays/applicabilité

Le Bénin a fait l'option de réserver prioritairement les ressources en eaux souterraines pour la satisfaction des besoins en eau potable des populations. Mais en milieu rural, l'eau des forages est utilisée pour la satisfaction des besoins des hommes, des animaux d'élevage et autres exploitations agricoles. La Direction Générale de l'Eau (DG-Eau), seule structure en charge de l'hydraulique villageoise, admet les éléments de norme suivants pour l'alimentation en eau des populations rurales : un Point d'Eau (PE) ou un forage est considéré comme un Equivalent Point d'Eau (EPE) pour 250 habitants ; une Borne Fontaine pour 500 habitants ; un Poste d'Eau Autonome pour 1000 habitants à raison d'une dose journalière de 20 litres par habitant.

4- Situation de la technologie dans le pays

Cette technologie longtemps utilisée au Bénin notamment depuis le début des années 80, apparaît comme l'une des plus appropriée pour la mise en œuvre des mesures d'adaptation aux changements climatiques dans le secteur des ressources.

Les projections annuelles de prélèvement des ressources en eau à l'horizon 2025 pour les sous-secteurs consommateurs d'eau se présentent comme suit : (i) eau potable en milieu urbain : 291 millions de mètres cubes ; (ii) eau potable en milieu rural : 110 millions de mètres cubes ; (iii) abreuvement du cheptel : 65 millions de mètres cubes ; (iv) eau pour l'agriculture : 480 millions de mètres cubes ; *soit un total de 946 millions de mètres cubes.*

Les prélèvements ci-dessus projetés ne représentent que 4,6% et 18,8% des ressources en eaux superficielles et souterraines disponibles et évaluées respectivement à 13,106 milliards et 1,87 milliards de mètres cubes d'eau. Les eaux superficielles mobilisées par des barrages ne sont utilisées qu'à hauteur de 20 à 25% de leurs capacités pour des raisons d'évaporation et d'infiltration

Les Projets phares du Gouvernement soutenant la thématique de la technologie sont :

- Développement des infrastructures hydrauliques multifonctions et gestion durable des ressources en eau ;
- Donner accès à l'eau potable à l'ensemble de la population rurale et semi-urbaine.

5 Avantages

La technique de forage à buts multiples a des avantages tels que :

- ✓ la gestion rationnelle de l'eau ;

- ✓ la réduction des maladies d'origine hydrique et de la diminution de la morbidité, principalement infantile ;
- ✓ la réduction de la corvée de l'eau ;
- ✓ l'augmentation de la disponibilité en eau par habitant ;
- ✓ le développement des activités génératrices de revenus ;
- ✓ la création d'emplois ;
- ✓ l'amélioration du taux de scolarisation surtout des jeunes filles en milieu rural.

6- Inconvénients

Le principal inconvénient est l'entretien coûteux nécessaire pour le fonctionnement régulier de tout le système.

7- Coût

Selon la taille de l'agglomération le coût de réalisation est de 17000 \$USD et d'exploitation est de 800 \$USD an.

Fiche technologique N°8

Nom de la technologie : Promotion des mini-réseaux d'eau

1. Introduction

Dans les zones rurales, l'éloignement des points d'eau constitue un problème pour l'approvisionnement en eau potable des populations. Or selon les études, un individu a besoin d'un minimum de 20 litres d'eau par jour pour subvenir à ses besoins quotidiens. De ce fait, par endroit dans les pays en développement surtout en milieu rural, l'on parcourt plusieurs kilomètres pour avoir accès à une source d'eau potable. Ceci a des conséquences néfastes sur la santé car l'éloignement incite à utiliser en substitution des eaux plus proches mais de qualité douteuse, ce qui favorise l'émergence de maladies d'origine hydrique (diarrhées, choléra, dysenterie, etc.), mais aussi sur la scolarisation des enfants en raison du poids et de la durée de la corvée d'eau dont ils sont souvent chargés. La technologie des mini-réseaux d'eau est particulièrement adaptée aux zones rurales ou périurbaines où la densité de population est forte mais dont les habitants se trouvent éloignées des infrastructures adéquates de distribution d'eau.

Selon le Livre bleu du Bénin, une initiative citoyenne conjointe de groupes d'organisations non étatiques du secteur de l'eau et de l'assainissement, le domaine de l'approvisionnement en eau potable (AEP) est en pleine évolution au triple plan institutionnel, législatif et technique. De ce fait, l'approvisionnement en eau potable (AEP) constitue une des priorités nationales ainsi qu'il est mentionné dans les documents cadres de politique et stratégies de développement, notamment dans le document de la Stratégie de Croissance pour la Réduction de la Pauvreté (SCRP 2007-2009). Cette priorité est réaffirmée dans le document SCRP de deuxième génération (SCRP 2011-2011) et dans le Programme de Croissance pour le Développement Durable 2018-2021 (PC2D). Ainsi, le taux de desserte en milieu rural a progressé de 9% entre 2002 et 2005, passant de 35 à 46,5% à la fin 2007, à 49,9% à fin 2008 et à 55,3% à fin 2009, à 70% en 2017, grâce à la construction de plus de 2613 points d'eau supplémentaires. La mise en place de mini-réseaux d'eau pour un accès durable à l'eau potable constitue donc un important facteur d'amélioration des conditions de vie et de santé de la population.

2- Caractéristiques de la Technologie

Les mini-réseaux sont des réseaux impliqués dans la distribution de l'eau à petite échelle à un nombre restreint d'utilisateurs par le biais d'un réseau de distribution local qui fonctionne indépendamment du réseau des grandes villes. Il s'agit de mettre en place des réseaux simples et de faibles dimensions permettant d'alimenter en eau de consommation des villages ou des petites villes situées en zones rurales, à l'écart des réseaux de distribution urbains. La technique consiste à reproduire à plus petite échelle dans un village ou dans une commune de taille moyenne, avec des normes et des infrastructures simplifiées qui en rendent la réalisation beaucoup plus facile et moins coûteuse, l'ensemble d'un dispositif de captage, de traitement simplifié, si nécessaire, et de distribution d'eau d'une grande ville. Il comprend, généralement les installations suivantes :

- Adduction ;
- Captage ;
- Traitement ;
- Réservoir ;
- Distribution.

L'eau est introduite dans le réseau soit par gravité, soit à l'aide d'une pompe motorisée ou solaire. Par souci de protection et de maintien de la qualité de l'eau, il convient d'aménager un périmètre de protection autour de cette source.

3- Spécificités du pays/applicabilité

La technologie est applicable sur toute l'étendue du territoire du Bénin.

4- Situation de la technologie dans le pays

Des expériences de mini-réseaux d'eau potable sont en cours dans les localités du Bénin dotées de pompes photovoltaïques pour l'adduction d'eau (Djougou, Zogbodomey, Bantè, Ouessè, etc.).

5 Avantages

Cette technologie a des avantages substantiels :

- ✓ Suppression du pompage manuel
- ✓ Amélioration réelle des conditions de vie des populations
- ✓ Réduction du taux de développement des maladies liées à la consommation d'eau insalubre (diarrhées, choléra, etc.)
- ✓ Un accès durable et de proximité à l'eau potable.

6- Inconvénients

L'inconvénient majeur lié à cette technologie concerne son coût qui est très élevé. C'est un système qui requiert l'intervention de spécialistes et un financement important. Il doit en outre être entretenu régulièrement.

7- Coût

Le coût d'investissement d'un mini-réseau d'eau est de 120 000 \$USD et d'exploitation est de 3000 \$USD/an (y compris les petites réparations et la maintenance).

Fiche technologique N°9

Nom de la technologie : Puits moderne équipé de poulies

1. Introduction

Dans un contexte de baisse du niveau des nappes phréatiques suite aux déficits pluviométriques les puits traditionnels ne sont pas à même d'assurer le ravitaillement continu en eau de la population. En outre, l'approvisionnement en eau potable est un sujet dans lequel chacun est partie prenante. Parmi le parc d'ouvrages d'approvisionnement en eau potable figure le modèle de puits modernes équipé de poulies. Les puits modernes bénéficiant de maçonnerie en béton permettent de capter les eaux souterraines à des profondeurs relativement importantes et d'assurer de façon permanente différents besoins en eau (humain, maraîcher, bétail, arboriculture...).

2- Caractéristiques de la Technologie

Il s'agit d'un puits dont les parois sont protégées par des buses en béton armé sur toute la profondeur du puits. Il est équipé d'un bâti d'exhaure sur lequel peuvent être montées plusieurs poulies, d'une superstructure construite pour protéger le puits et d'un couvercle pour couvrir le puits quand il n'est pas utilisé.

Deux types de buses sont utilisés : pour les puits de 2m de diamètre, on utilise des buses pleines (qui constituent la partie appelée cuvelage) de diamètre intérieur 1,80 m au-dessus de la nappe et des buses perforées (qui constituent la partie appelée captage) de diamètre intérieur 1,40 m pour la partie en dessous du niveau de l'eau.

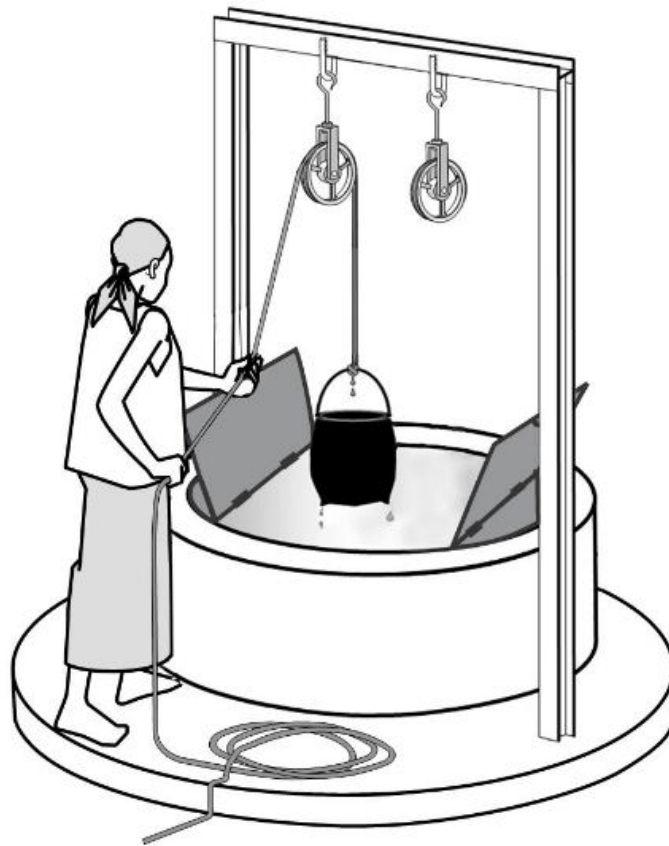
Pour que le cuvelage soit bien soutenu, il doit être solidement ancré à la surface et à plusieurs endroits dans les parois du puits (en général tous les 10 m).

Le puits doit être protégé par :

- une margelle avec un couvercle ;
- un trottoir en béton ;
- une clôture (muret, palissade, etc.) ;
- un canal d'évacuation de l'eau vers l'abreuvoir.

3- Spécificités du pays/applicabilité

Les puits à grand diamètre sont les ouvrages d'approvisionnement en eau potable les plus communs en zone rurale au Bénin. Le dispositif de puisage à poulies rivalise avec le dispositif de treuil reposant sur un support qui est préféré par les usagers lorsque la nappe phréatique est profonde.



Puits moderne équipé de poulies³⁵

Tous les Départements du Bénin en sont pourvus. Les réalisations des cinq dernières années ont concerné principalement les départements de l'Atlantique, du Borgou, du Mono, de l'Ouémé, de l'Atakora et de l'Alibori.

4- Situation de la technologie dans le pays

Les puits à grand diamètre équipés de poulies sont très répandus au Bénin en zone rurale et à la périphérie des villes. Mais la couverture en infrastructures d'eau potable est encore faible en milieu rural dans le pays.

5 Avantages

Les avantages de ce type d'équipement sont les suivants :

- ✚ le faible coût d'entretien (l'ordre de 5000 FCFA par an, pour un désensablement «artisanal» par un artisan-plongeur)
- ✚ la facilité à entretenir (entretien généralement sur des pièces d'usure présentes en surface)
- ✚ la durée de vie estimée à 30 ans au minimum même si elle est variable selon les fournisseurs et la qualité du matériel utilisé.

6- Inconvénients

Cette technologie a comme inconvénients le déploiement d'efforts mécaniques par l'homme, le coût d'installation relativement élevé et la vulnérabilité à la pollution très

³⁵ <https://pubs.iied.org/pdfs/G04244.pdf>

élevée (puits à ciel ouvert, usage des seaux à corde souvent abandonnée à même le sol)

7- Coût

Le coût d'investissement pour un puits moderne équipé de poulies est d'environ 15000 \$USD incluant les coûts de fonctionnement et d'entretien courant y compris les petites réparations et 60 \$USD an pour l'exploitation.

Fiche technologique N°10

Nom de la technologie : Adduction d'eau avec pompe Photovoltaïque

1. Introduction

L'adduction d'eau regroupe les techniques permettant d'amener l'eau depuis une source à travers un réseau de conduites vers son lieu de consommation. En effet, une installation d'adduction en eau potable (AEP) comprend une source d'eau telle qu'un puits et/ou un forage, une pompe mécanique et des infrastructures comme château d'eau et réseau de tuyauteries terminés par des bornes-fontaines publiques complétées par quelques branchements individuels.

Pour l'adduction d'eau dans les régions où le réseau électrique est absent, les systèmes de pompage au fil du soleil sont bien souvent l'unique solution technique. L'évolution progressive, depuis 20 ans, des matériels et des gammes de performances permet aujourd'hui de considérer le pompage solaire comme une technologie mature. De par ses spécificités, le solaire, plus encore que les autres solutions d'énergie utilisées pour l'adduction d'eau potable, nécessite un effort d'explication et de communication à destination des populations.

Par ailleurs, la technologie du photovoltaïque a beaucoup progressé dans la période récente en termes de performance énergétique et de réduction des coûts d'investissement et d'exploitation.

Les systèmes de pompage solaire au fil du soleil peuvent rivaliser avec les solutions d'alimentation par générateur diesel (ou groupe électrogène) dans de nombreux cas et apportent plusieurs avantages.

2- Caractéristiques de la Technologie

Un système de pompage photovoltaïque est constitué de :

- un générateur composé de modules photovoltaïques, interconnectés électriquement pour constituer une unité de production de courant continu. Il comporte aussi une structure métallique pour supporter l'ensemble ;
- une unité de conditionnement de puissance, constituée d'un convertisseur (onduleur), capable de faire varier la fréquence et la tension de sortie en fonction de la puissance disponible du générateur solaire, elle-même fonction de l'irradiation solaire qu'il reçoit ;
- un groupe électropompe immergé, constitué d'un moteur électrique à induction et d'une pompe centrifuge ou volumétrique ;
- un câblage électrique, par lequel transitent l'énergie du générateur au moteur, et les informations relatives aux contrôles de sécurité ;
- une infrastructure hydraulique qui conduit l'eau de sa source (souvent un puits ou un forage), jusqu'à un réservoir de stockage ;

- un système de potabilisation répondant aux normes en vigueur, pour s'assurer de la qualité sanitaire de l'eau ;
- un réseau de distribution.

Un système de pompage solaire fournit aux personnes, aux animaux et aux terres agricoles une qualité d'eau dépendant du forage ou de la source utilisée. Ce dispositif doit être dimensionné en fonction du débit souhaité et de la profondeur du forage. A cet effet, le dimensionnement d'une pompe photovoltaïque met en jeu quatre paramètres :

- débit journalier ;
- hauteur de pompage ;
- ensoleillement et la température ;
- rendement du type de pompe en jeu.

La pompe étant animée par énergie solaire, l'on a tendance à résumer l'ensemble de l'infrastructure d'AEP en "pompage solaire" et faire ombrage aux autres constituants du dispositif. Le danger qui en découle est que la qualité des autres composantes risque d'être négligée au point de faire d'elles les maillons faibles dont la défaillance peut compromettre la réputation du système photovoltaïque trop rapidement montré du doigt en cas de contre-performance.

3- Spécificités du pays/applicabilité

Des systèmes d'adduction d'eau avec pompe photovoltaïque fonctionnent dans certains villages du Bénin. Par exemple, un système de 18 000 litres/jour est installé depuis 2004 à Houansougon (Commune de Zogbodomé) pour alimenter deux bornes fontaines et le dispensaire du village. Des initiatives similaires sont nombreuses : Commune de Base (Banon, Koko et Gbêdjè), Commune de Ouèssè (Kilibo et Toui VAP), Commune d'Akpro-Misséré (Adélomi), etc.

La technologie est facile à appliquer au Bénin.

4- Situation de la technologie dans le pays

L'Agence Nationale d'Approvisionnement en Eau Potable en Milieu Rural (ANAEPMR) est en charge d'exécuter le Programme National pour l'Accès Universel à Eau Potable en Milieu Rural. Il est prévu la construction d'environ 650 Systèmes d'Approvisionnement en Eau Potable multi-Villages (SAEPmV) couvrant l'ensemble des zones rurales du pays. Ces SAEPmV intégreront et étendront les Adductions d'Eau Villageoises (AEV) et les Postes d'Eau Autonomes (PEA) existants.

La mise en oeuvre du Programme National pour l'Accès Universel à Eau Potable en Milieu Rural permettra à l'Agence de réaliser à court terme 163 SAEPmV (Budget national : 24 SAEPmV, Projet PEPRAU : 17 SAEPmV, EXIM Bank : 47 SAEPmV, Programme OMIDELTA : 31 SAEPmV, BIDC : 44 SAEPmV). La tendance sera à la hausse, de façon évolutive pour atteindre 652 SAEPmV en plus ou en renforcement des infrastructures existantes en juin 2023.

La technologie de pompage solaire serait bienvenue pour le succès de ce programme.



Adduction électro-solaire d'eau potable à Avogbédji (Ayou) dans la Commune d'Allada³⁶

5 Avantages

L'intérêt et les avantages d'un système de pompage solaire se présentent comme suit :

- peu d'entretien
- applicable aux lieux où le réseau électrique conventionnel est loin
- disponibilité de l'énergie
- coûts d'exploitation faibles

6- Inconvénients

Les systèmes de pompage solaire au fil du soleil présentent les contraintes suivantes :

- maintenance régulière ;
- coûts d'installation élevés ;
- capacités d'entretien et maintenance élevées ;

³⁶ <http://www.ias-ch.org/projet%20Benin/Avogbedji/index.html>

- capacités locales de maintenance faible ;
- pompage 9 h par jour seulement et forte variation journalière du débit «au fil du soleil» ;
- entretien et maintenance ;
- très limité en capacité et puissance ;
- sensible aux « *jours sans soleil* » et aux saisons humides (couverture nuageuse).

7- Coût

Le coût varie selon le lieu et les caractéristiques de la source. Le coût d'installation d'un système approprié pour une unité de production est de 25 000\$USD et d'exploitation est de 8000 \$USD an.

Fiche technologique N°11

Nom de la technologie : Puits moderne équipé de pompe à motricité humaine

1. Introduction

Un puits à eau ou un forage est un ouvrage de captage vertical permettant l'exploitation de l'eau d'une nappe, contenue dans les interstices ou dans les fissures d'une roche du sous-sol qu'on nomme aquifère.

L'approvisionnement en eau potable, est l'action de fournir de l'eau de boisson à la population. Par eau potable on peut entendre l'eau propre à la consommation humaine. Cette eau est donc du point de vue sanitaire et esthétique, propre à l'alimentation et à la préparation des aliments ainsi qu'à tous les usages domestiques dont l'hygiène personnelle. Elle représente une base pour le développement socio-économique notamment dans les pays en développement.

La modernisation des systèmes d'approvisionnement en eau potable dans les centres périphériques ou les villages et leur élargissement dans les zones précaires poursuivent deux objectifs principaux. Le premier objectif principal de l'approvisionnement en eau potable est de contribuer à l'amélioration de la santé des populations par la limitation des risques sanitaires en leur apportant une eau saine et en quantité suffisante.

Face aux effets néfastes de la variabilité du climat et les changements climatiques sur le secteur des ressources en eau, plusieurs technologies sont développées qu'elles soient endogènes ou modernes afin de résorber la pénurie d'eau et de résister aux stress hydriques. En effet, la technologie de puits moderne équipé de pompe à motricité humaine permet aux populations rurales et aux couches vulnérables de disposer d'eau potable et ce, de façon pérenne pour répondre aux enjeux liés à l'eau dans le futur, à savoir une gestion rationnelle et plus intelligente de l'eau de consommation à travers des réseaux d'approvisionnement.

2- Caractéristiques de la Technologie

Le puits moderne équipé de pompe à motricité humaine est un ouvrage à grand diamètre (1,5 à 2 m) aux parois protégées par des buses pleines en béton. Ce type de puits peut être réalisé en partie à la main ou avec des machines. L'exécution d'un puits fait manuellement peut être décomposée en quatre phases : le creusement en terrain sec, la construction du cuvelage, la mise en place du captage et la réalisation de l'équipement de surface qui permet de protéger le puits et d'assurer un minimum de condition hygiénique autour de l'ouvrage. Le principe de fonctionnement des pompes à motricité humaine se base sur les efforts les mécaniques de l'homme. L'équipement

constitue un des systèmes les plus accessibles pour accéder à l'eau en sous-sol. Il s'agit de systèmes simples, robustes, faciles à mettre en œuvre et à entretenir.

3- Spécificités du pays/applicabilité

Le Gouvernement du Bénin compte particulièrement sur les puits modernes équipés de pompe à motricité humaine sont les infrastructures d'approvisionnement en eau potable sur lesquelles.

Ainsi, à travers le Programme National d'Alimentation en eau potable en milieu rural, 307 villages ont bénéficié de ce type d'infrastructures en 2017. Sur les 77 Communes que compte le pays, 54 ont été couvertes par ce projet. Ce qui a permis de faire passer le taux de desserte en eau potable en milieu rural de 68,1% (2014) à 70% en 2017.

4- Situation de la technologie dans le pays

La technologie se trouve en plein développement dans le pays.



Puits modernes équipés de pompe à motricité humaine au Centre du Bénin³⁷

Outre le réseau de puits modernes équipés de pompe à motricité humaine existants, un projet de cinquante nouveaux forages a été lancé en décembre 2019 à Atchannou dans la commune d'Athiémé pour la partie méridionale du Bénin (dont quatre pour la commune d'Athiémé).

5 Avantages

Les principaux avantages de cette technologie sont les suivants :

- ✓ fabrication est assez simple et facile à produire à l'échelle locale,
- ✓ installation est facile et ne nécessite pas d'équipement de levage,
- ✓ robustesse et l'aptitude à une utilisation intensive,
- ✓ résistance à la corrosion et la facilité de réparation par une personne formée du village.

6- Inconvénients

La maintenance régulière du système de pompage constitue l'inconvénient majeur pour l'usage de cette technologie. La qualité moyenne du PVC influant beaucoup sur les

³⁷ <https://stories.undp.org/de-leau-pour-tous-au-benin>

qualités de la pompe (usure fréquente du joint en U, première cause de panne de la pompe).

L'équipage d'un puits est un investissement coûteux qui nécessite un entretien régulier, si on veut lui conserver ses caractéristiques de départ et une eau de qualité. En plus de la maintenance du système de pompage et des aménagements de surface, il est nécessaire d'effectuer tous les ans une analyse complète de l'eau (bactériologique et physicochimique) et une vérification du système de pompage. Tous les 3 à 5 ans, un pompage d'essai et la mesure de la profondeur totale du puits s'avèrent nécessaires.

7- Coût

Le coût d'investissement d'un puits moderne équipé de pompe à motricité humaine est assez variable. Pour un modèle de profondeur moyenne < 20 m, le coût unitaire de réalisation est d'environ 17 000 \$UDS et d'exploitation 280\$USD an.

Fiche technologique N°12

Nom de la technologie : Adduction d'eau potable simplifiée (AEPS)

1. Introduction

Dans les zones rurales, l'éloignement des points d'eau constitue un problème pour l'approvisionnement en eau potable des populations. Ainsi, la mise en place d'un système d'accès durable à l'eau potable constitue un important facteur d'amélioration des conditions de vie et de santé de la population. La technique d'Adduction d'Eau Villageoise désigne l'ensemble des procédés ou équipements permettant de transporter l'eau de sa source à son lieu de consommation. L'Adduction d'eau potable simplifiée (AEPS) permet aux populations rurales de disposer d'eau potable et ceci de façon pérenne pour faire face aux problèmes majeurs des populations en déficit en eau. Elle représente une base pour le développement socio-économique notamment dans les pays en développement.

2- Caractéristiques de la Technologie

Le réseau d'adduction d'eau potable se limite à la périphérie des quartiers précaires et périurbains. La technologie consiste à identifier des villages pour acheminer l'eau soit par une borne fontaine pour alimenter la population démunie à l'aide d'un canal d'adduction, soit par des postes d'eau autonomes. Les bornes-fontaines sont des points collectifs d'approvisionnement en eau pour les personnes ne disposant pas d'un branchement particulier.

3- Spécificités du pays/applicabilité

La technologie est applicable sur toute l'étendue du territoire du Bénin lorsque le réseau d'adduction d'eau urbain n'est pas disponible.

4- Situation de la technologie dans le pays

Les systèmes d'adduction d'eau potable simplifiée (AEPS) sont utilisés au Bénin de plus en plus, grâce au développement de la technologie photovoltaïque qui pénètre dans les villages les plus éloignés des centres urbains.

5 Avantages

Cette technologie se focalise principalement sur l'amélioration de la qualité de l'eau, l'amélioration du principe de gestion des ouvrages, l'amélioration de la connaissance des ressources en eau souterraine et de la mobilisation des ressources en eau de surface, l'accès facile à l'eau potable par les ménages, la possibilité d'extension du

réseau sans investissements lourds et les points de distribution plus proches des usagers.

6- Inconvénients

Les inconvénients majeurs de ce type de technologie se situent aux niveaux suivants :

- ✓ coût élevé à la réalisation pour les communautés à la base ;
- ✓ sensibilité aux aléas climatiques ;
- ✓ charges d'exploitation coûteuses ;
- ✓ risque de panne élevé.

7- Coût

Les coûts de la mise en œuvre de la technologie comprennent, le coût d'investissement 14 000 \$UDS et d'exploitation 280 \$USD.

Fiche technologique N°13

Nom de la technologie : Réalisation d'impluvium

1. Introduction

L'impluvium est un système de captage et de stockage des eaux de pluie ou de ruissellement. Il peut être naturel ou artificiellement créé par l'homme. Ce dispositif peut être compris comme étant un bassin de stockage des eaux ou comme une large zone géographique correspondant à la zone de captage des eaux ruisselantes pour l'eau des nappes souterraines utilisées pour le captage de l'eau destinée à la consommation humaine. En effet, la modernisation des systèmes d'approvisionnement en eau potable dans les centres périphériques ou les villages et leur élargissement dans les zones précaires s'avère nécessaire pour les besoins en eau potable des populations. Cette technique est particulièrement adaptée aux usages domestiques et à l'irrigation dans les régions souffrant de pénurie d'eau, mais aussi à certains édifices publics comme les écoles ou centres sanitaires.

2- Caractéristiques de la Technologie

Ce système se compose d'une aire de captage, qui peut être tout simplement un toit, d'un système de transport qui canalise l'eau sur une certaine distance vers le lieu de stockage, et enfin du lieu de stockage qui peut être un réservoir enterré ou une citerne hors sol. Certains éléments peuvent être nécessaires comme des filtres ou un système de déviation qui empêche les premières pluies, trop sales, de contaminer le reste du stock. de trois parties essentielles :

- ✓ aire de captage,
- ✓ système de drainage ;
- ✓ réservoir hors sol équipée d'un système de puisage.

Le dimensionnement de l'impluvium et plus particulièrement les côtes du réservoir, sont à déterminer en fonction des éléments du contexte (hauteur de la surface de captage, distance captage - réservoir, dénivelé, etc.).

3- Spécificités du pays/applicabilité

La technologie est applicable sur toute l'étendue du territoire du Bénin lorsque le réseau d'adduction d'eau urbain n'est pas disponible.

4- Situation de la technologie dans le pays

Les systèmes d'impluvium sont utilisés fréquemment dans les zones où les systèmes d'adduction d'eau village sont très peu développés et les nappes phréatiques sont très profondes et très fonctionnels en saison pluvieuse.

5 Avantages

Les avantages liés à l'usage de cette technologie sont les suivants :

- ✓ coût de la maintenance est dans la plupart des cas quasi-nul
- ✓ économies d'eau ;
- ✓ disponibilité de l'eau en permanence.

6- Inconvénients

Les inconvénients majeurs de ce type de technologie sont :

- ✓ technologie est beaucoup exigeante en terme de qualité de construction (toiture lisse, dure et dense pour être facilement nettoyable, résistante et pouvoir renvoyer les objets qui tombent dessus) ;
- ✓ nécessité d'un entretien régulier des réservoirs d'eau ;
- ✓ forte demande en main-d'œuvre pour la réalisation des travaux ;
- ✓ risque de contamination des eaux (égouts, citernes, etc.)
- ✓ qualité de l'eau.

7- Coût

Les coûts d'investissement pour la mise en œuvre de la technologie inclus, le coût d'investissement 20 000 \$UDS et d'exploitation 280 \$USD.

Fiche technologique N°14

Nom de la technologie : Réalisation de micro barrage agricole

1. Introduction

Les effets des changements climatiques induisent une rareté des pluies incitant ainsi les populations (agriculteurs, pêcheurs, éleveurs) à développer diverses techniques d'approvisionnement en eau potable dont le micro-barrage. Un micro barrage est un ouvrage construit à travers d'un cours d'eau et destiné à réguler le débit du cours d'eau et/ou à en stocker l'eau pour différents usages. Cette technologie constitue une réserve d'eau en vue de satisfaire les besoins en eau potable de la population surtout rurale. Elle vient aussi avantageusement compléter le déficit observé dans le système d'approvisionnement en eau potable de la population.

2- Caractéristiques de la Technologie

On distingue trois types de travaux pour la réalisation d'un micro barrage : les ouvrages de génie civil, les équipements électriques et les équipements hydrauliques. L'ouvrage dirige l'eau dans un canal, un tunnel ou directement dans une conduite forcée. L'eau passe ensuite dans la turbine qu'elle fait tourner avec suffisamment de force pour créer de l'électricité par le biais d'une génératrice, après quoi elle retourne à la rivière par le canal de fuite. D'ordinaire, les petites centrales hydroélectriques construites pour alimenter un village ou une région isolée sont des installations au fil de l'eau. L'eau n'est pas stockée dans un réservoir et elle est utilisée que lorsqu'elle est disponible.

3- Spécificités du pays/applicabilité

Les micro-barrages en terre et les retenues d'eau sont des technologies anciennes au Bénin dans les zones pastorales. Les populations les exploitent aussi bien pour satisfaire les besoins des animaux en eau que pour des activités de pêche et

pisciculture. Les premières activités sont encadrées par la Loi N°2018-20 du 23 avril 2019 portant code pastoral en République du Bénin ; et les dernières par la Loi-cadre N°2014-19 du 07 août 2014 relative à la pêche et à l'aquaculture en République du Bénin.

Le Programme d'Actions du Gouvernement prévoit à l'horizon 2021 la construction de 11 barrages et de 56 retenues d'eau et la réhabilitation de 120 retenues.

4- Situation de la technologie dans le pays

Les micros barrages et les retenues d'eau de surface sont en nombre insuffisant face aux besoins des populations.

5 Avantages

Les avantages de ce type d'équipement sont :

- ✓ satisfaction des besoins en eau de la population ;
- ✓ capacité des communautés en termes de mobilisation des ressources en eau ;
- ✓ développement des activités connexes ;
- ✓ augmentation de la production maraîchère ;
- ✓ développement des activités agricoles à contre saison.

6- Inconvénients

Les principaux inconvénients de la technologie sont :

- ✓ bouleversement du fonctionnement des cours d'eau et des écosystèmes (la construction d'un barrage entraîne toujours la destruction du milieu naturel sur place) ;
- ✓ diminution des terres fertiles et des stocks de poisson ;
- ✓ baisse de la qualité de l'eau (pour beaucoup de communautés qui dépendent fortement des ressources naturelles pour vivre) ;
- ✓ forte demande en main-d'œuvre pour la réalisation des travaux ;
- ✓ terrain propice à l'apparition de maladies telles que la dengue et le paludisme ;
- ✓ dégradation des sols ou encore la déforestation,
- ✓ exigeante des conditions techniques (qualité du terrain, géographie du milieu, qualité du matériel et des installations).

7- Coût

Les coûts de réalisation de la technologie incluent, le coût d'investissement 20000 \$UDS et d'exploitation 2000\$USD).