



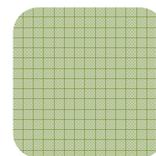
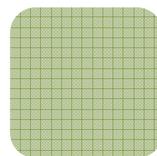
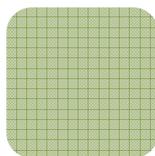
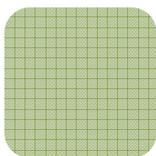
MINISTRE DE L'EQUIPEMENT ET DE,  
L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

-----  
AGENCE NATIONALE DE LA METEOROLOGIE  
-----



REPUBLIQUE DU MALI  
UN PEUPLE UN BUT UNE FOI

## EVALUATION DES BESOINS EN TECHNOLOGIES ET PLANS D' ACTIONS TECHNOLOGIQUES POUR L'ATTENUATION DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES



## PREFACE

Les changements climatiques constituent l'un des plus grands défis de l'humanité au cours du 21<sup>ème</sup> siècle. La réduction des émissions de gaz à effet de serre, qui causent le réchauffement climatique doit donc être engagée à l'échelle planétaire car une tonne de gaz à effet de serre relâchée vers l'atmosphère depuis l'Afrique, l'Asie, l'Europe ou n'importe quel point du globe contribue exactement de la même façon au réchauffement global. C'est pourquoi la communauté internationale s'est engagée dans une action collective organisée dans le cadre de la Convention Cadre des Nations Unies pour les Changements Climatiques (CCNUCC) adoptée à New York en 1992. L'objectif ultime de la CCNUCC en référence à son article 2, est de « *stabiliser les concentrations de Gaz à Effet de Serre (GES) dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique...* ». La Convention a été renforcée en 1997 par le Protocole de Kyoto qui est l'instrument de mise en œuvre de la Convention.

Pour faciliter le développement, le déploiement, la diffusion et le transfert des technologies, la Convention stipule en son article 4.5 que: *les pays développés parties prennent toutes les mesures possibles en vue d'encourager, de faciliter et de financer, selon les besoins, le transfert ou l'accès de technologies et de savoir-faire écologiquement rationnels aux autres Parties, et plus particulièrement à celles d'entre elles qui sont des pays en développement, afin de leur permettre d'appliquer les dispositions de la Convention.*

Pour traduire son engagement à contribuer à cet effort mondial de lutte contre les changements climatiques, le Mali a signé la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques le 22 Septembre 1992 et l'a ratifié le 28 Décembre 1994. Le Mali a également signé le Protocole de Kyoto le 27 Janvier 1999 qu'il a ratifié le 28 Mars 2002.

Cette étude d'évaluation des besoins en transfert de technologies (EBT) constitue une fois de plus la preuve de l'engagement renouvelé du Mali pour lutter contre les changements climatiques. Le Plan d'action technologique (PAT) qui a été développé constitue une feuille de route pour mettre en place les cadres propices afin de lever les barrières et faciliter le transfert, l'adoption et la diffusion des technologies prioritaires d'atténuation des gaz à effet de serre.

Nous adressons nos vifs remerciements à nos partenaires en particulier le FEM et le PNUE, dont le soutien financier a permis l'évaluation des besoins en technologies d'atténuation des gaz à effet de serre.

Qu'il me soit aussi permis de remercier tous les experts nationaux qui ont apporté leur contribution pour la réussite de cette étude.

Signature

Le Directeur Général de l'Agence Nationale de la Météorologie

## RESUME

Les changements climatiques constituent l'un des plus grands défis de l'humanité au cours du 21<sup>ème</sup> siècle.. Le développement et le transfert de technologies est important pour lutter contre les changements climatiques et atteindre l'objectif ultime de la CCNUCC. C'est pourquoi la Convention stipule en son article 4.5 que: *les pays développés parties prennent toutes les mesures possibles en vue d'encourager, de faciliter et de financer, selon les besoins, le transfert ou l'accès de technologies et de savoir-faire écologiquement rationnels aux autres Parties, et plus particulièrement à celles d'entre elles qui sont des pays en développement, afin de leur permettre d'appliquer les dispositions de la Convention.*

Pour faciliter le développement, l'évaluation des besoins en technologies et le transfert de technologies plusieurs autres décisions ont été prises notamment:

- La décision 4/CP.7 relatif au cadre d'actions pour le transfert de technologie adoptée dans les Accords de Marrakech à l'issue de la COP7 en 2001,
- La décision 3 CP/13 de Bali en 2007, relative à la mise au point et au transfert de technologies dans le cadre de l'organe subsidiaire du conseil scientifique et technologique,
- Le programme stratégique de Poznań sur le transfert de technologie adopté à la COP 14 en 2008 par la décision 2 CP. 14.

C'est dans ce contexte que le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) a initié un projet intitulé «Evaluation des Besoins en Transfert de Technologies (EBT) » qui a été approuvé en novembre 2009 et financé par le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM). Le lancement officiel du projet global a eu lieu en février 2010. Ce projet vise à aider 35 à 45 pays à mener des évaluations de leurs besoins technologiques dans le cadre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC).

Le processus de l'étude EBT a commencé au Mali en juillet 2010. Il a permis, selon une approche consultative et participative associant les parties prenantes clés des secteurs de l'Energie et de l'Agriculture, d'aboutir aux résultats ci-après :

- Pour l'identification et la hiérarchisation des secteurs prioritaires ainsi que des technologies prioritaires pour l'atténuation des gaz à effet de serre l'étude montre que les secteurs de l'Energie et de l'Agriculture sont les plus gros pollueurs au Mali. Sur les 10 technologies retenues pour chaque secteur, un processus consultatif et participatif d'analyse multicritères a permis de choisir 7 technologies prioritaires à savoir :
  - L'hydroélectricité,
  - Le solaire photovoltaïque,
  - Les foyers améliorés,
  - Les biocarburants,
  - le système de riziculture intensive (SRI),
  - la microdose,
  - le reboisement.

Une fiche technologique a été élaborée pour chacune des 7 technologies prioritaires. Cette fiche décrit les principales caractéristiques de la technologie, l'état actuel de la technologie dans le pays, le potentiel de réduction des gaz à effet de serre ainsi que le coût de la technologie.

- Pour l'analyse des barrières et des cadres propices pour le développement et le transfert des technologies prioritaires, il ressort de l'étude que les barrières identifiées sont de nature diverses : barrières financières, économiques et sociales; insuffisance des capacités humaines; Insuffisance de la recherche et développement ; Insuffisance d'information ou de sensibilisation aux opportunités qui existent; faiblesse institutionnelle; barrières réglementaires et politiques, barrières liées aux droits de propriété intellectuelle.

- Pour surmonter les barrières et faciliter le transfert des technologies prioritaires un Plan d'Action Technologique (PAT) a été élaboré assorti de sept idées de projets/programmes que sont :
  1. Projet/Programme de réalisation de micro central hydroélectrique dans les régions de Kayes, Sikasso, Ségou, Koulikoro et Mopti,
  2. Projet/Programme de substitution de combustible fossile par le biocarburant,
  3. Projet/Programme de diffusion des foyers améliorés pour la lutte contre la déforestation,
  4. Projet/Programme de réalisation de centrales solaires photovoltaïques pour l'électrification rurale,
  5. Projets/programmes de promotion de la productivité rizicole par le SRI,
  6. Projet/Programme de réalisation d'unités de montage des équipements adaptés pour le développement de la technique de micro-dose,
  7. Projet/Programme national de reboisement.

La mise en œuvre de ces projets/programmes prioritaires, qui sont conformes aux orientations du Cadre Stratégique pour la Croissance et la Réduction de la Pauvreté (CSCR) et de la Politique Nationale sur les Changements Climatiques (PNCC), permettra au Mali d'amorcer une trajectoire de développement économique sobre en carbone, contribuant ainsi aux efforts mondiaux de stabilisation des gaz à effet de serre au titre de la responsabilité commune mais différenciée de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

## REMERCIEMENTS

Au terme de cette étude, toute l'équipe de l'ONG Mali-Folkecenter Nyetaa adresse ses remerciements à ses partenaires nationaux (Agence Nationale de la Météorologie du Mali, la Direction Nationale de l'Energie, la Direction Nationale de l'Agriculture et l'Agence de l'Environnement et du Développement Durable) et internationaux (le Programme des Nations Unies pour l'Environnement, Le Fond pour l'Environnement Mondial, le Centre Risoe du Danemark, et Enda Energie (ENDA).

Nos sincères remerciements vont également à l'endroit des personnes qui ont contribué à la réalisation de cette étude. Il s'agit de:

- Mr. Boubacar Sidiki Dembélé de l'Agence de l'Environnement et du Développement Durable (AEDD) ;
- Mme Niambélé Mineyitou Diarra de la Direction Nationale de l'Agriculture (DNA) ;
- Mr. Amadou Hamady Maïga de la Direction Nationale de l'Energie (DNE) ;
- Mr. Abdoulaye Sissoko de la Direction Nationale de l'Agriculture (DNA) décédé au cours de l'étude. Que son âme repose en paix.

Nous étendons nos remerciements aux personnes qui ont bien voulu nous accorder une partie de leur temps précieux lors des interviews que nous avons eu avec eux.

Nous espérons que ce document sera utile dans les efforts de lutte contre les changements climatiques.

## LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

<b>AAT</b>	Autorité Pour l'Aménagement de Taoussa
<b>ABFN</b>	Agence du Bassin du Fleuve Niger
<b>ADRS</b>	Agence de Développement Rural de la Vallée du Fleuve Sénégal
<b>AEDD</b>	Agence De l'Environnement Et Du Développement Durable
<b>AELE</b>	Association Européenne de Libre-Echange
<b>AGESEM</b>	Agence Nationale de Gestion des Stations d'Épuration du Mali
<b>AGRA</b>	Alliance of Green Révolution in Africa (Alliance pour la Révolution Verte en Afrique)
<b>ALENA</b>	Accord de Libre-Echange Nord-Américain Agence Malienne pour le Développement de l'Énergie Domestique et de l'Électrification Rurale
<b>AMADER</b>	
<b>AMARAP</b>	Agence Malienne de Radioprotection
<b>AMC</b>	Analyse Multicritère
<b>ANADEB</b>	Agence Nationale du Développement des Biocarburants
<b>APCAM</b>	Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture du Mali
<b>BT</b>	Basse Tension
<b>CC</b>	Changements Climatiques
<b>CCIM</b>	Chambre de Commerce et d'Industrie du Mali
<b>CCNUCC</b>	Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
<b>CDI</b>	Commissariat au Développement Institutionnel
<b>CEI</b>	Communauté des États Indépendants
<b>CES</b>	Chauffes Eaux solaires
<b>CES</b>	Conservation des Eaux et des Sols
<b>CH<sub>4</sub></b>	Méthane
<b>CIRAD</b>	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
<b>Cm</b>	Centimètre
<b>CMAPI</b>	Centre Malien Pour la Promotion de l'Industrie
<b>CMDT</b>	Compagnie Malienne de Développement des Textiles
<b>CNESOLER</b>	Centre National de l'Énergie Solaire et des Énergies Renouvelables
<b>CNRST</b>	Centre National de Recherche Scientifique et Technologique
<b>CO</b>	Monoxyde de Carbone
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de Carbone
<b>CPS</b>	Cellule de Planification et de Statistique
<b>CREE</b>	Commission de Régulation de l'Électricité et de l'Eau
<b>CRES</b>	Centre Régional d'Énergie Solaire
<b>CSCR</b>	Cadre Stratégique pour la Croissance et la Réduction de la Pauvreté
<b>CSI-GDT</b>	Cadre Stratégique d'Investissement de la Gestion Durable des Terres
<b>CSLP</b>	Cadre Stratégique de Lutte Contre la Pauvreté
<b>CSP</b>	Centrales Solaires Photovoltaïques
<b>CT</b>	Collectivités territoriales

## MALI

<b>CV</b>	Cheval Vapeur
<b>DNA</b>	Document National de l'Agriculture
<b>DNACPN</b>	Direction Nationale de l'Assainissement du Contrôle des Pollutions et des Nuisances
<b>DNACT</b>	Direction Nationale des Collectivités Territoriales
<b>DNCN</b>	Direction Nationale de la Conservation de la Nature
<b>DNE</b>	Direction Nationale de l'Energie
<b>DNEF</b>	Direction Nationale des Eaux et Forêts
<b>DNGR</b>	Direction Nationale du Génie Rural
<b>DNM</b>	Direction Nationale de la Météorologie
<b>DNP</b>	Direction Nationale de la Pêche
<b>DNPIA</b>	Direction Nationale des Productions et des Industries Animales
<b>DNRFFH</b>	Direction Nationale des Ressources Forestières Fauniques et Halieutiques
<b>DNSI</b>	Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique
<b>DNSV</b>	Direction Nationale des Services Vétérinaires
<b>Ec</b>	Energie Cinétique
<b>ECO</b>	Europe Centrale et Orientale
<b>EDM</b>	Energie du Mali
<b>EGTT</b>	Groupe d'Expert sur les Transferts de Technologies
<b>Em</b>	Energie Mécanique
<b>ENDA</b>	Environnement et Développement
<b>ENI</b>	Ecole Nationale d'Ingénieur
<b>ENR</b>	Energies Renouvelables
<b>Eq</b>	Equivalent
<b>FA</b>	Foyers Améliorés
<b>FCFA</b>	Franc de la Communauté Financière Africaine
<b>G</b>	Gravitation Terrestre
<b>GCOZA</b>	Groupe de Coordination des Zones Arides
<b>GEF</b>	Fond Global Pour l'Environnement
<b>GES</b>	Gaz à Effet de Serre
<b>Gg</b>	Giga Gramme
<b>GIEC</b>	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
<b>GIZ</b>	Coopération Internationale Allemande de Développement
<b>GWh</b>	Giga Watt Heure
<b>H</b>	Hauteur de Chute
<b>Ha</b>	Hectare
<b>HFC</b>	Hydrofluorocarbure
<b>HT</b>	Haute Tension
<b>Icc</b>	Courant de court-circuit
<b>IER</b>	Institut d'Economie Rurale
<b>IICEM</b>	Initiatives Intégrées pour la Croissance Economique au Mali
<b>ASTI</b>	(Agricultural Science and Technology Indicators)
<b>Ipmax</b>	Courant à Puissance Maximale
<b>IPR/IFRA</b>	Institut Polytechnique Rurale/Institut de Formation et de Recherche Appliquée
<b>IRAF</b>	Institut de Recherches Agronomiques et Forestières
<b>Kg</b>	Kilogramme

<b>Km</b>	Kilomètre
<b>Km/h</b>	Kilomètre par Heure
<b>km<sup>2</sup></b>	Kilomètre carré
<b>kW</b>	Kilo Watt
<b>kWh/m<sup>2</sup>/j</b>	Kilo Watt Heure par Mètre Carré par Jour
<b>LBC</b>	Lampe Basse Consommation
<b>LFC</b>	Lampe Fluo Compacte
<b>LOA</b>	Loi d'Orientation Agricole
<b>M</b>	Masse de l'Eau
<b>m<sup>2</sup></b>	Mètre Carré
<b>m<sup>3</sup>/ha</b>	Mètre Cube par Hectare
<b>MA</b>	Ministère de l'Agriculture
<b>MAECI</b>	Ministère des Affaires Etrangères et de la Coopération Internationale
<b>MDP</b>	Mécanisme pour un Développement Propre
<b>MEA</b>	Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement
<b>MEE</b>	Ministère de l'Energie et de l'Eau
<b>MEF</b>	Ministère de l'Economie et des finances
<b>MEP</b>	Ministère de L'Elevage et de la Pêche
<b>MFC</b>	Mali-Folkecenter Nyetaa
<b>MIIC</b>	Ministère de l'Industrie, des Investissements et du Commerce
<b>MJ</b>	Méga Joule
<b>MLAFU</b>	Ministère du Logement, des Affaires Foncières et de l'Urbanisme
<b>MT</b>	Moyenne Tension
<b>MW</b>	Méga Watt
<b>MW</b>	Méga Watt
<b>N</b>	Nouvelle
<b>N<sub>2</sub>O</b>	Oxyde Nitreux
<b>NAMAs</b>	Nationally Appropriate Mitigation Action
<b>OCDE</b>	Organisation de Coopération et de Développement Economiques
<b>ODRS</b>	Office de Développement Rural de Sélingué
<b>OHVN</b>	Organisation de la Haute Vallée du Niger
<b>OHVN</b>	Office des Hautes Vallées du Niger
<b>OMVS</b>	Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal
<b>OMVSF</b>	Office de Mise en Valeur du Système Faguibine
<b>ON</b>	Office du Niger
<b>ONAP</b>	Office National des Produits Pétroliers
<b>ONG</b>	Organisation Non Gouvernementale
<b>OP</b>	Opérateurs Privés
<b>OPIB</b>	Office des Périmètres Irrigués de Baguinéda
<b>OPV</b>	Office de Protection des Végétaux
<b>ORM</b>	Office Riz Mopti
<b>ORS</b>	Office Riz de Ségou
<b>P</b>	Puissance
<b>PACD</b>	Projet D'Appui aux Commerçants Détaillants
<b>PANA</b>	Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques

<b>PASE</b>	Projet d'Appui au Secteur de l'Energie
<b>PAT</b>	Plan d'Action Technologique
<b>PC</b>	Pouvoir Calorifique
<b>PE</b>	Point d'Ecoulement
<b>Pe</b>	Point Eclair
<b>PEALCD</b>	Projet Environnement et Appui à la Lutte Contre la Désertification
<b>PEALCD</b>	Programme Environnemental d'Appui à la Lutte Contre la Désertification
<b>PEDASB</b>	Projet Energie Domestique et Accès aux Services de Base en Milieu Rural
<b>PEN</b>	Politique Energétique du Mali
<b>PFC</b>	Hydrocarbure Performeurs
<b>PIB</b>	Produit Intérieur Brut
<b>PNISA</b>	Programme National d'Investissement dans le Secteur Agricole
<b>PNUD</b>	Programme des Nations Unies Pour le Développement
<b>PNUE</b>	Programme des Nations Unies Pour l'Environnement
<b>PT</b>	Point de Trouble
<b>PTF</b>	Partenaires Techniques et Financiers
<b>PV</b>	Solaire Photovoltaïque
<b>RAE</b>	Rafrichisseurs d'Air Par Evaporation
<b>RAG</b>	Projet de Recensement Général de l'Agriculture
<b>REDD+</b>	Réduction des Emissions Issues de la Déforestation et de la Dégradation
<b>RISOE</b>	Centre de Recherche sur l'Energie, le Climat et le Développement Durable au Danemark
<b>SA</b>	Société Anonyme
<b>SDA</b>	Schéma Directeur d'Approvisionnement
<b>SDDR</b>	Schéma Directeur du Secteur de Développement Rural
<b>SED</b>	Stratégie Energie Domestique
<b>SF6</b>	Hexa Fluorure de Soufre
<b>SFD</b>	Systèmes Financiers Décentralisés
<b>SIE</b>	Système d'Information Energétique
<b>SMECMA</b>	Société Malienne d'Equipeement et de Commercialisation du Matériel Agricole
<b>SNDR</b>	Stratégie Nationale de Développement de la Riziculture
<b>SNDR</b>	Stratégie Nationale de Développement de la Riziculture
<b>SOGED</b>	Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets
<b>SOGEM</b>	Société Gestion de l'Energie de Manantali
<b>SREP</b>	Scaling Up Renewable Energy Program (Programme de Valorisation à Grande Echelle des Energies Renouvelables)
<b>SRI</b>	Système de Riziculture Intensive
<b>S-T-E-P</b>	Stations de Transfert d'Energie par Pompage
<b>T</b>	Temps
<b>T/Ha</b>	Tonne par Hectare
<b>tCO<sub>2</sub>eq</b>	Tonne de CO2 Equivalent
<b>Te</b>	Tonne Equivalente
<b>TER</b>	Technologie Ecologiquement Rationnelle
<b>TMT</b>	Technologies, Médias, Télécommunication
<b>TTC</b>	Toute Taxe Confondue
<b>TVA</b>	Taxe sur la Valeur Ajoutée
<b>TWh</b>	Tonne par Watt Heure

<b>UE</b>	Union Européenne
<b>UEMOA</b>	Union Economique et Monétaire Ouest –Africain
<b>ULSPP</b>	Union Locale des Sociétés Producteurs de Pourghère
<b>V</b>	Valeur Attribuée à la Technologie
<b>Vmax</b>	Valeur de la Borne Supérieure du Critère Choisi
<b>Vmin</b>	Valeur de la Borne Inférieure du Critère Choisi
<b>Voc</b>	Tension en Circuit Ouvert
<b>Vpmax</b>	Tension à Puissance Maximale
<b>Vst</b>	Valeur Standardisée
<b>W/m<sup>2</sup></b>	Watt par mètre carré
<b>Wc</b>	Watt Crête
<b>\$</b>	Dollar
<b>€</b>	Euro

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Paysage institutionnel du secteur de l'énergie au Mali .....	22
Figure 2: Schéma descriptif d'une centrale hydroélectrique .....	56
Figure 3: Cas des centrales hydroélectriques .....	89
Figure 4: Cas du solaire photovoltaïque (Bien de consommation) .....	90
Figure 5: Cas du solaire photovoltaïque .....	91
Figure 6: Cas des foyers améliorés (biens de consommation) .....	92
Figure 7: Cas des foyers améliorés .....	93
Figure 8: Cas des biocarburants.....	95
Figure 9: Cas des Systèmes de Riziculture Intensive – SRI (biens de consommation) .....	96
Figure 10: Cas des Systèmes de Riziculture Intensive-SRI.....	97
Figure 11: Cas de la microdose (liée à l'utilisation des engrais) .....	98

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Principales technologies utilisées dans le secteur de l'énergie .....	24
Tableau 2: Technologies d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur de l'énergie.....	25
Tableau 3: Classement des Technologies d'atténuation des gaz à effet de serre du secteur de l'énergie.....	25
Tableau 4: Technologies d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur de l'Agriculture.....	27
Tableau 5: Technologies d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur de l' Agriculture retenues pour la priorisation .....	27
Tableau 6: Classement des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur de l'Agriculture .....	28
Tableau 7: Rendement à l'hectare du SRI .....	69
Tableau 8: Priorisation des technologies du secteur de l'Energie .....	75
Tableau 9: Commentaire sur les critères de priorisation des technologies du secteur de l'Energie .....	76
Tableau 10: Résultats de la standardisation des technologies du secteur de l'Energie .....	80
Tableau 11: Résultats de la pondération des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur de l'énergie .....	81
Tableau 12: Pondération des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur de l'Agriculture .....	82
Tableau 13: Commentaire sur les critères de classement des technologies du secteur de l'Agriculture.....	83
Tableau 14: Résultats de la Standardisation des technologies du secteur de l'Agriculture .....	86
Tableau 15: Résultats de la pondération des technologies du secteur de l'Agriculture.....	86

## TABLE DES MATIERES

PREFACE.....	ii
RESUME.....	iii
REMERCIEMENTS .....	v
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....	vi
LISTE DES FIGURES.....	xi
LISTE DES TABLEAUX.....	xi
TABLE DES MATIERES.....	12
SECTION I : EVALUATION DES BESOINS EN TECHNOLOGIES D'ATTENUATION DES GAZ A EFFET DE SERRE AU MALI.....	15
1. INTRODUCTION.....	16
1.1. Contexte général de l'étude.....	16
1.2. Objectifs de l'étude.....	17
1.3. Méthodologie.....	17
2. ARRANGEMENTS INSTITUTIONNELS .....	18
2.1. Arrangement institutionnel de l'EBT au Mali .....	18
2.2. Processus d'engagement des parties prenantes.....	18
3. IDENTIFICATION DES SECTEURS PRIORITAIRES D'ATTENUATION.....	19
3.1. Aperçu sur les émissions de GES au Mali.....	19
3.2. Critères de priorisation des technologies.....	20
4. IDENTIFICATION ET PRIORISATION DES TECHNOLOGIES D'ATTENUATION DES GAZ A EFFET DE SERRE DU SECTEUR DE L'ENERGIE.....	20
4.1. Aperçu du secteur de l'énergie .....	20
4.2. Potentialités énergétiques .....	21
4.3. Cadre institutionnel et politique de gestion du secteur de l'énergie .....	21
4.4. Inventaire et priorisation des technologies d'atténuation du secteur de l'énergie .....	23
4.5. Résultats de la priorisation des technologies d'atténuation du secteur de l'énergie.....	25
5. IDENTIFICATION ET PRIORISATION DES TECHNOLOGIES D'ATTENUATION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DU SECTEUR DE L'AGRICULTURE.....	26
5.1. Aperçu du secteur de l'Agriculture.....	26
5.2. Inventaire et priorisation des technologies d'atténuation du secteur de l'Agriculture .....	26

5.3. Résultats de la priorisation des Technologies du Secteur de l’Agriculture .....	28
6. CONCLUSION .....	28
SECTION II : ANALYSE DES BARRIERES ET PLAN D’ACTION TECHNOLOGIQUE .....	29
1. SECTEUR DE L’ENERGIE .....	30
1.1. Cibles pour le transfert et la diffusion des technologies du secteur de l’énergie .....	30
1.2. Identification et analyse des barrières pour les technologies prioritaires du secteur de l’énergie .....	30
1.2.1. Identification et analyse des barrières pour le transfert et la diffusion des centrales hydroélectrique....	30
1.2.2. Identification et analyse des barrières pour le transfert et la diffusion du solaire photovoltaïque.....	32
1.2.3. Identification et analyse des barrières pour le transfert et la diffusion des foyers améliorés .....	33
1.2.4. Identification et analyse des barrières pour le transfert et la diffusion des biocarburants .....	33
1.3. Cadre propice pour surmonter les barrières des technologies d’atténuation des émissions de GES dans le secteur de l’énergie .....	34
1.4. Plan d’action et idées de projets pour le secteur de l’Energie .....	36
1.4.1. Plan d’actions pour lever les barrières pour les centrales hydroélectriques .....	37
1.4.2. Plan d’actions pour lever les barrières pour le solaire photovoltaïque .....	39
1.4.3. Plan d’action pour lever les barrières pour les foyers améliorés .....	40
1.4.4. Plan d’actions pour lever les barrières pour les biocarburants .....	42
1.4.5. Idées de projets pour le secteur de l’énergie.....	43
2. SECTEUR DE L’AGRICULTURE .....	43
2.1. Cibles pour le transfert des technologies dans le secteur de l’Agriculture .....	43
2.2. Identification et analyse des barrières pour les technologies prioritaires du secteur de l’Agriculture ...	43
2.2.1. Identification et analyse des barrières pour le transfert et la diffusion du Système de Riziculture Intensive (SRI).....	43
2.2.2. Identification et analyse des barrières pour le transfert et la diffusion de la Microdose .....	44
2.2.3. Identification et analyse des barrières pour le transfert et la diffusion du reboisement.....	45
2.3. Cadre propice pour surmonter les barrières dans le secteur de l’Agriculture .....	45
2.4. Plans d’actions et idées de projets du secteur de l’Agriculture .....	47
2.4.1. Plan d’action pour lever les barrières de la technologie du système de riziculture intensive SRI.....	47
2.4.2. Plan d’action pour lever les barrières de la technologie de la microdose .....	48
2.4.3. Plan d’action pour lever les barrières de la technologie du reboisement.....	49
1.4.6. Idées de projets pour le secteur de l’agriculture .....	50

CONCLUSION GENERALE .....	51
Références Bibliographiques.....	53
ANNEXES .....	55
ANNEXE I. PROSPECTUS TECHNOLOGIQUES .....	56
I.FICHES TECHNOLOGIQUES SECTEUR ENERGIE .....	56
I.1. Fiche de la Technologie de centrale hydraulique.....	56
I.2. Solaire photovoltaïque).....	58
I.3. Foyers Améliorés .....	60
I.4. Bicarburants .....	62
II. FICHES TECHNOLOGIQUES SECTEUR AGRICULTURE.....	65
II. 1. Système de Riziculture Intensive (SRI).....	65
II. 2. La technique de la Micro dose.....	70
II. 3. Reboisement.....	72
ANNEXE II : Résultats de l'analyse Multicritères pour la priorisation des technologies.....	74
II.1. Les différentes étapes de l'analyse multicritères .....	74
II.2. Secteur de l'énergie .....	75
ANNEXE III : Cartographie du marché pour les technologies prioritaires.....	88
Annexe IV. Idées de projets/programmes pour la diffusion des technologies .....	102
4.1 Secteur Energie.....	102
4.2 Secteur Agriculture.....	106
Annexe V. Liste des parties prenantes concernées avec leurs contacts.....	110
V.1 Liste des personnes rencontrées secteur Energie.....	110
Liste des personnes rencontrées secteur de l'Agriculture.....	112
Liste des Participants à l'atelier de présentation du rapport provisoire aux parties prenantes le 7 Mars 2012.....	113
ANNEXE VI: Termes de référence de l'étude .....	114

**SECTION I : EVALUATION DES BESOINS EN TECHNOLOGIES D'ATTENUATION DES GAZ  
A EFFET DE SERRE AU MALI**

**Septembre 2012**

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. Contexte général de l'étude

Les changements climatiques constituent l'un des plus grands défis de l'humanité au cours du 21<sup>ème</sup> siècle. La réduction des émissions de gaz à effet de serre, qui causent les changements climatiques, doit donc être engagée à l'échelle planétaire car une tonne de gaz à effet de serre relâchée vers l'atmosphère depuis l'Afrique, l'Asie, l'Europe ou n'importe quel point du globe contribue exactement de la même façon au réchauffement global. C'est pourquoi la communauté internationale s'est engagée dans une action collective organisée dans le cadre de la Convention Cadre des Nations Unies pour les Changements Climatiques (CCNUCC) adopté à New York en 1992. L'objectif ultime de la CCNUCC en référence à son article 2, est de *"stabiliser les concentrations de Gaz à Effet de Serre (GES) dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique"*<sup>1</sup>. La Convention a été renforcée en 1997 par le Protocole de Kyoto.

Pour faciliter le développement, le déploiement, la diffusion et le transfert des technologies, la Convention stipule en son article 4.5 que : *les pays développés parties prennent toutes les mesures possibles en vue d'encourager, de faciliter et de financer, selon les besoins, le transfert ou l'accès de technologies et de savoir-faire écologiquement rationnels aux autres Parties, et plus particulièrement à celles d'entre elles qui sont des pays en développement, afin de leur permettre d'appliquer les dispositions de la Convention.*

Depuis l'adoption de la Convention, plusieurs décisions relatives au transfert de technologies ont été prises notamment:

- **La décision 4/CP7<sup>2</sup> relatif au cadre d'actions pour le transfert de technologie** adoptée dans les Accords de Marrakech à l'issue de la COP7 en 2001. Ce cadre d'actions comprend entre autres l'évaluation des besoins en technologies, les informations sur les technologies, les cadres propices pour le transfert de technologies, le renforcement

de capacité et les mécanismes de transfert de technologies. Un groupe d'experts sur le transfert de technologies (GETT) pour analyser et identifier les voies et moyens pour faciliter le transfert de technologies a été également mis en place.

- **La décision 3 CP/13<sup>3</sup> à Bali en 2007, relative à la mise au point et transfert de technologies dans le cadre de l'organe subsidiaire de conseil scientifique et technologique**, exhorte les Parties visées à l'annexe II de la Convention ainsi que les organisations intergouvernementales, institutions financières internationales et autres partenariats et initiatives pertinents, notamment l'Initiative technologie et climat, qui sont en mesure de le faire, à fournir un appui technique et financier aux Parties non visées à l'annexe I et aux pays en transition pour les aider à recenser, à préciser et à satisfaire les besoins prioritaires en matière de technologie. La même décision encourage les Parties non visées à l'annexe I qui n'ont pas encore entrepris ou achevé leur évaluation des besoins technologiques à le faire dans les meilleurs délais et à communiquer leur rapport d'évaluation au secrétariat pour qu'il l'affiche sur le site du mécanisme d'échange d'informations techniques de la Convention.
- **Le programme stratégique de Poznań sur le transfert de technologies a été adopté par la décision 2 CP.14 à l'issue de la COP14 tenue en décembre 2008 à Poznań<sup>4</sup>**. Ce programme va dans le sens d'une expansion des investissements dans le transfert de technologies visant à aider les pays en développement à faire face à leurs besoins en technologies écologiquement rationnelles. Les Parties reconnaissent la contribution que ce programme stratégique pourrait apporter au renforcement des activités de transfert de technologies menées en application de la Convention.

C'est dans ce contexte que le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) a initié un projet intitulé «Evaluation des Besoins en Transfert de Technologies (EBT)» qui a été approuvé en novembre 2009 et financé par le Fonds pour l'Environnement Mondial. Le projet Mondial EBT actuel est dérivé du volet (i) du

<sup>1</sup> La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques

<sup>2</sup> Accords de Marrakech, 2001

<sup>3</sup> Plan d'action de Bali

<sup>4</sup> Rapport de la COP14, UNFCCC

## Mali

programme stratégique de Poznan sur le transfert des technologies. Il vise à aider 35 à 45 pays à mener des évaluations de leurs besoins technologiques dans le cadre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC). Il est mis en œuvre en deux phases, avec 15 pays engagés dans la 1<sup>ère</sup> phase de 18 mois et les 20 à 30 pays restants devant participer à la 2<sup>ème</sup> phase. Le lancement officiel du projet global a eu lieu en février 2010.

La première phase du projet concerne d'abord un premier groupe de 15 pays :

- Cinq (5) en Afrique: Côte d'Ivoire, Kenya, Mali, Maroc, Sénégal ;
- Quatre (4) en Amérique Latine : Argentine, Costa Rica, Guatemala, Pérou ;
- Cinq (5) en Asie: Bangladesh, Cambodge, Indonésie, Thaïlande, Vietnam;
- Un (1) en Europe: Géorgie.

### 1.2. Objectifs de l'étude

L'étude d'évaluation des besoins en technologies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre au Mali concerne deux secteurs majeurs d'émissions (Energie et Agriculture) et vise à :

- Identifier les secteurs prioritaires pour l'atténuation (réduction) des émissions de gaz à effet de serre ;
- Identifier et prioriser les technologies pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre dans les secteurs prioritaires;
- Identifier les obstacles à l'acquisition, au déploiement et à la diffusion des technologies prioritaires d'atténuation ;
- Elaborer un plan d'action technologique (PAT) assorti d'idées de projets/programmes pour surmonter les barrières et faciliter le transfert des technologies prioritaires d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES).

### 1.3. Méthodologie

Cette étude a été menée selon une approche consultative et participative associant les principaux acteurs concernés : à savoir les services techniques, les opérateurs privés, les universitaires et les ONG.

L'identification des secteurs prioritaires pour l'étude EBT s'est basée sur les résultats de

l'inventaire des gaz à effet de serre qui sont présentés dans la communication initiale du Mali élaboré en 2000 et la seconde communication élaborée en 2011. Les secteurs de l'Agriculture et de l'Energie représentant respectivement 87,40% (7 572,67 TE-CO<sub>2</sub>) et 11,17% (968,41 TE-CO<sub>2</sub>), des émissions totales du Mali<sup>5</sup> ont été sélectionnés comme secteurs prioritaires pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES) au Mali lors de l'atelier de lancement de l'étude EBT au Mali, qui s'est tenu le 27 Octobre 2010 à Bamako à l'ex CRES.

Après l'identification des secteurs prioritaires, le groupe de travail a eu à faire une revue documentaire sur le contexte politique national et les grands projets programmes et stratégies dans les deux secteurs prioritaires. Cette revue documentaire a été complétée par des interviews informelles avec des acteurs clés intervenant dans ces deux secteurs. La liste des acteurs et des experts se trouve en annexe 5 de la présente étude. Cela nous a permis d'identifier une liste de technologies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre pour les deux secteurs retenus.

Une fois les technologies identifiées, il fallait procéder à leur évaluation et priorisation. Le groupe de travail atténuation a d'abord défini les critères d'évaluation et de priorisation. C'est ainsi que les critères déjà définis, par l'Autorité Nationale Désignée du Mécanisme pour un Développement Propre (AND-MDP) du Mali à savoir l'Agence de l'Environnement et du Développement Durable (AEDD), pour évaluer les projets MDP au Mali ont été adaptés puis adoptés pour le choix des critères d'évaluation des technologies identifiées.

C'est ainsi que les critères suivants ont été retenus:

- Critère 1 : Coût de la technologie ;
- Critère 2 : Adaptabilité de la technologie (éprouvé ou pas) ;
- Critère 3 : Contribution au développement socioéconomique ;
- Critère 4 : Potentiel de réduction des émissions de GES ;
- Critère 5 : Vulnérabilité de la technologie aux Changements Climatiques.

Ces critères ont servi pour prioriser les technologies en appliquant la méthode de

<sup>5</sup> Communication initiale du Mali, 2000.

## Mali

l'analyse multicritères (AMC). Cette méthode permet d'évaluer plusieurs technologies sur la base de critères quantitatifs et qualitatifs exprimés dans des unités de mesures différentes. Une description plus détaillée de l'AMC se trouve en annexe 2.

A l'issue de cette priorisation 7 technologies prioritaires ont été choisies. Une fiche technologique a été élaborée. Cette fiche comprend : i) une introduction générale, ii) une description des caractéristiques de la technologie, iii) situation de la technologie dans le pays, iv) les avantages socioéconomiques, v) le potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre vi) le coût de la technologie.

## 2. ARRANGEMENTS INSTITUTIONNELS

### 2.1. Arrangement institutionnel de l'EBT au Mali

L'étude EBT du Mali est placée sous la coordination de la Direction Nationale de la Météorologie (DNM) qui lui assure une orientation et un suivi de sa mise en œuvre en rapport avec les structures impliquées dans le processus.

Une équipe nationale EBT a été mise en place par la DNM par décision N° 025/MTO/DIR du 27 septembre 2010. Cette équipe est composée d'experts provenant des Institutions et Services suivants :

- Direction Nationale de la Météorologie (DNM),
- Agence de l'Environnement et du Développement Durable (AEDD),
- Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST),
- Institut d'Economie Rurale (IER),
- Direction Nationale de l'Hydraulique (DNH),
- Direction Nationale de l'Agriculture (DNA),
- Cellule Technique du Cadre Stratégique pour la Croissance et la Réduction de la Pauvreté (CT-CSLP),
- Direction Nationale de l'Industrie (DNI),
- Réseau Carbone,
- Direction Nationale des Transports Terrestres Martimes et Fluviaux (DNTT MF),

- La Direction Nationale de l'Energie (DNE).

L'ONG Mali-Folkecenter Nyetaa (MFC) a été retenue comme consultant chargé de la réalisation des analyses nécessaires pour le volet atténuation de l'étude EBT au Mali. Au niveau de Mali-Folkecenter Nyetaa un groupe de travail composé d'experts des deux secteurs prioritaires (Agriculture et Energie) a été constitué.

### 2.2. Processus d'engagement des parties prenantes

Un atelier de lancement a été organisé le 27 Octobre 2010 à l'ex CRES (Bamako). Cet atelier a permis d'identifier avec les parties prenantes les secteurs prioritaires pour atténuer les émissions de gaz à effet de serre au Mali. C'est ainsi que les secteurs de l'Energie et de l'Agriculture ont été retenus. Une liste de technologies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre a également été proposée lors de cet atelier.

Après ce premier atelier, des interviews et des rencontres informelles ont été conduits avec les principaux acteurs intervenants dans les deux secteurs prioritaires. Cela a permis de collecter des informations utiles qui ont servi pour hiérarchiser les technologies, analyser les barrières, identifier les cadres propices pour lever les barrières et de proposer un plan d'action technologique pour les technologies prioritaires d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre au Mali.

Les différents rapports d'étapes ont également été analysés par l'équipe EBT. Les commentaires de l'équipe EBT ont été pris en compte au fur et à mesure que l'étude avançait.

Un atelier de présentation du rapport provisoire aux parties prenantes a eu lieu le 7 Mars 2012 à l'hôtel Nord Sud. Les commentaires et recommandations des parties prenantes ont été pris en compte.

Le consultant national a également profité de son implication dans l'élaboration de la Politique et de la Stratégie Nationale sur les Changements Climatiques (Mars -Juillet 2011), pour informer le Comité National Changements Climatiques du Mali (présidé par le Ministre de l'Environnement et de l'Assainissement du Mali et qui regroupe les services techniques des différents ministères, les opérateurs privés et les organisation de la

## Mali

société civile) sur le travail qui se fait dans le cadre de l'étude EBT. Cela a permis de faire une référence au Plan d'Action Technologique (PAT) de l'étude EBT comme élément de mise en œuvre des actions d'atténuation de la Politique Nationale sur les Changements Climatiques qui reste à être adoptée par le Gouvernement.

### 3. IDENTIFICATION DES SECTEURS PRIORITAIRES D'ATTENUATION

#### 3.1. Aperçu sur les émissions de GES au Mali

Le premier inventaire du Mali<sup>6</sup> a été réalisé en 2000 dans le cadre de la première communication du Mali. Les données d'activité qui ont été utilisées sont celles de 1995. Cet inventaire montre que le Mali constitue un puits de carbone dû essentiellement à l'abandon des terres, forêts et plantations.

Les principaux gaz à effet de serre (GES) émis au Mali en 1995 a été, le CO<sub>2</sub> représentant 52% du total des émissions suivi du méthane avec 44%, et du N<sub>2</sub>O avec 4%. La répartition par secteurs d'activités donne la structure suivante : Secteur de l'Agriculture 87,40%, Secteur de l'énergie 11,17%, secteur des procédés industriels 1,33%, secteur des déchets 0,1%.

Toujours selon la première communication nationale, la structure des gaz à effet de serre dans le **secteur de l'Agriculture** et les changements d'affectation des terres et forêts est comme suit : 52,9% de CO<sub>2</sub>, 43,60% de CH<sub>4</sub> et 3,5% de N<sub>2</sub>O. Les sources d'émissions dans le secteur de l'Agriculture sont comme suit :

- Les émissions de CO<sub>2</sub> sont dues essentiellement à la conversion des forêts et prairies (20 819,88 TE CO<sub>2</sub>) ainsi qu'à la variation du stock de carbone lors de l'utilisation agricole des sols minéraliers (6 597, 79).
- L'élevage domestique (5 835,48 TE-CO<sub>2</sub>) et la riziculture de submersion libre (1 008 TE-CO<sub>2</sub>) sont les sources relativement importantes d'émission de méthane du secteur de l'Agriculture.
- Les émissions de N<sub>2</sub>O sont surtout liées à l'utilisation des engrais chimiques et du

fumier (511,5 TE-CO<sub>2</sub>).

**Dans le secteur de l'énergie** le dioxyde de carbone ou gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) a représenté 97,58% des émissions totales de ce secteur, suivies du méthane (CH<sub>4</sub>) 2,15% et du protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) 0,27%. La quantité relativement élevée des émissions de CO<sub>2</sub> s'explique par le fait qu'au Mali pour la majeure partie de la population la principale source d'énergie pour la cuisson des aliments et les petites industries familiales (poterie, dibiterie, forge, restaurant, fumage du poisson et du riz, etc.) est la biomasse (bois de feu, charbon de bois et des résidus agricoles).

**Dans le secteur des procédés industriels**, les émissions de gaz à effet de serre sont essentiellement le CO<sub>2</sub> et le SO<sub>2</sub> représentant respectivement 99,96% et 0,036% des émissions de ce secteur. Il s'agit d'émissions liées à la production de ciment et de chaux.

Le principal gaz à effet de serre émis dans le **secteur des déchets** est le méthane qui provient essentiellement de la décomposition anaérobie des déchets solides.

Même si les quantités d'émissions de gaz à effet de serre au Mali ont évolués depuis la première communication nationale, les principales sources d'émissions de gaz à effet de serre au Mali n'ont pas variées significativement comme le montre les résultats de la seconde communication nationale élaborée en 2011.

En effet selon la seconde communication nationale du Mali, les principales sources d'émissions de gaz à effet de serre sont<sup>7</sup>:

- La conversion des forêts à travers surtout des défrichements (19 877,04 Gg de CO<sub>2</sub> et 390,5 Gg de CO émis) ;
- L'utilisation agricole des terres (16 397,33 Gg de CO<sub>2</sub> émis) ;
- Le secteur de l'énergie (13 411,37 Gg de CO<sub>2</sub> et 571,72 Gg de CO émis) ;
- Les feux de brousse (586 Gg de CO émis) ;
- La riziculture irriguée (94,69 gg de CH<sub>4</sub>) ;
- L'élevage domestique (257,47 Gg de CH<sub>4</sub>)

Les secteurs de l'Agriculture (agriculture, élevage, pêche) et de l'énergie ont donc été sélectionnés comme secteurs prioritaires pour

<sup>6</sup> Communication initiale du Mali, 2000.

<sup>7</sup> Rapport provisoire, seconde communication nationale, février 2011.

## Mali

l'évaluation des besoins en technologies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES) au Mali.

### 3.2. Critères de priorisation des technologies

Les critères définis par l'Autorité Nationale Désignée du Mécanisme pour un Développement Propre (AND-MDP) du Mali à savoir l'Agence de l'Environnement et du Développement Durable (AEDD), pour évaluer les projets MDP au Mali ont été adaptés pour l'évaluation et la hiérarchisation des technologies dans les deux secteurs prioritaires. C'est ainsi que les critères suivants ont été retenus:

- Critère 1 : Coût de la technologie ;
- Critère 2 : Adaptabilité de la technologie;
- Critère 3 : Contribution au développement socioéconomique ;
- Critère 4 : Potentiel de réduction des émissions de GES ;
- Critère 5 : Vulnérabilité de la technologie aux Changements Climatiques.

## 4. IDENTIFICATION ET PRIORISATION DES TECHNOLOGIES D'ATTENUATION DES GAZ A EFFET DE SERRE DU SECTEUR DE L'ENERGIE

### 4.1. Aperçu du secteur de l'énergie<sup>8</sup>

L'analyse du secteur de l'énergie dénote quatre sous-secteurs : le sous secteur des hydrocarbures, celui de l'électricité, le sous-secteur des énergies traditionnelles, et enfin celui des énergies renouvelables. Le bilan énergétique de 2008 montre un niveau de consommation énergétique de l'ordre de 0,18 tep par habitant et par an, assez faible par rapport à la moyenne CEDEAO qui est de 0,45 tep par habitant et par an, et à la moyenne mondiale qui s'élève à 1,14 tep par habitant et par an. La structure du bilan (2008) montre que la biomasse (bois de feu et charbon de bois) représente environ 80% de la consommation énergétique nationale, les produits pétroliers 16%, l'électricité 3%, et enfin les EnR (autres que l'hydroélectricité) 1%.

**Le sous secteur des hydrocarbures** est caractérisé par une importation nette des produits pétroliers via les ports maritimes des pays voisins, soit un taux de dépendance de 100% vis-à-vis des produits pétroliers. Compte tenu de la disponibilité de véritables potentiels en biocarburant, le gouvernement a élaboré une stratégie nationale de développement des biocarburants pour substituer une proportion des hydrocarbures.

**Le sous secteur de l'électricité** est caractérisé par une croissance annuelle de la demande de l'ordre de 10%. Le taux d'électrification est de l'ordre de 25% en urbain, tandis qu'il ne représente que 12% en rural. Ces taux sont en deçà des ceux fixés au niveau des objectifs fixés dans la politique énergétique nationale. L'analyse de la structure de production d'électricité fait également ressortir l'augmentation de la part du thermique (non renouvelable) au détriment des énergies renouvelables.

**Le sous secteur des énergies traditionnelles** est caractérisé par une demande en bois énergie en constante augmentation: + 1,6 % par an pour le bois de feu et + 4,1 % pour le charbon de bois. Le bois est devenu un produit commercialisé dont le prix s'accroît sans cesse. Les forêts constituent donc un enjeu économique de taille, apparaissant comme une sorte de mine à ciel ouvert dans laquelle les populations puisent de façon souvent abusive et anarchique. Cette forte dépendance au bois énergie pose une problématique environnementale majeure à savoir la déforestation entraînant un processus de désertification. Cette tendance au déboisement devrait donc s'amplifier dans les prochaines décennies avec une population qui double tous les 25 ans.

**Le sous secteur des énergies renouvelables**, dans l'ensemble, est caractérisé par un potentiel quantitativement très significatif sur l'ensemble du pays. Les sources identifiées sont la biomasse (bois énergie, les résidus agricoles et végétaux, les déchets animaux, les déchets municipaux), les biocarburants (éthanol, huile de pourghère), le soleil (PV et thermique), le vent (énergie éolienne), et l'eau (petite hydro).

Les sous-secteurs des combustibles ligneux (bois et charbon de bois) et celui de l'hydroélectricité sont très vulnérables aux variations du climat. Le scénario climatique développé pour l'horizon temporel 2000-2025 montre que : (i) au plan de

<sup>8</sup> Etat des lieux des Energie Renouvelables au Mali, SREP, Janvier 2011

## Mali

l'hydroélectricité, les débits du Sankarani à Sélingué connaîtront une baisse significative, 11,50% en 2005, et plus de 22% en 2025, avec de déficits de production qui pourraient se situer entre 15 millions et 28 millions de KWh ; (ii) au plan des combustibles ligneux, les zones de prélèvement de bois devront connaître un éloignement géographique des zones de besoins.

### 4.2. Potentialités énergétiques<sup>9</sup>

#### La biomasse :

- **Le bois énergie (bois de feu et charbon de bois) :** Le bois énergie, comprenant le bois de feu et le bois transformé en charbon de bois, provient du potentiel forestier dont la capacité est estimée à près de 33 millions d'hectares avec un volume sur pied d'environ 520 millions de m<sup>3</sup> et une productivité pondérée sur l'ensemble du pays d'environ 0,86 m<sup>3</sup>/ha/an.
- **Les résidus agricoles :** Les résidus agricoles et agro-industriels issus de coque de coton et tiges de cotonniers, de paille et son de riz et enfin de résidus d'autres céréales (maïs, mil, etc.) donnent chaque année un potentiel énergétique appréciable. Dans la zone CMDT ce potentiel est notable pour le coton avec 70% de la production graine utilisables au fonctionnement de systèmes énergétiques d'une capacité de 500 kW. La culture du riz dans la zone Office du Niger offre également un grand potentiel en paille et en son qui pourrait être valorisé pour la production d'énergie.
- **Autre biomasse :** Le typha australis, plante envahissante colonisant les canaux d'irrigation, est un combustible de substitution au bois énergie. Son potentiel est estimé à environ 100 tonnes de matière sèche par hectare (ms/ha).

#### Les biocarburants :

Il existe de véritables potentiels en biocarburants sous la forme d'alcool et d'huile de Jatropha (pourghère). L'alcool est produit dans des unités sucrières à Dougabougou et Siribala d'une capacité globale de 2 400 000 litres d'alcool à 95° par an. Cette production est issue de plantations dont les superficies sont globalement estimées à 5 000 ha.

Quant à l'huile de pourghère, sa production n'a cessé de croître suite à la politique énergétique qui a mis un accent particulier sur le développement des huiles végétales comme substituts aux hydrocarbures. De 17 000 km de haies vives de pourghère en 2000, le potentiel de production de graines de pourghère est passé en 2008 à 30 000 km de haies vives et 2000 ha de plantations.

Ce potentiel de production de biocarburant pourrait être utilisé pour substituer une partie de la consommation d'hydrocarbures qui sont importées à 100% ce qui permettrait de réduire la facture pétrolière du pays et les émissions de gaz à effet de serre.

#### Le potentiel solaire :

Le gisement solaire, assez abondant, est convenablement reparti sur le territoire national. L'irradiation moyenne est de 6 kWh/m<sup>2</sup>/J avec une durée d'ensoleillement quotidienne de 7 à 10 heures. Un tel potentiel peut servir, lorsqu'il est valablement valorisé, à la production de l'électricité, au chauffage de l'eau et au séchage des produits.

#### Le potentiel éolien :

Le gisement éolien est significatif dans les zones sahéniennes et sahariennes du pays avec une bande de vitesse moyenne annuelle de vent de 3 à 7 m/s, et pouvant ainsi offrir une capacité potentielle de 200 à 300 kW.

#### Le potentiel hydroélectrique :

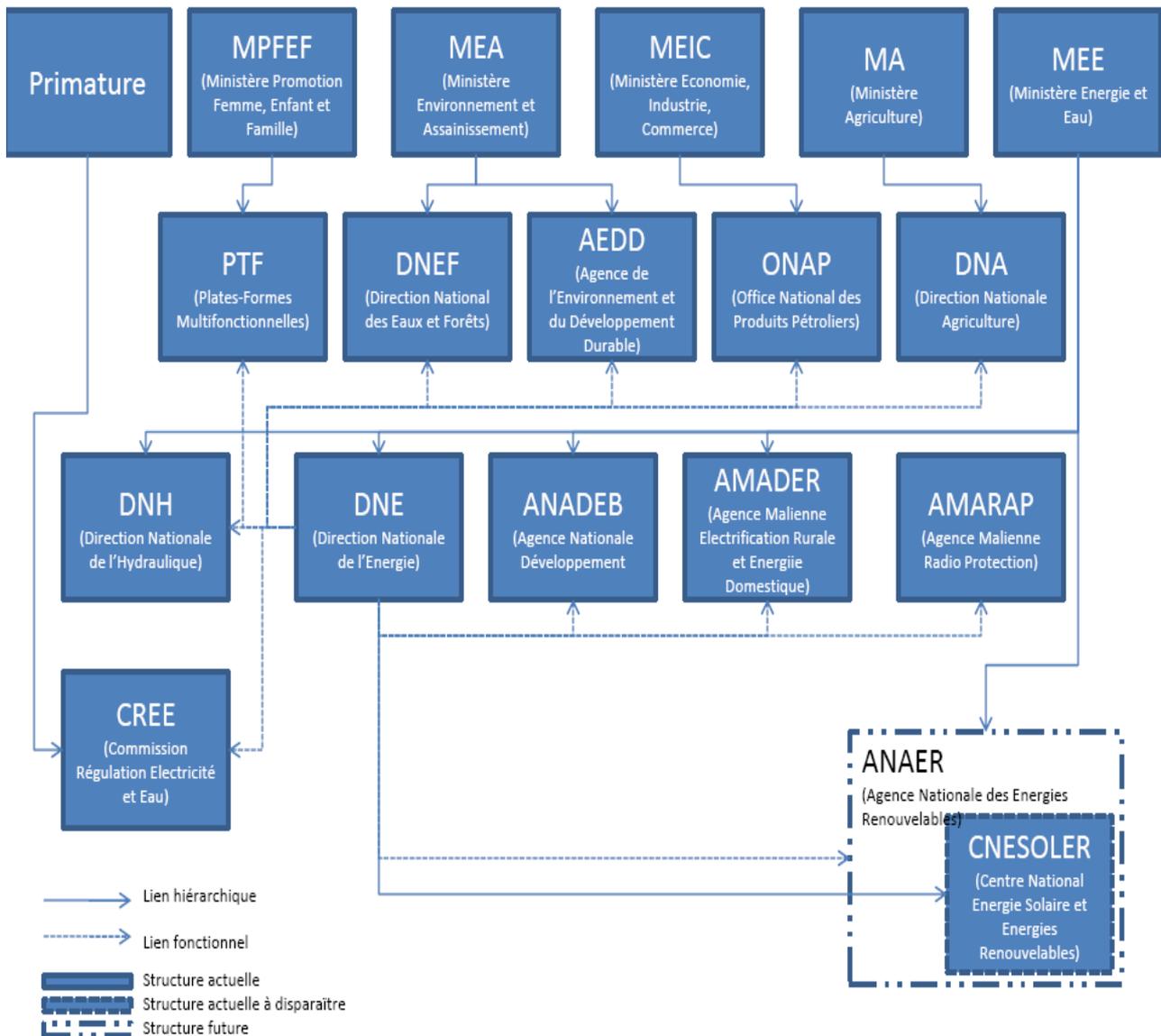
L'inventaire des sites d'hydroélectriques a permis d'identifier sur l'ensemble du territoire une vingtaine dont la puissance totale est estimée à 1150 MW avec un productible moyen annuel de 5 000 GWh environ. Parmi ce potentiel, seuls quatre (4) sites sont aménagés (le site de Félou 0,6 MW, le Site de Sotuba 5,2 MW, le Site de Sélingué 44 MW, le Site de Manatali 200 MW).

### 4.3. Cadre institutionnel et politique de gestion du secteur de l'énergie

Il existe au Mali une multitude d'institutions impliquées dans la gestion du secteur de l'énergie comme le montre la figure ci dessous.

<sup>9</sup> Rapport provisoire, seconde communication nationale, février 2011.

Figure 1: Paysage institutionnel du secteur de l’énergie au Mali



Source : DNE/SREP, 2011, Plan d’investissement du programme de valorisation à grande échelle des énergies renouvelables au Mali.

Pour traduire sa volonté politique de réduire la forte dépendance vis à vis du bois énergie et de promouvoir une valorisation à large échelle des énergies renouvelables, le gouvernement a élaboré des stratégies et des programmes parmi lesquels on peut citer:

- **La Politique Energétique Nationale adoptée en 2006** dont l’objectif global est de contribuer au développement durable du pays, à travers la fourniture des services énergétiques accessibles au plus grand nombre de la population et favorisant la promotion des activités socioéconomiques.

secteurs de l’énergie sont<sup>10</sup>:

- Accroître la couverture électrique du pays de 14% en 2004 à 45% en 2010 et 55% en 2015 ;
- Porter le taux d’électrification rurale de 1% en 2005 à 12% en 2010 et 55% en 2015,
- Gérer durablement l’offre d’énergie traditionnelle en portant la mise sous gestion communautaire de 321 100 hectares actuellement à 1,5 millions d’hectares en 2010 et 3 millions en 2015;
- Réduire la contribution des combustibles ligneux dans la consommation énergétique globale du pays de 81% en 2004 à 70% en 2010 et 60% en 2015;

Les objectifs spécifiques pour les différents sous-

<sup>10</sup> Politique Energétique Nationale, 2006.

Mali

- Accroître la part des Énergies Renouvelables dans la production nationale d'électricité de moins de 1% en 2004 à 6% en 2010 et 10 % en 2015 ;
- Développer la filière des biocarburants notamment le pourghère, pour divers usages (production d'électricité, transport, motorisation agricole etc.) ; etc.
- **La Stratégie Energie Domestique (SED)** a été élaborée au début des années 90 et vise les objectifs suivants : - contribuer à la protection de l'environnement par la gestion de l'énergie domestique ; - limiter les prélèvements de bois à des fins énergétiques à la capacité réelle de régénération des formations forestières naturelles ; - développer des modes d'exploitation moins prédateurs. La mise en œuvre de la SED est actuellement assurée par l'Agence Malienne pour le Développement de l'Energie Domestique et de l'Electrification Rurale (AMADER) dans le cadre du projet énergie domestique et accès aux services de base en milieu rural (PEDASB). Les actions sont principalement orientées vers une meilleure gestion des sources d'approvisionnement en bois énergie (bois de feu et charbon de bois) et la promotion des sources alternatives comme les briquettes combustibles et des équipements d'efficacité énergétique comme les foyers améliorés et l'utilisation du gaz butane.
- **La stratégie nationale des énergies renouvelables élaborée par le Gouvernement du Mali en 2006** se fixe comme objectifs spécifiques d'accroître la contribution des ENR au bilan énergétique de moins de 1% en 2001 à 10% à l'horizon 2010. Cela dans l'optique de stimuler le développement socio-économique local, réduire la pauvreté et la grande vulnérabilité face aux impacts des changements climatiques.
- **La Stratégie nationale pour le développement des biocarburants adoptée en 2008** vise à aboutir à une réduction significative des volumes d'hydrocarbures importés, de l'ordre de 10%, 15% et 20% respectivement à l'horizon 2012, 2017 et 2022. Deux filières de biocarburants basées sur l'huile de pourghère et l'éthanol sont les plus porteuses pour le moment. Suivant la filière pourghère, les objectifs de la stratégie des biocarburants correspondraient annuellement à :
  - des productions d'huile de 39,2 millions de litres à l'horizon 2012, 56 millions de litres en 2017 et 84 millions de litres en 2022 ;
  - des productions de graines de 224 000 tonnes, 336 000 tonnes et 448 000 tonnes respectivement aux horizons 2012, 2017 et 2022 ;
  - des superficies d'emblavement de 71 680 hectares, 53 760 hectares et 47 787 hectares respectivement en 2012, 2017 et 2022 ??
- **Le programme de valorisation à grande échelle des énergies renouvelables** qui est financé par le Fonds d'Investissement Climat. L'objectif du SREP est de mettre à l'essai des stratégies à faible intensité de carbone dans le secteur énergétique afin de faire face aux changements climatiques. Il s'agit de démontrer la viabilité de ces approches aux plans économique, social et environnemental, en générant de nouvelles opportunités économiques et en élargissant l'accès aux services énergétiques via l'utilisation des énergies renouvelables (EnR). Le plan d'investissement du SREP Mali élaboré en 2011 met l'accent sur trois projets prioritaires à savoir :
  - La production d'électricité à partir du solaire photovoltaïque par des producteurs indépendants (20MW de puissance additionnelle),
  - Les systèmes hybrides pour l'électrification des zones rurales (4,5MW de puissance additionnelle),
  - Le développement de micro et mini centrales hydroélectriques (14,6MW de puissance additionnelle).

#### 4.4. Inventaire et priorisation des technologies d'atténuation du secteur de l'énergie

La revue des différentes politiques, stratégies programmes et projets du secteur de l'énergie a permis de dresser une liste des principales technologies utilisées pour satisfaire les différents besoins dans les secteurs de transformation ou de consommation des différentes sources d'énergies. Ces technologies sont répertoriées dans le tableau 1 ci dessous.

**Tableau 1: Principales technologies utilisées dans le secteur de l’énergie**

Secteurs de consommation/transformation	Source d’énergie	Technologies utilisées	Besoins/Service énergétique
Industries énergétiques, minières, manufacturières	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Electricité,</li> <li>- Produits pétroliers (gasoil, DDO, essence, etc..),</li> <li>- Biomasse (bois énergie,</li> <li>- Biocarburants,</li> <li>- Vent,</li> <li>- Eau,</li> <li>- Soleil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipements électriques (ampoules, climatiseurs, etc.)</li> <li>- Chaudières</li> <li>- Moteurs diesel, Turbines à gaz</li> <li>- Panneaux photovoltaïques</li> <li>- Séchoirs solaires</li> <li>- Aérogénérateurs/Eolienne</li> <li>- Turbines hydroélectriques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Production d’électricité</li> <li>- Réfrigération</li> <li>- Chauffage</li> <li>- Eclairage</li> </ul>
Ménages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biomasse (bois de feu, charbon de bois, résidus agricoles, briquettes combustibles)</li> <li>- Electricité</li> <li>- Produits pétroliers (Gaz butane, pétrole lampant</li> <li>- Biocarburants</li> <li>- Soleil</li> <li>- Eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Foyers et fourneaux traditionnels,</li> <li>- Foyers et fourneaux améliorés,</li> <li>- Foyers électriques</li> <li>- Réchauds à pétrole et réchauds à gaz</li> <li>- Equipements électriques (ampoules, climatiseurs, etc.)</li> <li>- Panneaux photovoltaïques</li> <li>- Séchoir solaire</li> <li>- Eolienne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuisson</li> <li>- Eclairage</li> <li>- Réfrigération</li> <li>- Production de force motrice (mouture de céréales)</li> <li>- Séchage</li> <li>- Pompes</li> <li>- Communication</li> </ul>
Transports routier, fluvial ferroviaire, aérien)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produits pétroliers (gasoil, essence ordinaire, essence super, Jet A1, huile)</li> <li>- Biocarburants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moteurs diesel,</li> <li>- Moteurs à essence</li> <li>- Turbines à gaz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transport</li> <li>- Déplacement</li> </ul>
Commerce/administration	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Electricité</li> <li>- Biomasse (bois de feu, charbon de bois)</li> <li>- Produits pétroliers (gaz butane)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Foyers électriques,</li> <li>- Foyers à combustion</li> <li>- Equipements électriques (ampoules, climatiseurs, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eclairage</li> <li>- Réfrigération/Chauffage</li> <li>- Communication</li> </ul>
Agriculture	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produits pétroliers (gasoil)</li> <li>- Biocarburants</li> <li>- Vent</li> <li>- Soleil</li> <li>- Eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moteur diesel</li> <li>- Panneaux photovoltaïques</li> <li>- Aérogénérateurs/Turbine éolienne</li> <li>- Turbines hydroélectriques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Production de force motrice</li> <li>- Irrigation</li> <li>- Eclairage</li> <li>- Séchage</li> </ul>

Une évaluation préliminaire de ces principales technologies utilisées dans le secteur de l’énergie a consisté à les analyser en fonction de la source d’émissions de gaz à effet de serre. Cet exercice entamé lors de l’atelier de lancement de l’étude EBT a été poursuivi par le groupe de travail énergie sur la base de la revue des politiques, stratégies, programmes et projets dans le secteur de

l’énergie et sur la base des informations recueillies à travers les entretiens que le groupe de travail a eu avec les principaux acteurs intervenants dans le secteur de l’énergie. Cela a permis de dresser une liste de dix technologies d’atténuation des émissions de gaz à effet de serre pour le secteur de l’énergie (voir tableau 2 ci-dessous).

**Tableau 2: Technologies d’atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur de l’énergie**

Sous secteurs d’émissions du secteur de l’Energie	Les sources d’émission	Technologies d’atténuation
Sous secteur de l’électricité (thermique)	centrale thermique	Aérogénérateurs/Eolienne
		Solaire photovoltaïque Centrales hydroélectriques)
Sous secteur des hydrocarbures	Utilisation des hydrocarbures dans le transport	Production de biocarburants à partir d’huile de Pourghère et d’éthanol à partir de la canne à sucre.
Sous secteur des énergies traditionnelles	énergie issue de la biomasse (bois de feu, charbon de bois et déchets végétaux et animaux)	Briquettes combustibles
		Foyers Améliorés
Sous secteur de la maîtrise d’énergie	Equipements de faible rendement (énergétivores)	Séchoirs solaires
		Chauffe eau solaire
		Rafraîchisseur d’Air par Evaporation
		Lampe basse consommation (LBC)

**4.5. Résultats de la priorisation des technologies d’atténuation du secteur de l’énergie**

Les dix technologies prioritaires identifiées dans le tableau 2 ont fait l’objet d’une priorisation à partir de l’analyse multicritères (AMC) basée sur les critères suivants:

- Critère 1 : Coût de la technologie ;
- Critère 2 : Adaptabilité de la technologie;
- Critère 3 : Contribution au développement socioéconomique ;

- Critère 4 : Potentiel de réduction des émissions de GES ;
- Critère 5 : Vulnérabilité de la technologie aux Changements Climatiques.

Les détails des calculs de l’analyse multicritères sont consignés dans l’annexe 2. Cette analyse a permis d’aboutir au classement dans le tableau 3 ci-dessous.

**Tableau 3: Classement des Technologies d’atténuation des émissions de GES du secteur de l’énergie**

Technologies	Ordre de priorité
<b>Centrale Hydroélectrique</b>	1 <sup>er</sup>
<b>Solaire photovoltaïque (PV)</b>	2 <sup>ème</sup>
<b>Foyers Améliorés</b>	3 <sup>ème</sup>
<b>Biocarburants</b>	4 <sup>ème</sup>
<b>Séchoirs solaires</b>	5 <sup>ème</sup>
<b>Aérogénérateurs</b>	6 <sup>ème</sup>
<b>chauffe eau solaire</b>	7 <sup>ème</sup>
<b>Rafraichisseur d’Air par Evaporation</b>	8 <sup>ème</sup>
<b>Briquettes combustibles</b>	9 <sup>ème</sup>
<b>Lampe à Basse Consommation (LBC)</b>	10 <sup>ème</sup>

Ainsi les quatre technologies prioritaires d’atténuation des émissions de gaz à effet de serre du secteur de l’énergie sont :

- 1<sup>er</sup> : Centrale Hydroélectrique ;
- 2<sup>ème</sup> : Solaire Photovoltaïque ;
- 3<sup>ème</sup> : Foyers Améliorés ;
- 4<sup>ème</sup> : Biocarburants.

## 5. IDENTIFICATION ET PRIORISATION DES TECHNOLOGIES D'ATTENUATION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DU SECTEUR DE L'AGRICULTURE

### 5.1. Aperçu du secteur de l'Agriculture

L'économie du Mali repose principalement sur l'agriculture qui reste de type familial. Elle est essentiellement extensive et s'étend de l'extrême Sud du pays (zone soudano-guinéenne) à la limite septentrionale de la zone sahélienne.

Le Gouvernement du Mali (GdM) accorde une importante priorité à l'agriculture à travers le CSCR<sup>11</sup> pour la période 2012-2017 qui vise à faire du Mali un pays émergent et une puissance agro-pastorale, doté d'une bonne qualité de vie pour les populations, hommes et femmes. Le CSCR vise à accroître la production agricole (agriculture, élevage, pêche, sylviculture) et promouvoir l'émergence d'agro-industries.

En 2006, le Gouvernement du Mali a adopté la Loi d'Orientation Agricole (LOA) destinée à conduire à la modernisation du secteur et l'accroissement de la valeur ajoutée. En octobre 2009, dans le cadre du Programme Détaillé de Développement de l'Agriculture Africaine (PDDAA) et sous les orientations de la Communauté économique des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), le GdM a adopté sa feuille de route et son compact pour l'élaboration d'un programme national d'investissement du secteur agricole, PNISA - Programme National d'Investissement Sectoriel Agricole.

Au cours des dernières années d'importants efforts d'aménagements de bas-fonds, des systèmes irrigués en submersion contrôlée et libre, ou en maîtrise totale ont été consentis pour accroître la production de riz.

### 5.2. Inventaire et priorisation des technologies d'atténuation du secteur de l'Agriculture

Le Mali est un pays à vocation agro - sylvo - pastorale. L'économie malienne repose

essentiellement sur le secteur primaire (agriculture, élevage, pêche) qui occupe 80% de la population active. Bien que les terres arables ne représentent que 14% de la superficie totale, l'agriculture reste la locomotive de l'économie, aussi bien en matière d'emploi que de contribution à l'économie du Mali. En effet, environ 75% de la population malienne vit en milieu rural et l'agriculture représente de l'ordre de 45% du Produit National Brut<sup>12</sup>.

L'agriculture est essentiellement extensive et s'étend de l'extrême Sud du pays (zone soudano guinéenne) jusqu'à la limite septentrionale de la zone sahélienne. Les régions potentielles de production agricole du pays sont la région de production cotonnière, l'Office du Niger, l'Office riz Ségou, l'Office riz Mopti, le delta du Niger et le Seno.

La production agricole est essentiellement basée sur :

- Les céréales qui constituent l'essentiel de l'alimentation : mil, sorgho, riz, maïs, fonio, blé. La production céréalière a été marquée ces dernières années par une augmentation des superficies emblavées qui n'a pas toujours été accompagnée d'une augmentation conséquente des rendements ;
- Les cultures industrielles sont le coton, l'arachide et le tabac. Le coton est la première culture industrielle et le premier produit d'exportation. Il représente 10 % du PIB du secteur primaire et près de 58 % des recettes d'exportation.

Les principales cultures concernées par l'irrigation sont le riz, la canne à sucre, le blé, et les cultures maraîchères. Le type d'irrigation pratiquée est l'irrigation gravitaire. Les superficies irriguées sont autour de 325 430 ha et se trouvent concentrées principalement dans les vallées des fleuves Niger et Sénégal.

Selon la première communication nationale, la structure des gaz à effet de serre dans le **secteur de l'Agriculture** et les changements d'affectation des terres et forêts est comme suit : 52,9% de CO<sub>2</sub>, 43,60% de CH<sub>4</sub> et 3,5% de N<sub>2</sub>O. Les sources d'émissions dans le secteur de l'Agriculture sont comme suit :

- Les émissions de CO<sub>2</sub> sont dues essentiellement à la conversion des forêts et

<sup>11</sup> Cadre Stratégique pour la Croissance et la Réduction de la Pauvreté CSCR (2012-2017).

<sup>12</sup> Audit Climat, AEDD 2011.

**Mali**

prairies (20 819,88 TE CO<sub>2</sub>) ainsi qu’à la variation du stock de carbone lors de l’utilisation agricole des sols minéraliers (6 597, 79).

- L’élevage domestique (5 835,48 TE-CO<sub>2</sub>) et la riziculture de submersion libre (1 008 TE-CO<sub>2</sub>) sont les sources relativement importantes d’émission de méthane du secteur de l’Agriculture.
- Les émissions de N<sub>2</sub>O sont surtout liées à l’utilisation des engrais chimiques et du

fumier (511,5 TE-CO<sub>2</sub>).

Sur la base de ces informations, et la revue des différentes politiques stratégies et programmes dans le secteur de l’agriculture et les informations recueillies auprès des différents acteurs, une liste de technologies sobre en carbone dans le secteur de l’Agriculture a été dressée (tableau 4 ci-dessous).

**Tableau 4: Technologies d’atténuation des émissions de GES dans le secteur de l’Agriculture**

Sous secteurs d’émissions du secteur de l’Agriculture	Les sources d’émission	Technologies d’atténuation
Maraîchage et arboriculture	Emission de méthane action de bactéries méthanogènes sur la matière organique (Irrigation)	Irrigation à économie d’eau (goute à goutte)
	Utilisation des fertilisants minéraux	Compostage, Micro dose (lier à l'utilisation des engrais)
Riziculture à (maîtrise totale d’eau)	Emission de méthane action de bactéries méthanogènes sur la matière organique	Biotechnologie variété de Riz à Haut Rendement,
	Utilisation des fertilisants minéraux	Système de Riziculture Intensive (SRI)
Gestion de la fertilité des sols agricoles (agriculture céréalière).	Lessivage et ruissellement,	Lutte anti-érosive (DRS/CES)
	Gestion des résidus agricoles	Labour de fin de cycle
	Culture extensive	Mise en jachère Production et Utilisation du compost
Elevage (systèmes pastoraux)	Gestion des déchets d’animaux au champ	Parcs améliorés Compostage
Forêt, Energie	Déboisement, coupe de bois énergie, Production de charbon	Technique de plantation du pourghère Reboisement (stockage CO <sub>2</sub> )
	Incendie (feu de brousse)	Bio char ; Carbonisation ; Pare feu ; Convention locales de gestion durable des ressources naturelles.

Après une concertation avec les différents acteurs du secteur de l’agriculture dix (10) technologies ont été retenues par rapport à leur pertinence dans le

contexte malien. Ces dix (10) technologies sont consignées dans le tableau 5 ci-dessous.

**Tableau 5: Technologies d’atténuation des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur de l’Agriculture retenues pour la priorisation**

Sous secteurs d’émissions du secteur de l’Agriculture	Les sources d’émission	Technologies d’atténuation
Maraîchage et arboriculture	Emission de méthane action de bactéries méthanogènes sur la matière organique (Irrigation)	Irrigation à économie d’eau (goute à goutte)
		Biotechnologie variété de riz à haut rendement (système de maîtrise total)
		Système de riziculture intensive (SRI)
Gestion de la fertilité des sols agricoles (agriculture céréalière)	Utilisation des fertilisants minéraux	Agriculture biologique cas du compostage
		Micro dose (lier à l'utilisation des engrais)
Gestion de la fertilité des sols agricoles (agriculture céréalière)	Culture extensive	Mise en jachère
Forêt, Energie	Déboisement,	Technique de plantation du Pourghère

coupe de bois énergie	Reboisement (stockage CO <sub>2</sub> )
Production de charbon	Bio char (technique de carbonisation).
Incendie (feu de brousse)	Mise en place de Pare feu

### 5.3. Résultats de la priorisation des Technologies du Secteur de l’Agriculture

Les dix technologies prioritaires identifiées dans le tableau 5 ont fait l’objet d’une priorisation à partir de l’analyse multicritères (AMC) basée sur les critères suivants:

- La contribution de la technologie au développement socioéconomique du pays ;

- Le potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre ;
  - La vulnérabilité de la technologie aux changements climatiques ;
  - Le coût de financement de la technologie.
- Les détails des calculs de l’analyse multicritères sont consignés dans l’annexe 2. Ce qui a permis d’aboutir au classement dans le tableau 6 ci-dessus.

**Tableau 6: Classement des technologies d’atténuation des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur de l’Agriculture**

Technologies	Classement
<b>SRI (système de riziculture intensive)</b>	<b>(1<sup>er</sup>)</b>
<b>Microdose (lié à l'utilisation des engrais)</b>	<b>(2<sup>ème</sup>)</b>
<b>Reboisement</b>	<b>(3<sup>ème</sup>)</b>
<b>Plantation du pourghère</b>	<b>(4<sup>ème</sup>)</b>
<b>Compostage</b>	<b>(5<sup>ème</sup>)</b>
<b>Biotechnologie variété de riz à haut rendement)</b>	<b>(6<sup>ème</sup>)</b>
<b>Mise en jachère</b>	<b>(7<sup>ème</sup>)</b>
<b>Pare feu</b>	<b>(8<sup>ème</sup>)</b>
<b>Irrigation à économie d’eau (goute à goutte)</b>	<b>(9<sup>ème</sup>)</b>
<b>Bio char (technique de carbonisation)</b>	<b>(10<sup>ème</sup>)</b>

Ainsi les quatre technologies prioritaires d’atténuation des émissions de gaz à effet de serre du secteur de l’Agriculture sont :

- 1<sup>er</sup> : SRI (système de riziculture intensive)
- 2<sup>ème</sup> : Microdose (liée à l'utilisation des engrais);
- 3<sup>ème</sup> : Reboisement
- 4<sup>ème</sup> : Plantation de pourghère.

Par la suite il a été recommandé combiner la 3<sup>ème</sup> et la 4<sup>ème</sup> technologie en une seule technologie qui est le reboisement. Ainsi pour le secteur de l’Agriculture trois technologies prioritaires ont été retenues à savoir :

- 1<sup>er</sup> : SRI (système de riziculture intensive)
- 2<sup>ème</sup> : Microdose (liée à l'utilisation des engrais);
- 3<sup>ème</sup> : Reboisement

## 6. CONCLUSION

Bien qu’étant un puits de carbone, il existe au Mali des opportunités d’atténuation des émissions de gaz à effet de serre et qui permettent également de contribuer au développement socioéconomique du pays. Cette étude d’évaluation des besoins en technologies d’atténuation des émissions de gaz à effet a permis de faire une priorisation des technologies dans les deux grands secteurs d’émission de gaz à effet de serre au Mali. Les quatre technologies prioritaires du secteur de l’énergie sont :

- Centrale hydroélectrique ;
- Panneaux Photovoltaïques ;
- Biocarburants à base d’huile de pourghère ;
- Foyers Améliorés.

Les trois technologies retenues pour le secteur de l’Agriculture sont :

- Le Système de Riziculture Intensive (SRI) ;
- La Microdose ;
- Le Reboisement.

**SECTION II : ANALYSE DES BARRIERES ET PLAN D’ACTION TECHNOLOGIQUE**

## 1. SECTEUR DE L'ENERGIE

### 1.1. Cibles pour le transfert et la diffusion des technologies du secteur de l'énergie

Parmi les groupes d'acteurs, pouvant faciliter le transfert et la diffusion des technologies prioritaires retenues dans le secteur de l'énergie on peut citer ceux qui suivent:

- **Les acteurs institutionnels, législatif et réglementaire** (DNE, CREE, AMADER, CNESOLER, l'Assemblée Nationale, l'ANADEB, l'Agence Nationale de promotion des investissements, Ministères des Finances, Commissariat au Développement Institutionnel, DNH, DNA, MEA, AEDD, DNEF, la DNACPN, le MPFEF, le MEIC, Ministère délégué pour la zone office du Niger, l'OMVS, SOGEM, UEMOA),
- **Les collectivités territoriales** (le Haut Conseil des Collectivités, l'Association des Municipalités du Mali, l'ANICT),
- **Les acteurs privés et la société civile** (la CCIM, EDM-SA, SOPAM, ESKOM Energie de Manantali, l'Union des professionnelles du Solaire, l'OSER, SINERGIE, ZED SA, SSD, Horonya, Katène Kadji, SOSUMAR, Mali biocarburant, Scatec Solar West Africa, SNV, Mali-Folkecenter Nyetaa),
- **Les institutions financières et projets avec volet de crédit/financement** (Association des Professionnels de Banque, FARE, l'APEJ, l'ANPE).
- **Les Partenaires Techniques et Financiers** (la Banque Mondiale, La BAD, PNUD, KFW, Danida, Norvège, les Pays Bas, l'Union Européenne, GIZ, BOAD, l'UEMOA).
- **Les institutions de recherche et de formation** (ENI/ABT, l'Université de Bamako (FAST), l'IER, l'IPR, le FAFPA, le Centre Père Michel).

### 1.2. Identification et analyse des barrières pour les technologies prioritaires du secteur de l'énergie

L'identification et la hiérarchisation des barrières au transfert et à la diffusion des quatre technologies prioritaires du secteur de l'énergie a été faite sur la base de la revue documentaire des politiques, stratégies projets et programme dans le secteur de l'énergie et des résultats des interviews et des discussions au cours des rencontres avec les parties prenantes. Cela a permis d'inventorier et d'analyser les principales barrières qui peuvent entraver le transfert et la diffusion des technologies prioritaires.

#### 1.2.1. Identification et analyse des barrières pour le transfert et la diffusion des centrales hydroélectrique

La technologie des centrales hydroélectriques peut être classée soit dans la catégorie des biens de production (à petite échelle) et des biens publics (à grande échelle) caractérisés par le nombre limité de sites, des investissements importants, une chaîne commerciale plus simple (peu de fournisseurs de technologies existantes), etc. Quatre catégories de barrières ont été identifiées comme pouvant entraver le transfert et la diffusion de cette technologie au Mali. Il s'agit de :

- **Le coût élevé des investissements:**  
Les centrales hydroélectriques nécessitent des investissements colossaux qui ne sont pas facilement mobilisables par le privé. C'est pourquoi ce type d'infrastructures est très généralement réalisé au Mali par le gouvernement.

Les principales causes de cette barrière sont liées à:

- l'inadaptation du système bancaire national pour le financement des grosses infrastructures. En effet le système bancaire actuel au Mali est constitué en majorité de banques commerciales ce qui rend difficile l'accès à des prêts d'investissement à faible taux d'intérêt et pour le long terme pour financer la construction de centrale hydroélectrique,
- l'absence d'unités locales de fabrication des équipements de transformation de l'énergie

**Mali**

potentielle en électricité (turbine, générateur, transformateur) qui sont importés à des coûts très élevés,

- une faiblesse d'expertise nationale pour conduire les différentes études et le montage des équipements des centrales hydroélectriques nécessitant le recours à des consultants internationaux qui coûtent très chers.

- **Impacts sociaux et environnementaux négatifs:**

Dans la plupart des cas, la construction des barrages hydroélectriques nécessite le déplacement de populations. Les bassins de stockage peuvent également entraîner la prolifération des vecteurs de maladie comme le paludisme et autres maladies hydriques. Tout cela fait que les populations ont tendance à s'opposer à la réalisation de ce type d'infrastructure sur leur terroir. Aussi certains aménagements hydroélectriques sont conçus avec un objectif unique de production et ne prennent pas en compte suffisamment les données environnementales locales du site. Il peut alors résulter différentes nuisances environnementales: obstacle pour la faune piscicole, impact sur la pêche de loisir, bruit, etc. De même la construction de grands barrages hydroélectriques nécessite souvent la destruction de vaste étendue de forêts pour constituer le bassin de stockage ce qui conduit à des pertes de la biodiversité. Cela fait que les bailleurs de fonds sont souvent réticents pour financer les centrales hydroélectriques surtout à grande échelle.

Parmi les principales causes de cette barrière on peut noter:

- Le besoin de vastes superficies pour la réalisation des ouvrages de prise d'eau surtout pour les grandes centrales hydroélectriques,
- Le manque/insuffisance des schémas d'aménagement du terroir ce qui ne permet pas de prévoir à l'avance les différentes infrastructures permettant de limiter les impacts environnementaux et sociaux.
- **Forte vulnérabilité des centrales hydroélectriques aux conditions climatiques:**

La production d'électricité à partir d'une centrale hydroélectrique est fortement dépendante de l'hydrologie des cours d'eau. D'après le scénario climatique élaboré dans le cadre du PANA du Mali, une baisse de 1% du débit d'eau entraînerait une diminution de production électrique de 1,3 millions de kWh.

Les principales causes de cette barrière sont :

- Irrégularité du débit des cours d'eau due au déficit pluviométrique et la sécheresse,
- Les fortes températures entraînant une forte évapotranspiration au niveau des principaux cours d'eau,
- L'érosion hydrique et l'érosion éolienne qui entraînent l'ensablement des cours et points d'eau,
- Faible nombre de stations de mesure et de suivi de l'hydrométrie et de l'hydrologie des cours d'eau,

- **Longue durée avant qu'une centrale ne soit opérationnelle:**

La longue durée pour le développement de centrale hydroélectrique fait que la compagnie nationale d'électricité et le gouvernement feront le choix d'une technologie qui peut être installée rapidement pour satisfaire la demande pressante d'électricité à court terme des populations.

On peut noter parmi les principales causes de cette barrière :

- La lenteur administrative et la lourdeur des procédures et des réglementations pour obtenir l'autorisation de construire une centrale hydroélectrique. Il faut en moyenne entre quatre à six ans pour obtenir une autorisation d'exploitation. Ce qui fait que peu d'investisseurs se lancent dans des projets de construction de centrale hydroélectrique,
- Le faible nombre de ressources humaines qualifiées pour réaliser les différents ouvrages complexes (ouvrages de prise d'eau, ouvrages d'amenée et de mise en charge, équipements de transformation de l'énergie potentielle de l'eau en énergie électrique, ouvrages de restitution) qui composent une centrale hydroélectrique,

**Mali**

- La situation de monopole du secteur de l'électricité par EDM-SA ne facilite pas le développement rapide de tous les sites d'hydroélectricité qui sont pour la plupart des biens publics,

**1.2.2. Identification et analyse des barrières pour le transfert et la diffusion du solaire photovoltaïque**

La technologie du solaire photovoltaïque peut être classée soit dans la catégorie des biens de consommation (système solaire domestique) ou dans la catégorie des biens de production (système solaire pour la production d'électricité). Concernant la catégorie des systèmes solaires domestiques il existe un grand nombre de consommateurs potentiels, une chaîne commerciale vaste et complexe avec de nombreux acteurs intervenants dans la commercialisation, l'installation et la maintenance. Concernant la catégorie du système solaire pour la production d'électricité connecté au réseau pour des systèmes isolés, on dénote très peu de systèmes de ce genre et un investissement relativement important. L'analyse des barrières pour cette technologie a permis de retenir les barrières ci-après:

- **Coût élevé de l'investissement initial**

Malgré l'adoption du décret N°09-503/P-RM du 23 septembre 2009 portant suspension de la perception de la Taxe sur la Valeur Ajoutée (TVA), des Droits et Taxes sur les équipements solaires à l'importation, leurs coûts d'acquisition ne sont toujours pas à la portée de la majorité de la population. Selon l'étude d'état des lieux des énergies renouvelables au Mali (SREP, 2011) l'investissement initial d'un système PV est environ 3 à 4 fois plus élevé que celui d'une solution classique.

Les principales causes de cette barrière sont :

- L'absence d'unité locale de production des panneaux photovoltaïques afin de réduire les coûts,
- La réticence des pays producteurs de la technologie à aller vers un transfert effectif du savoir faire (Droit de propriété intellectuelle) contribue à l'augmentation du coût,
- Le faible pouvoir d'achat de la majorité de la population à cause du niveau de pauvreté qui ne les permet pas de déboursier en un coup un

capital important pour acquérir un système solaire domestique,

- Faible capacité financière des opérateurs privés nationaux,

- **Accès difficile aux ressources financières**

Les principales causes de cette barrière sont :

- Absence de mécanisme de garantie de prêts pour faciliter l'accès des ménages ruraux pauvres au crédit d'équipement pour l'acquisition des systèmes solaires photovoltaïques,
- Rareté des capitaux bon marché auprès des institutions bancaires nationales (taux d'intérêt élevés, financement à court, l'insuffisance des compétences internes dans les banques pour l'étude, l'analyse et le suivi des dossiers dans le domaine de l'énergie en général entraînant une mauvaise perception d'un risque élevé des investissements dans le secteur de l'énergie) pour financer des projets de production ou transmission d'électricité à partir des centrales solaires,
- La faible capacité de mobilisation des ressources financières par les communes rurales pour la réalisation des infrastructures solaires photovoltaïques décentralisées qui sont très appropriées pour les besoins des populations rurales,

- **Insuffisance des connaissances sur le potentiel réel du pays en énergie solaire**

Le Centre National de l'Energie Solaire et des Energies Renouvelables (CNESOLER), mène quelques actions d'applications et de recherche pour le développement des systèmes solaires qui reste encore insuffisante.

Les principales causes de cette barrière sont :

- La faiblesse des systèmes de suivi & évaluation et de gestion des connaissances accumulées dans le domaine du solaire photovoltaïque,
- L'insuffisance des ressources financières allouées à la recherche développement,
- La faible déconcentration des services publics en charge de l'énergie à travers le territoire national.
- **Inadaptation du système solaire aux périodes de consommation de l'électricité**
- La production d'électricité ne se fait le jour alors que la plus forte demande se fait la nuit surtout pour l'éclairage. Même si l'énergie peut être stockée cela entraîne d'autres coûts qui viennent s'ajouter au coût des panneaux

**Mali**

solaires qui est déjà hors de portée de la majorité de la population.

- **Nombre limité de projet de référence d'utilisation de système solaire pour la production d'électricité à grande échelle**

L'énergie solaire photovoltaïque est principalement utilisée pour l'éclairage individuel, le pompage solaire, la réfrigération à travers de petits kits solaires. Les seules centrales solaires d'une capacité importante au Mali sont : celle de Ouélessebouyou et de Kimparana.

On peut noter comme causes sous-jacentes de cette barrière :

- l'absence de réglementation nationale exigeant la société Energie du Mali (EDM-SA) et les opérateurs privés intervenant dans l'électrification rurale à promouvoir l'énergie solaire en particulier.
- L'insuffisance des incitations prises à ce jour (exonération de la taxe d'importation).

### 1.2.3. Identification et analyse des barrières pour le transfert et la diffusion des foyers améliorés

La technologie des foyers améliorés peut être classée soit dans la catégorie des biens non marchands. Ce type de technologie est mis au service d'un objectif politique (réduction de la consommation de bois, réduction des dépenses d'achat du bois-lutte contre la pauvreté, amélioration de la santé-fumée résultant de la combustion, etc.). L'accent est mis sur l'information et le renforcement des capacités des acteurs. L'analyse des barrières pour cette technologie a permis de retenir les barrières suivantes:

- **Faible compétitivité vis à vis des technologies traditionnelles**

Parmi les causes sous-jacentes de cette barrière on peut noter :

- Le coût élevé des foyers comparés aux foyers à trois pierres majoritairement utilisés par les populations, fait que cette technologie tarde à pénétrer le marché,
- L'inadéquation de la fiscalité sur le bois-énergie ne permet pas d'amener le prix de vente du bois-énergie à son coût économique réel ce qui n'incite pas les usagers à utiliser les foyers améliorés en vue de réduire la consommation de bois et charbon et réduire le gaspillage,

- Difficulté d'acquisition du fût métallique pour fabrication des foyers améliorés,
- Nombre limité d'unité de fabrication de foyers améliorés de bonne qualité,

- **Faible compétences humaines**

Les causes sous-jacentes de cette barrière sont:

- La faible implication des universités et instituts de recherche dans la R&D dans le domaine des foyers améliorés, la carbonisation, etc.,
- Faible capacité des artisans pour la fabrication et le marketing des foyers améliorés.

- **Faible application de la réglementation forestière**

Les causes sous-jacentes de cette barrière sont:

- Le nombre limité d'agents forestiers,
- Le faible suivi des marchés ruraux de bois-énergie,
- L'incivisme de la population,
- La défaillance de certains agents chargés du contrôle forestier dans l'exercice de leur fonction

- **Cadre institutionnel inadapté**

Les causes sous-jacentes de cette barrière sont:

- la faible coordination et la concertation entre la multitude d'institutions en charge de la gestion des ressources ligneuses,
- le non transfert de la gestion des ressources naturelles aux collectivités décentralisées.

- **Messages de sensibilisation sur la technologie insuffisants/inadaptés**

Les causes sous-jacentes de cette barrière sont:

- Les messages diffusés ne mettent pas l'accent sur les mécanismes de financement pour l'acquisition de la technologie,

### 1.2.4. Identification et analyse des barrières pour le transfert et la diffusion des biocarburants

- **Coûts élevés des biocarburants comparés aux combustibles fossiles**

Les causes sous-jacentes de cette barrière sont :

- La non prise en compte des externalités (bénéfices pour l'environnement, potentiel de stimulation de l'économie locale etc.),
- La faible valorisation des sous produits des biocarburants (utilisation du tourteau comme fertilisant organique par exemple),
- Les subventions accordées aux énergies fossiles

Mali

- **Difficulté d'approvisionnement en biocarburants**

Les principales causes sous-jacentes de cette barrière sont :

- la faible quantité de la production nationale en biocarburant, ce qui ne permet pas encore de bâtir un marché structuré pour ce produit,
- la faible implication des grandes compagnies pétrolières et des distributeurs de produits pétroliers dans la production de biocarburants,

- **Risques de compétition entre la production alimentaire et l'énergie**

La principale cause sous-jacente de cette barrière est le besoin de vastes superficies de terre pour une production à grande échelle des biocarburants ce qui pourrait engendrer une pression sur les terres agricoles et une compétition avec la production de céréales donc une menace contre la sécurité alimentaire.

- **Insuffisance de la recherche sur les biocarburants**

Les causes sous-jacentes principales sont :

- Fragmentation de la recherche sur les biocarburants,
- Insuffisance de l'information de qualité sur les produits,
- Insuffisance de la recherche sur la provenance des graines de pourghère et leur adaptabilité aux différentes zones agro écologique.

- **Faible connaissance des acteurs**

Les causes sous-jacentes de cette barrière sont :

- L'imaturité du marché des biocarburants ; En effet la production de biocarburant est à son début donc les différents acteurs n'ont pas encore accumulé suffisamment d'expériences dans la chaîne du procédé de production des biocarburants,
- La faible coordination et la concertation entre les acteurs pour le partage d'expérience (chacun travaillant isolement de son côté).

- **Absence de réglementation en matière de biocarburants**

La cause sous-jacente principale de cette barrière est l'absence de critères et de standards nationaux pour la production des biocarburants,

- **Besoins de licence pour certains équipements de production de biocarburants**

La principale cause de cette barrière est le droit de propriété intellectuelle pour certains éléments indispensables pour la production des biocarburants comme le filtre, les équipements pour l'estérification, la presse.

### 1.3. Cadre propice pour surmonter les barrières des technologies d'atténuation des émissions de GES dans le secteur de l'énergie

Certes les barrières identifiées sont importantes, mais le Gouvernement du Mali offre suffisamment de dispositions macroéconomiques en cours d'exécution pour leur levée efficace et pérenne. Ces dispositions constituent le véritable cadre pour surmonter lesdites barrières:

- La vision et les objectifs du Gouvernement malien pour le secteur de l'énergie ont été formulés dans des documents importants, à savoir : (i) la Politique Energétique Nationale (PEN), adoptée en 2006 ; (ii) la Stratégie Nationale pour le Développement des Energies Renouvelables, adoptée en 2006 ; (iii) la Stratégie Nationale pour le Développement des Biocarburants, adoptée en juin 2008 ; et la Lettre de Politique Sectorielle de l'Energie, couvrant la période 2009-2012. Le gouvernement du Mali a défini des objectifs spécifiques visant à atteindre d'ici 2015 un taux d'électrification rurale de 55% et une contribution de 10% des énergies renouvelables à la production d'énergie. Ce cadre politique offre un cadre propice pour le transfert et la diffusion des technologies d'énergies renouvelables en général et des technologies prioritaires d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre en particulier.
- Le Cadre Stratégique de Croissance pour la Réduction de la Pauvreté (CSCR), seul cadre et unique de référence en vigueur de 2012-2017 pour toutes les stratégies de développement du Mali a retenu certains objectifs et d'actions dans le secteur de l'énergie. Parmi ces objectifs on peut citer :
  - L'amélioration de la couverture du pays en produits et services énergétiques à travers : la réalisation de centrales hydroélectriques, thermiques, solaires et éoliennes ; la poursuite de la mise en œuvre du

Mali

programme prioritaire de maîtrise et d'économie d'énergie et du plan de communication annexé et de la stratégie d'efficacité énergétique; la création de marchés ruraux de bois énergie;

- La mise en œuvre du Plan Directeur d'Electrification Rurale (PDER), la stratégie des ENR; accroître le potentiel et renforcer les capacités d'utilisation des biocarburants; mobiliser les financements des partenaires publics,
- L'entretien du Système d'Information Energétique (SIE) national, mettre en place un réel système de suivi & évaluation du secteur avec les moyens adéquats pour le faire fonctionner,
- La valorisation du potentiel énergétique du pays, réaliser les études de construction de centrales ; inventorier les sites éoliens, solaires et hydrauliques ; réaliser la cartographie des gisements éoliens, solaires et biomasses du Mali.

L'analyse de ces différentes actions montre que l'effectivité du transfert et la diffusion de technologie en général, mais en particulier les présentes technologies prioritaires d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre est indispensable. **Aussi la prise en compte de ces actions dans le CSCRP offre une opportunité pour la mobilisation des ressources financières auprès de partenaires techniques et financiers pour leur mise en œuvre,**

- Le code des Investissements, actuellement en vigueur au Mali, à été institué par la loi n°91-048/ AN-RM du 26 février 1991 et modifié par la loi n° 05-050/AN –RM, promulguée le 19 août 2005 par le Président de la République. Le Code des Investissements instaure un régime fiscal en vue de promouvoir les investissements de capitaux tant nationaux qu'étrangers dans les activités de production et de prestations de services. Il offre les garanties nécessaires pour sécuriser les investissements réalisés. En termes de champ d'application, aucun seuil minimum d'investissement n'est exigé pour qu'un projet soit éligible au Code des Investissements. **Seul le taux de la valeur ajoutée est l'élément fondamental pour l'appréciation des projets. Il doit être égal ou supérieur à 35%.** La loi du 19 août 2005 a étendu le champ d'application du Code des investissements : au secteur des services, aux investissements destinés à la diversification

et au développement d'activités déjà existantes, aux entreprises qui valorisent les matières premières locales, aux entreprises qui développent l'innovation technologique. Par ailleurs, le Code des Investissements prévoit des dispositions particulières pour les entreprises développant l'innovation technologique bénéficiant d'une déduction de 5 % du montant de la contribution forfaitaire, à la charge des employeurs, normalement due au titre des salaires versés aux salariés de nationalité malienne.

- Beaucoup de ces technologies prioritaires identifiées à savoir les centrales hydroélectriques, systèmes photovoltaïques ont été expérimentés pour divers usages comme le pompage, l'éclairage public, la réfrigération, les systèmes de télécommunication, les chauffe-eau solaires, etc. Cette expérience acquise offre une somme de leçons apprises qui peuvent être capitalisées pour une diffusion à large échelle des technologies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre du secteur de l'énergie.
- Les atouts majeurs du sous secteur des EnR et des technologies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre sont, entre autres : l'existence d'un énorme potentiel (solaire, éolien, mini/micro hydroélectricité etc.), la volonté affichée des pouvoirs publics vers le développement des technologies EnR, le rapprochement de l'évolution technologique des équipements EnR des préoccupations des utilisateurs, l'installation de plusieurs milliers d'équipements EnR sur le territoire national, la participation active du secteur privé local dans le domaine des EnR, même si l'échelle des puissances reste modérée, l'existence d'un régime fiscal et douanier favorable au développement des EnR (exonération des équipements EnR à l'importation).
- Le Mali a été sélectionné en juillet 2010 avec cinq autres pays dans le monde comme pays pilotes pour le **Programme de Valorisation à Grande Echelle des Energies Renouvelables** qui est financé par le Fonds d'Investissement Climat. L'objectif du SREP est de mettre à l'essai des stratégies à faible intensité de carbone dans le secteur énergétique afin de faire face aux changements climatiques. Il s'agit de démontrer la viabilité de ces approches aux plans économique, social et environnemental, en générant de nouvelles opportunités

**Mali**

économiques et en élargissant l'accès aux services énergétiques via l'utilisation des énergies renouvelables (EnR). La mise en œuvre du SREP offre une opportunité pour le transfert et la diffusion des technologies prioritaires identifiées dans le secteur de l'énergie.

barrières identifiées dans la section 1.2 ci dessus en solutions. Cela a permis de proposer des plans d'actions/mesures assortis d'idées de projet pour faciliter le transfert et la diffusion des technologies prioritaires identifiées.

**1.4. Plan d'action et idées de projets pour le secteur de l'Energie**

Les orientations stratégiques pour faciliter le transfert de technologies (TT) d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre au Mali consistent à créer les conditions favorables. Il s'agit principalement de :

- La création d'un environnement propice pour le transfert de technologies, notamment en matière de politique économique et de dispositifs législatifs et réglementaires,
- La création et/ou le renforcement des capacités (humaine, organisationnelle, matérielle et financière) en matière de mise au point et de transfert des technologies d'atténuation des changements climatiques,
- L'intégration dans les projets et programmes en cours et à venir des activités de transfert de technologies d'atténuation des changements climatiques,
- Le développement de la coopération technologique avec le Nord et entre pays du sud dans le domaine des changements climatiques,
- L'amélioration de la circulation de l'information sur la mise au point et le transfert de technologies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre,
- L'exploitation des connaissances et des compétences locales en matière de changements climatiques,
- L'utilisation des nouvelles technologies de l'information (INTERNET par Exemple) pour diffuser les informations et les expériences sur les technologies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre,

Le plan d'action qui suit découle d'une démarche qui a consisté à transformer les principales

**1.4.1. Plan d'actions pour lever les barrières pour les centrales hydroélectriques**

Le présent Plan d'Actions donne le contenu des mesures/actions et activités concourant à lever les barrières pour le transfert et la diffusion de la technologie des centrales hydroélectrique. Il indique aussi les acteurs, les résultats attendus ainsi que les indicateurs de résultats et le chronogramme de mise en œuvre des différentes actions.

Mesures/Actions à entreprendre pour lever les barrières	Résultats attendus	Indicateurs de Résultats	Intervenants/Acteurs	Chronogramme
<b>Mettre en place un mécanisme de financement adapté pour les énergies renouvelables</b>	Un mécanisme de financement adapté aux énergies renouvelables est mis en place	Nombre de projets d'énergies renouvelables financés	Ministères en charge des finances et de l'énergie et autres Ministères techniques concernés	2013-2017
<b>Faciliter les conditions d'accès au financement (prêts d'investissement à long terme)</b>	L'accès au financement est facilité	Montant du financement mobilisé Nombre de centrales construites	Ministère des finance et Institutions bancaires et autres Ministères techniques concernés	2013-2017
<b>Promouvoir la formation des ressources humaines dans les domaines des études, l'installation et la maintenance des centrales hydroélectriques</b>	L'expertise nationale sur les centrales hydroélectriques est développée	Nombre d'experts formés	Ministères de l'éducation et Ministères en charge de l'énergie et de l'eau et autres Ministères techniques concernés	2013-2017
<b>Renforcer les capacités en matière d'élaboration des projets de mobilisation des financements</b>	La capacité nationale de mobilisation des financements est accrue	Nombre d'experts en élaboration de projets	Ministères en charge de l'énergie et de l'eau et autres Ministères techniques concernés	2013-2017
<b>Renforcer les capacités en matière de montage des projets carbone/MDP pour la mobilisation des financements innovantes du marché carbone</b>	L'expertise nationale pour le montage de projet MDP est développée	Nombre de projet MDP élaborés	Ministère en charge de l'environnement et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Renforcer l'information et l'implication des communautés riveraines dans le choix et la construction des centrales hydroélectriques</b>	Les impacts sociaux sont réduits	Le nombre de personnes déplacées est réduit	Ministères en charge de l'énergie et de l'eau	2013-2017
<b>Organiser une table ronde des bailleurs de fonds et des opérateurs privés pour mobiliser les financements des projets de centrales hydroélectriques</b>	Les bailleurs de fonds et les opérateurs privés s'engagent pour le financement des centrales hydroélectriques	Le nombre de centrales hydroélectriques construit	Ministères en charge de l'énergie, de l'eau des finances et les bailleurs de fonds et les opérateurs privés	2013-2017
<b>Promouvoir des mesures incitatives pour encourager l'utilisation des énergies renouvelables dans l'électrification rurale</b>	Des mesures incitatives sont prises	Les textes élaborés, Le niveau d'investissement privé dans les énergies	Ministères en charge de l'énergie et de l'eau	2013-2017

Section II – Analyse des Barrières et Plan d’Action Technologique

Mali

		renouvelables		
<b>Inventorier et réaliser des études de faisabilité pour les sites potentiels pour la réalisation de mini et micro centrales hydroélectriques</b>	Les sites sont inventoriés Des études de faisabilité sont réalisées	Nombre de sites inventoriés Nombre d’études de faisabilité réalisées	Ministères en charge de l’énergie et de l’eau	2013-2017
Renforcer le réseau national de mesure et de suivi de l’hydrométrie et de l’hydrologie des principaux cours d’eau	Le réseau national est renforcé	Niveau de connaissance de l’hydrométrie et de l’hydrologie des cours d’eau	Ministères en charge de l’énergie et de l’eau	2013-2017
<b>Poursuivre la réforme du secteur de l’énergie pour attirer les investissements privés</b>	Le secteur est libéralisé	Nombre de nouveaux opérateurs privés dans la production et la distribution d’électricité	Ministères en charge de l’énergie et de l’eau	2013-2017
<b>Accélérer les procédures administratives d’octroi des autorisations de construction de centrales hydroélectriques</b>	Les procédures administratives sont simplifiées et rapides	Réduction de la durée d’obtention du permis	Ministères en charge de l’énergie et de l’eau	2013-2017

### 1.4.2. Plan d’actions pour lever les barrières pour le solaire photovoltaïque

Le présent Plan d’Actions donne le contenu des mesures/actions et activités concourant à lever les barrières pour le transfert et la diffusion de la technologie du solaire photovoltaïque. Il indique aussi les acteurs, les résultats attendus ainsi que les indicateurs de résultats et le chronogramme de mise en œuvre des différentes actions.

Mesures/Actions à entreprendre pour lever les barrières	Résultats attendus	Indicateurs de Résultats	Intervenants/Acteurs	Chronogramme
<p><b>Créer des mécanismes de garantie et de prêts (création de lignes de crédits, réduction des taux d’intérêts etc..) pour faciliter l’accès aux ressources financières pour l’acquisition des systèmes solaires</b></p> <p><b>Faciliter les conditions d’accès au financement (prêts d’investissement à long terme)</b></p> <p><b>Renforcer les capacités des banquiers en matière d’analyse et de suivi des projets d’énergie renouvelables</b></p> <p><b>Renforcer les capacités des collectivités territoriales dans l’intégration de l’énergie dans les plans locaux de développement économique et social</b></p>	L’accès au financement est plus facile	<p>Nombre de ménages ayant acquis un système solaire domestique</p> <p>Nombre de projets de production ou transmission d’électricité à partir des centrales solaires</p> <p>Nombre de projets d’énergie réalisés par les collectivités</p>	Ministères en charge des finances, Institutions bancaires, et de l’énergie et autres Ministères techniques concernés	2013-2017
<p><b>Le développement de partenariats publics privés pour la création d’entreprises locales pour la fabrication d’équipements ou accessoires de systèmes solaires PV.</b></p>	Les équipements et accessoires de systèmes solaires photovoltaïques sont disponibles et accessibles par la majorité de la population	<p>Le niveau d’investissement privé dans les énergies renouvelables</p> <p>Nombre d’équipements ou accessoires de systèmes solaires photovoltaïques produits localement</p>	Ministères de l’énergie, de l’industrie du commerce et Opérateurs privés	2013-2017
<p><b>Relancer les activités de l’ex Centre Régional d’Energie Solaire (CRES) pour intensifier la recherche développement</b></p>	Amélioration de la connaissance dans le domaine du solaire photovoltaïque	Niveau de connaissance du potentiel d’énergie solaire	Ministère en charge de l’énergie	2013-2017
<p><b>Renforcer les capacités en matière de montage des projets carbone/MDP pour la mobilisation des financements innovantes du marché carbone</b></p>	L’expertise nationale pour le montage de projet MDP est développée	Nombre de projet MDP élaborés	Ministère en charge de l’environnement et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<p><b>Promouvoir des mesures incitatives pour encourager l’utilisation des énergies renouvelables dans l’électrification rurale</b></p>	Des mesures incitatives sont prises	<p>Les textes élaborés</p> <p>Le niveau d’investissement privé dans les énergies renouvelables</p>	Ministères en charge de l’énergie et de l’eau	2013-2017

**1.4.3. Plan d'action pour lever les barrières pour les foyers améliorés**

Le présent Plan d'Actions donne le contenu des mesures/actions et activités concourant à lever les barrières pour le transfert et la diffusion de la technologie des foyers améliorés. Il indique aussi les acteurs, les résultats attendus ainsi que les indicateurs de résultats et le chronogramme de mise en œuvre des différentes actions.

Mesures/Actions à entreprendre pour lever les barrières	Résultats attendus	Indicateurs de Résultats	Intervenants/Acteurs	Chronogramme
<b>Initier une vaste campagne de démonstration culinaire des différents foyers auprès des populations rurales et urbaines</b>	Les populations sont mieux informées sur les avantages des foyers améliorés	Taux de pénétration des foyers améliorés	Ministère en charge de l'énergie de l'environnement et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Mettre en place un mécanisme de garantie auprès des banques pour faciliter l'accès au financement pour les producteurs et les utilisateurs des foyers améliorés,</b>	L'accès au financement est facilité	Nombre de foyers vendus	Ministères des finances, de l'énergie et Institutions bancaires	2013-2017
<b>Renforcer les capacités en matière de montage des projets carbone/MDP pour la mobilisation des financements innovantes du marché carbone</b>	L'expertise nationale pour le montage de projet MDP est développée	Nombre de projet MDP élaborés	Ministère en charge de l'environnement et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Renforcer la fiscalité sur le bois énergie en vue de rehausser à terme les prix de cession du bois pour l'aligner sur le coût de reconstitution de la ressource et appliquer les mesures d'accompagnement nécessaires conformément à la Stratégie Energie Domestique</b>	Les prix du bois sont rehaussés et alignés sur le coût de la reconstitution de la ressource et les mesures d'accompagnement sont prises	Les textes élaborés  Le prix du bois -énergie	Ministères en charge de l'énergie et de l'environnement	2013-2017
<b>Promouvoir la recherche sur les espèces d'arbres à croissance rapide</b>	Des espèces à croissance rapide sont introduites	Nombre d'espèces introduites Superficies reboisées/régénérées	Ministères de l'énergie de l'environnement et de l'agriculture	2013-2017
<b>Former les forgerons et des artisans aux techniques de production des foyers améliorés</b>	Les capacités des forgerons/artisans sont renforcées	Nombre de forgerons formés La qualité des foyers produits	Ministère techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Faciliter l'acquisition de la matière première (fût métallique) pour la fabrication des foyers améliorés</b>	L'acquisition du fût métallique est facilité	Nombre de foyers améliorés produits	Ministères techniques concernés et opérateurs privés	2013-2017

**Mali**

		Coût des foyers améliorés		
<b>Transférer la gestion des ressources naturelles aux collectivités et leur fournir un appui technique adéquat</b>	Le transfert de la gestion des ressources naturelles aux collectivités territoriales est effective	Textes de transfert de la gestion	Ministère en charge de l’environnement	2013-2017
<b>Renforcer le suivi des marchés ruraux de bois</b>	Le suivi est renforcé	Respect du cota de coupe	Ministère en charge de l’environnement	2013-2017

**1.4.4. Plan d’actions pour lever les barrières pour les biocarburants**

Le présent Plan d’Actions donne le contenu des mesures/actions et activités concourant à lever les barrières pour le transfert et la diffusion de la technologie des foyers améliorés. Il indique aussi les acteurs, les résultats attendus ainsi que les indicateurs de résultats et le chronogramme de mise en œuvre des différentes actions.

Mesures/Actions à entreprendre pour lever les barrières	Résultats attendus	Indicateurs de Résultats	Intervenants/Acteurs	Chronogramme
<b>Elaborer et appliquer des normes et des critères de durabilité des biocarburants au Mali</b>	Des critères de durabilité sont élaborés	Textes élaborés Les impacts environnementaux sont réduits	Ministère en charge de l’énergie et de l’environnement et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Améliorer les mesures fiscales en taxant davantage les activités polluantes et en réduisant les contraintes économiques à l’utilisation des biocarburants.</b>	La compétitivité des biocarburants est améliorée	Mesures fiscales prises	Ministère en charge des finances et l’énergie	2013-2017
<b>Renforcer les capacités en matière de montage des projets carbone/MDP pour la mobilisation des financements innovantes du marché carbone</b>	L’expertise nationale pour le montage de projet MDP est développée	Nombre de projet MDP élaborés	Ministère en charge de l’environnement et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Valoriser les autres sous produits en plus de l’huile de pourghère (tourteaux par exemple) pour améliorer la compétitivité des biocarburants par rapport aux énergies fossiles,</b>	Les sous produits sont valorisés	Nombre et quantité de sous produits valorisés	Les ONG / projets, associations ; les privés	2013-2017
<b>Soutenir le développement des biocarburants</b>	La production nationale de biocarburants est augmentée	Nombre de litres de biocarburants	Ministère en charge de l’environnement et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Renforcer des capacités des acteurs intervenants dans le domaine des biocarburants</b>	Les capacités des acteurs sont renforcées	Un marché structuré de biocarburant se met en place	Ministère en charge de l’environnement et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Opérationnaliser et renforcer les différents cadres de concertation existants</b>	Les acteurs se concertent et partagent leurs expériences	Nombre de cadres de concertation créés ou renforcés	Ministère en charge de l’environnement et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017

**MALI**

**1.4.5. Idées de projets pour le secteur de l'énergie**

Pour concrétiser ces mesures ou actions du plan d'action, quatre (04) idées de projets/programmes ont été proposées pour les technologies prioritaires du secteur de l'énergie à avoir :

- i. Projets/programmes de réalisation de micro-centrales hydroélectriques. Ce projet vise à construire des micro-centrales électriques dans les régions de Kayes (Billy, Koundji, Keniéto,), Sikasso (Woroni 1 et 2, Farako1, Nimbougou,), et Ségou (Markala, Talo) et Diénné en vue de satisfaire la demande croissante en énergie électrique et réduire les gaz à effet de serre. Le coût de réalisation est estimé à 555 milliards de Francs CFA sur une période de 5 ans.
- ii. Projets/programmes de production de transformation et d'utilisation locale des biocarburants comme substitut au combustible fossile. Ce projet vise à réduire la contribution des combustibles fossiles dans la consommation énergétique globale du pays de 40% d'ici 2020 et de développer la filière des biocarburants notamment le pourghère, pour divers usages (production d'électricité, transport, motorisation agricole etc.). La durée des activités du projet peut s'étendre sur une période de (05), avec un financement estimé à 25 milliards de Francs CFA. Le projet va couvrir tout le territoire national.
- iii. Projets/programmes de diffusion des foyers améliorés pour lutter contre la déforestation. Ce projet a pour but de lutter contre les changements climatiques, la désertification et de diminuer la pression sur les ressources forestières, par la mise aux points des foyers améliorés pour assurer un développement durable. Un financement de 4 milliards de francs CFA sera nécessaire pour mener à bien les activités du projet qui seront exécutées sur une période de (05) ans renouvelables.
- iv. Projets/programme de réalisation de centrales solaires photovoltaïques pour l'électrification rurale. Le projet vise à électrifier 40 localités en milieu rural par des systèmes solaires répartis sur l'ensemble du territoire national par des systèmes de centrales solaires

photovoltaïque. La durée du projet est de (05) ans, avec un coût de financement estimé à 17 milliards de Francs CFA.

**2. SECTEUR DE L'AGRICULTURE**

**2.1. Cibles pour le transfert des technologies dans le secteur de l'Agriculture**

Pour faciliter le transfert des technologies dans le secteur de l'Agriculture, les structures suivantes seront ciblées. Il s'agit de :

- Le Ministère de l'Agriculture
- Le Conseil supérieur de l'agriculture,
- La Direction Nationale de l'Agriculture (DNA),
- Le Ministère de l'Economie et des Finances,
- La Direction Nationale des eaux et forêts (DNEF),
- L'Agence de l'Environnement et du Développement Durable (AEDD),
- Le Comité National Changements Climatiques,
- L'Institut d'Economie Rurale (IER),
- L'Institut Polytechnique Rural,
- Etc.

En plus des structures étatiques les organisations paysannes comme l'APCAM, la CNOP, l'AOPP et les organisations de la société civile comme les ONG seront impliquées dans la diffusion de ces technologies auprès des populations.

**2.2. Identification et analyse des barrières pour les technologies prioritaires du secteur de l'Agriculture**

Comme précédemment indiqué dans la section 1.2, l'identification, et la hiérarchisation des barrières pouvant entraver le transfert et la diffusion des technologies prioritaires du secteur de l'Agriculture ont été faites sur la base de la revue documentaire des politiques, stratégies projets et programme dans le secteur de l'Agriculture et des résultats des interviews et des discussions des rencontres avec les parties prenantes. A la suite de ce processus les principales barrières ci-dessous ont été retenues.

**2.2.1. Identification et analyse des barrières pour le transfert et la diffusion du Système de Riziculture Intensive (SRI)**

La technologie du SRI rentre dans la catégorie des technologies non marchandes. Ce type de technologie est mis au service d'un objectif politique (amélioration de la sécurité alimentaire à travers l'accroissement des rendements agricoles,

## Mali

meilleure gestion des ressources en eau, etc.). Pour faciliter le transfert et la diffusion de cette technologie l'accent est mis sur l'information et le renforcement des capacités des acteurs. L'analyse des barrières pour cette technologie a permis de retenir deux barrières principales à savoir :

- **Forte demande en main d'œuvre**

Les causes sous-jacentes de cette barrière sont:

- La faible mécanisation de certains travaux d'entretien du SRI telles que le repiquage à un ou deux brins,
- La faible disponibilité de la matière première pour la production du compost.

- **Méconnaissance de la technologie**

Les causes sous-jacentes de cette barrière sont:

- Insuffisance du personnel d'encadrement des paysans sur cette technologie,
- L'immaturation de la technologie (la technologie est toujours au stade d'expérimentation),
- L'insuffisance d'information et de formation des riziculteurs sur la technique surtout pour la production des jeunes plants de quatorze à quinze jours et leurs repiquages;
- L'insuffisance de ressources financières pour soutenir la recherche en vue d'adapter la technologie aux conditions maliennes.

### 2.2.2. Identification et analyse des barrières pour le transfert et la diffusion de la Microdose

La technologie de la microdose rentre dans la catégorie des technologies non marchandes. Ce type de technologie est mis au service d'un objectif politique (utilisation rationnelle des engrais et amélioration de la productivité donc la sécurité alimentaire, augmentation du revenu du paysan etc.). Pour faciliter le transfert et la diffusion de cette technologie l'accent est mis sur l'information et le renforcement des capacités des acteurs. L'analyse des barrières pour cette technologie a permis de retenir deux barrières principales à savoir :

- **Méconnaissance de la technologie**

Les causes sous-jacentes de cette barrière sont:

- Insuffisance du personnel d'encadrement des paysans pour soutenir la diffusion de cette technologie auprès des producteurs,
- L'insuffisance d'information et de formation des producteurs sur la technique de placement mécanique de l'engrais,
- L'insuffisance de ressources financières pour soutenir la recherche en vue d'adapter la technologie aux conditions maliennes,

- **Faible expertise des forgerons pour la fabrication des semoirs (type SMECMA)**

Les causes sous-jacentes de cette barrière sont:

- Le manque de formation des forgerons/artisans pour produire le semoir de type SMECMA utile pour l'application du mélange semence-engrais. La production et l'assemblage de l'équipement avec des disques adaptés n'est pas à la portée de n'importe quel fournisseur de matériels agricoles au Mali,
- Nombre limité d'entreprise de production du semoir. En effet l'actuelle société qui produit l'équipement est pour le moment la seule détentrice de l'expertise. Cette situation s'explique par plusieurs raisons parmi lesquelles il y a lieu de citer que la DMA (Division du Machinisme Agricole) et la SMECMA étaient les seules institutions chargées respectivement des études et de la production des équipements agricoles au Mali. La politique de dégageant de l'état des entreprises d'état a touché la SMECMA qui est présentement, fermée et soumise à un processus de privatisation. Aucune reproduction d'équipements n'est à l'ordre du jour.

- **Coûts élevés des équipements nécessaires pour pratiquer la microdose**

La cause sous-jacente de cette barrière est le faible pouvoir d'achat des producteurs pour acquérir les équipements agricoles.

- **Faible accès aux crédits agricoles pour les producteurs**

Les causes sous-jacentes de cette barrière sont:

- conditions d'octroi du crédit des banques peu motivantes pour les producteurs. Le crédit agricole à travers les organismes financiers (BNDA, Banques classiques, Systèmes financiers décentralisés) n'offre pas de conditions incitatives aux producteurs dont la majorité, a un pouvoir d'achat limité. Au taux d'intérêt assez élevé, il faut ajouter l'absence de garantie aux prêts. Ceci prive les paysans de capacité d'endettement auprès de la BNDA. Les systèmes financiers décentralisés restent encore trop localisés dans certaines zones pour servir de substitut valable à un système de financement pour l'ensemble du pays.
- Faible couverture géographique du système de crédit à l'équipement.

- **Difficulté d'accès au droit de propriété intellectuelle**

## Mali

La cause sous-jacente de cette barrière réside dans la longueur du processus d'octroi du brevet. Ceci peut occasionner des pirateries de la part d'autres acteurs dans le domaine.

### 2.2.3. Identification et analyse des barrières pour le transfert et la diffusion du reboisement

Le reboisement rentre dans la catégorie des technologies non marchandes. Ce type de technologie est mis au service d'un objectif politique (lutte contre la déforestation et la désertification par exemple). Pour faciliter le transfert et la diffusion de cette technologie l'accent est mis sur l'information et le renforcement des capacités des acteurs. L'analyse des barrières pour cette technologie a permis de retenir deux barrières principales à savoir :

- **Faible fiscalité du bois-énergie**

L'insuffisance de la fiscalité sur le bois ne permet pas de vendre le bois-énergie à son coût économique ce qui aurait dû être beaucoup plus élevé et donc encourage le déboisement à grande échelle sans favoriser pour autant le reboisement.

- **Manque de financement pour le suivi des activités de reboisement**

Plusieurs initiatives de reboisement ont été lancées par le passé au Mali. Mais à cause du manque de financement pour suivre les reboisements après la campagne, les résultats sont très en deçà des attentes.

- **Insuffisance de la sensibilisation sur les différentes techniques de reboisement**

L'insuffisance d'information et de formation sur les techniques de reboisement les plus efficaces (ex : la technique plasa : planter sans arroser) conduit à une utilisation irrationnelle de l'eau et à des méthodologies peu propices. Les techniques efficaces de reboisement permettent d'augmenter le taux de réussite du reboisement.

- **Insuffisance des textes sur le régime foncier et le droit de propriété**

La juxtaposition entre le droit coutumier et moderne n'offre pas une sécurité foncière pour s'engager dans le reboisement/ plantations de production de bois et biocarburant, les plantations d'alignement, les espaces verts, les plantations agro forestières.

- **Faible valorisation des crédits carbone pour le financement du reboisement**

Les causes sous-jacentes de cette barrière sont:

- La faible capacité des opérateurs économiques privés pour monter des projets de reboisement pour bénéficier des avantages financiers qu'offrent le Mécanisme pour un Développement Propre (MDP), et la Réduction des Emissions liées à la Déforestation et à la Dégradation des forêts (REDD)
- Le manque de données techniques fiables pour l'estimation des quantités de gaz carbonique séquestrées par une plantation,
- La complexité du MDP et du REDD.

### 2.3. Cadre propice pour surmonter les barrières dans le secteur de l'Agriculture

Certes les barrières identifiées sont importantes, mais le Gouvernement du Mali offre suffisamment de dispositions macroéconomiques en cours d'exécution pour leur levée efficace et pérenne. Ces dispositions constituent le véritable cadre pour surmonter lesdites barrières, il s'agit :

- Le Cadre Stratégique de Croissance pour la Réduction de la Pauvreté (CSCR), seul cadre et unique de référence en vigueur de 2012-2017 pour toutes les stratégies de développement du Mali a comme ambition dans le domaine du développement rural, de faire du Mali une puissance agro-pastorale sous régionale, où le secteur Agricole est un moteur de l'économie nationale, assurant la sécurité alimentaire des populations urbaines et rurales et générant des emplois et des revenus significatifs dans une logique de développement durable et respectueux de l'environnement. Parmi les défis identifiés pour l'atteinte de cet objectif on peut noter entre autres:
  - L'accroissement de la productivité et les rendements de la production végétale,
  - Un accroissement de l'accès aux intrants,
  - La diffusion des techniques et technologies d'amélioration des productions,
  - L'amélioration de l'accès à une information de qualité sur l'amélioration des techniques agronomiques, les systèmes de production et la préservation de la qualité des produits, au moyen de services de vulgarisation agricole adéquats,
  - La modernisation des exploitations agricoles familiales et faire du paysan, de l'éleveur et du pêcheur maliens de vrais entrepreneurs.
  - L'amélioration du cadre institutionnel et des mécanismes d'incitation du secteur privé, à tous les niveaux de la chaîne de la production, de la transformation et de la

Mali

commercialisation, notamment pour ce qui concerne le régime foncier et les droits de propriété, l’accès au crédit et les mécanismes de crédit pour les intrants (crédits de campagne),

- Le développement de la recherche agricole et les nouvelles technologies, tout en assurant leur mise à disposition des producteurs,
- Le renforcement des capacités et des compétences des acteurs,
- L’assurance du financement du secteur.
- La loi d’orientation agricole (LOA) fixe les grandes orientations de la politique de développement agricole du Mali. Elle vise à garantir la souveraineté alimentaire et à faire de l’agriculture le moteur de l’économie nationale en vue d’assurer le bien-être des populations. (Article 1er).
- La stratégie nationale sur le reboisement élaborée en 2004 vise à contribuer à la lutte contre la désertification et la pauvreté avec comme toile de fond la satisfaction des besoins en bois des populations, la création d’emploi tout en accordant une attention particulière aux groupes vulnérables : les femmes et les jeunes. Les axes stratégiques portent entre autres sur :
  - la réhabilitation des pépinières régionales et l’appui aux pépiniéristes privés pour la production d’essences locales
  - L’incitation des enfants, notamment des jeunes scolaires et d’autres groupes cibles (armée, entreprises, etc.) à travers l’Education Environnementale et d’autres programmes à participer activement aux actions de reboisement
  - La reforestation des collines, des bassins versants autour de Bamako et des autres grandes villes du pays.
  - Le développement d’un partenariat entre la Direction Nationale des Eaux et Forêts et les autres Services Techniques, Communes, ONG, GIE, et Associations (notamment féminines) dans le but de leur meilleure implication dans les actions de reboisement,
  - La mobilisation des ressources communales en faveur des actions de reboisement,
  - La promotion de la foresterie rurale à travers l’incitation aux plantations de production de bois et l’agroforesterie,
  - L’instauration d’un système d’incitation au reboisement à travers la motivation (Lettre de félicitation, Prix, décoration, etc.).

- Le Plan d’action quinquennal de reboisement de 550,000 ha (dont 500 000 ha par reboisement et 50 000 ha à travers la régénération naturelle assistée entre 2010 et 2014 pour restaurer la capacité productive de ces terres et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.
- La politique et la stratégie nationale sur les changements climatiques ont été élaborées en 2011. Au titre du principe de la responsabilité commune mais différenciée, l’un des axes d’orientation de la Politique Nationale sur les Changements Climatiques (PNCC) du Mali sera la promotion des actions d’atténuation des émissions de gaz à effets de serre par l’incitation à l’adoption et le transfert de technologies et de pratiques écologiques innovantes. En matière d’atténuation, quatre secteurs sont particulièrement prometteurs. Il s’agit du secteur de l’énergie (Énergies renouvelables (solaire, éolienne, biocarburants, efficacité énergétique); le secteur de **la foresterie** (boisement / reboisement et lutte contre la déforestation); **la biomasse** ; les **déchets** ménagers (AEDD 2011). La mise en œuvre du Plan d’action technologie (EBT) contribuera à l’atteinte des objectifs de la PNCC.

**MALI**

**2.4. Plans d’actions et idées de projets du secteur de l’Agriculture**

Les plans d’actions pour faciliter le transfert des technologies d’atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur de l’Agriculture est articulé autour de mesures législatives, règlementaires, les incitations financières, les IEC, les mécanismes et les arrangements institutionnels et l’appui à la recherche et développement. Ces plans d’actions sont assorties d’idées de projets.

**2.4.1. Plan d’action pour lever les barrières de la technologie du système de riziculture intensive SRI**

Le présent Plan d’Actions donne le contenu des mesures/actions et activités concourant à lever les barrières pour le transfert et la diffusion de la technologie du système de riziculture intensive. Il indique aussi les acteurs, les résultats attendus ainsi que les indicateurs de résultats et le chronogramme de mise en œuvre des différentes actions.

Mesures/Actions à entreprendre pour lever les barrières	Résultats attendus	Indicateurs de Résultats	Intervenants/Acteurs	Chronogramme
<b>Faciliter et étendre l’accès des producteurs aux crédits pour les intrants et les équipements</b>	Les conditions d’accès aux crédits de campagne sont assouplies Le crédit agricole est étendu à toutes les zones du pays	Nombre de producteurs ayant au crédit agricole	Ministère en charge de et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Appui aux professionnels du secteur de la riziculture pour la production locale de certains matériels et équipements pour la production rizicole.</b>	Les équipements pour la production rizicole sont produits localement	Nombre d’équipements produits	Ministère en charge de et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Développer la recherche sur le SRI en vue de réduire la demande en main d’œuvre, adapter la technologie aux conditions du Mali et diffuser les résultats de recherche auprès des producteurs</b>	La technologie est adaptée aux conditions climatiques du Mali	Amélioration de la productivité et du rendement de la riziculture	Ministère en charge de et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Formation des productions sur la technologie</b>	Les acteurs ont une meilleure connaissance de la technologie	Nombre de producteurs maîtrisant la technologie du SRI	Ministère en charge de et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Renforcement du personnel d’encadrement sur la technologie</b>				
<b>Mise en place d’une campagne de sensibilisation sur la technologie</b>				

### 2.4.2. Plan d’action pour lever les barrières de la technologie de la microdose

Le présent Plan d’Actions donne le contenu des mesures/actions et activités concourant à lever les barrières pour le transfert et la diffusion de la technologie de la microdose. Il indique aussi les acteurs, les résultats attendus ainsi que les indicateurs de résultats et le chronogramme de mise en œuvre des différentes actions.

Mesures/Actions à entreprendre pour lever les barrières	Résultats attendus	Indicateurs de Résultats	Intervenants/Acteurs	Chronogramme
<b>Faciliter et étendre l'accès des producteurs aux crédits pour les intrants et les équipements</b>	Les conditions d'accès aux crédits de campagne sont assouplies  Le crédit agricole est étendu à toutes les zones du pays	Nombre de producteurs ayant au crédit agricole	Ministère en charge de et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Renforcer les capacités des forgerons et artisans pour la production locale des équipements et pièces de rechange de la microdose comme le semoir</b>	Les équipements et pièces de rechange sont produits localement	Nombre d'équipements produits	Ministère en charge de et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Poursuivre la recherche sur la microdose surtout sur le placement mécanique de l'engrais et diffuser les résultats de recherche auprès des producteurs</b>	La technologie est adaptée aux conditions climatiques du Mali	Amélioration de la productivité et du rendement	Ministère en charge de l'agriculture et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Former les producteurs sur la technologie</b>	Les acteurs ont une meilleure connaissance de la technologie	Nombre de producteurs maîtrisant la technologie de la microdose	Ministère en charge de l'agriculture et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Renforcer le personnel d'encadrement sur la technologie</b>				
<b>Mettre en place une campagne de sensibilisation sur la technologie</b>				

## 2.4.3. Plan d'action pour lever les barrières de la technologie du reboisement

Le présent Plan d'Actions donne le contenu des mesures/actions et activités concourant à lever les barrières pour le transfert et la diffusion de la technologie du reboisement. Il indique aussi les acteurs, les résultats attendus ainsi que les indicateurs de résultats et le chronogramme de mise en œuvre des différentes actions.

Mesures/Actions à entreprendre pour lever les barrières	Résultats attendus	Indicateurs de Résultats	Intervenants/Acteurs	Chronogramme
<b>Renforcer la fiscalité sur le bois énergie en vue de rehausser à terme les prix de cession du bois pour l'aligner sur le coût de reconstitution de la ressource et appliquer les mesures d'accompagnement nécessaires conformément à la Stratégie Energie Domestique</b>	Les prix du bois sont rehaussés et alignés sur le coût de la reconstitution de la ressource et les mesures d'accompagnement sont prises	Les textes élaborés  Le prix du bois -énergie	Ministères en charge de l'environnement et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Renforcer le suivi des activités de reboisement</b>	Les initiatives de reboisement sont mieux suivies	Augmentation des superficies reboisées	Ministères en charge de l'environnement et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Poursuivre et renforcer la mise en œuvre du plan quinquennal de reboisement 2010-2014</b>	Le plan quinquennal de reboisement est renforcé et mis en œuvre	Augmentation des superficies reboisées	Ministères en charge de l'environnement et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Promouvoir des reboisements de masse, des arboretums, des jardins botaniques, des banques de gènes, des herbiers</b>	Les reboisements de masse et la conservation ex situ sont promus	Superficies reboisées et nombre des sites de conservation ex situ créés	Ministère en charge de l'environnement et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Relire les textes sur le régime foncier et le droit de propriété pour mieux sécuriser les investissements dans les plantations/reboisement</b>	Les textes sont relus	Nombre de textes élaborés	Ministères en charge de l'environnement et autres Ministères techniques concernés	2013-2017
<b>Renforcer les capacités en matière de montage des projets carbone/MDP/REDD pour la mobilisation des financements innovants du marché carbone</b>	L'expertise nationale pour le montage de projet MDP est développée	Nombre de projet MDP/REDD élaborés	Ministère en charge de l'environnement et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
<b>Former les acteurs (pépiniéristes) sur les techniques de production de plants et les meilleures techniques de reboisement</b>	Les acteurs sont formés sur les techniques de production de plants et les meilleures techniques de reboisement	Nombre de pépiniéristes formés Nombre de pépinières opérationnelles	Ministère en charge de l'environnement et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017

		Nombre de plants produits et plantés	Taux de reprise des plantations	
<b>Développer la recherche / développement sur la recherche sur les espèces forestières à croissance rapide et à fort potentiel de séquestration de carbone</b>	La recherche / développement est effectuée sur les espèces forestières à croissance rapide et à fort potentiel de séquestration de carbone	Rapports techniques	Ministère en charge de l’environnement et autres Ministères techniques concernés, les ONG / projets, associations ; les privés et les partenaires au développement	2013-2017
		Nombre de technologies développées		
		Programmes de recherche		

#### 1.4.6. Idées de projets pour le secteur de l’agriculture

Pour concrétiser les actions ou mesures pour faciliter la diffusion des technologies prioritaires d’atténuation des gaz à effet de serre les idées de projets suivants ont été proposées :

- i. Projet/programmes de promotion de la productivité rizicole par le SRI. Ce projet a pour objectif d’améliorer les rendements rizicoles et de réduire les émissions de gaz à effet de serre à travers l’adoption à large échelle du système de riziculture intensive. Le projet va couvrir tout le territoire national. Le coût total du financement est estimé à 15 milliards de FCFA sur 5 ans.
- ii. Projet/programme de réalisation d’unités de montage des équipements adaptés pour le développement de la technique de la microdose. L’objectif du projet est faciliter l’accès des paysans aux équipements nécessaire pour pratiquer la microdose en vue d’accroître la productivité agricole. Le projet est d’envergure nationale pour un coût estimatif de 10 milliards de francs CFA, sur une période de (05) ans.
- iii. Projets ou programme national de reboisement. Ce projet vise à reboiser les terres dégradées au Mali afin de restaurer la capacité productive de ces terres et de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Ce qui permettra de générer des crédits carbone pour assurer la durabilité du programme. Ce programme est d’envergure nationale et à pour cible l’ensemble des acteurs (Services techniques, Collectivités Territoriales, ONG et autres partenaires) pour mieux soutenir les actions de reboisement.. Le coût total du financement est estimé à 34 milliards de FCFA sur une période de 5 ans.

## CONCLUSION GENERALE

Les changements climatiques constituent l'un des plus grands défis de l'humanité au cours du 21<sup>ème</sup> siècle. Pour relever ce défi il importe de réduire les émissions de gaz à effet de serre à l'échelle planétaire. Cela passe par le développement et le transfert de technologies d'atténuation des gaz à effet de serre. La présente étude rentre dans ce cadre du projet intitulé «Evaluation des Besoins en Transfert de Technologies (EBT) » qui a été approuvé en novembre 2009 et financé par le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM). Ce projet initié par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) vise à aider 35 à 45 pays à mener des évaluations de leurs besoins technologiques dans le cadre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC).

L'étude qui a démarré en Septembre 2010 a permis selon un processus participatif d'identifier les principales technologies d'atténuation des gaz à effet de serre au Mali et de proposer un plan d'action pour lever les barrières pouvant entraver le transfert des technologies prioritaires :

Les principaux résultats de l'étude sont:

- Les secteurs de l'Energie et de l'Agriculture sont les plus gros pollueurs au Mali.
- Les technologies prioritaires d'atténuation des gaz à effet de serre dans les deux secteurs prioritaires sont :
  - L'hydroélectricité,
  - Le solaire photovoltaïque,
  - Les foyers améliorés,
  - Les biocarburants,
  - le système de riziculture intensive (SRI),
  - la microdose,
  - le reboisement.
- Une fiche technologique décrivant les principales caractéristiques de la technologie, l'état actuelle de la technologie dans le pays, le potentiel de réduction des gaz à effet de serre ainsi que le coût de la technologie, a été élaborée pour chacune des 7 technologies prioritaires ci dessus.
- L'analyse des barrières et des cadres propices pour le développement et le transfert des technologies prioritaires a permis d'identifier les barrières principales suivantes
  - barrières financières, économiques et sociales;
  - insuffisance des capacités humaines;
  - insuffisance de la recherche et développement ;
  - insuffisance d'information ou de sensibilisation aux opportunités qui existent;
  - faiblesse institutionnelle;
  - barrières réglementaires et politiques,
  - barrières liées aux droits de propriété intellectuelle.
- Un plan d'action technologique (PAT) contenant les actions à mener, les principaux acteurs et un chronogramme a été élaboré. Des idées de projets/programmes pouvant permettre de concrétiser ce plan d'action afin de surmonter les barrières et faciliter le transfert des technologies prioritaires ont également été proposées, Ces idées de projets/Programmes sont :

Mali

- Projet/Programme de réalisation de micro centrale hydroélectrique dans les régions de Kayes, Sikasso, Ségou, Koulikoro et Mopti,
- Projet/Programme de substitution de combustible fossile par le biocarburant,
- Projet/Programme de diffusion des foyers améliorés pour la lutte contre la déforestation,
- Projet/Programme de réalisation de centrales solaires photovoltaïques pour l'électrification rurale,
- Projet/programmes de promotion de la productivité rizicole par le SRI.
- Projet/Programme de réalisation d'unités de montage des équipements adaptés pour le développement de la technique de microdose,
- Projet/Programme national de reboisement.

## Références Bibliographiques

MALI

### Références Bibliographiques

1. DNE/SREP, 2011, Etat des lieux et Plan d'investissement du programme de valorisation à grande échelle des énergies renouvelables au Mali,
2. UNEP RISO Center, 2011, Guide d'orientation du processus : Surmonter les obstacles au transfert et à la diffusion des technologies respectueuses du climat,
3. AEDD, 2011, Politique et Stratégie Nationale sur les Changements Climatiques (PNCC)
4. AEDD, 2011 : Audit Climat Mali,
5. AEDD, 2011 : Recueil des Accords Multilatéraux sur l'environnement signés/ratifiés par le Mali, 2<sup>ème</sup> édition,
6. CSCRP, 2011: Cadre Stratégique pour la croissance et la Réduction de la Pauvreté (CSCR), 3<sup>ème</sup> génération 2012 – 2017,
7. MET, 2011, Seconde communication nationale sur les changements climatiques,
8. Eco Securities, 2011 : Project Idea Note du Plan quinquennal de reboisement 2010-2014,
9. DNA, 2011 : Rendement à l'hectare du Système de Riziculture Intensive,
10. AMADER, 2010, Rapports d'activités du 1<sup>er</sup> Semestre 2010,
11. UNDP, 2010 Guide pour l'évaluation des besoins technologiques pour le changement climatique,
12. REN21, 2010 : Renewables 2010 global report
13. Nations Unies, 2008, Programme stratégique de Poznan sur le transfert de technologie –COP14,
14. MMEE/DNE, 2008 : Stratégie nationale pour le développement des biocarburants,
15. MET, 2007 : Programmes National d'adaptation aux changements climatiques (PANA),
16. Nations Unies, Plan d'action de Bali, COP13,
17. MEE, 2006 : Politique Nationale de l'Energie,
18. CILSS/PREDAS : Rapport de la formation des artisans du Burkina –Faso à la production des foyers améliorés SEWA/DIAMBAR, (Ouagadougou, 12 – 19 décembre 2006)
19. ECOWAS/UEMOA (2005), White paper for a regional Policy,
20. ADEME, 2003, Guide pour le montage de projets de petite hydroélectricité
21. Nations Unies, 2001, Accords de Marrakech COP7
22. MEATEU, ME, CNRST, 2000: Communication Initiale du Mali,
23. Nations Unies, 1997 : Protocole de Kyoto,
24. Nations Unies, 1992 : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC),

## Références Bibliographiques

### Mali

25. <http://www.climatetechwiki.org>
26. <http://www.unfccc.org>
27. <http://tech-action.org>
28. <http://teamsites.risoe.dk/tna>

ANNEXES

## ANNEXE I. PROSPECTUS TECHNOLOGIQUES

## I.FICHES TECHNOLOGIQUES SECTEUR ENERGIE

## I.1. Fiche de la Technologie de centrale hydraulique

## i) Introduction

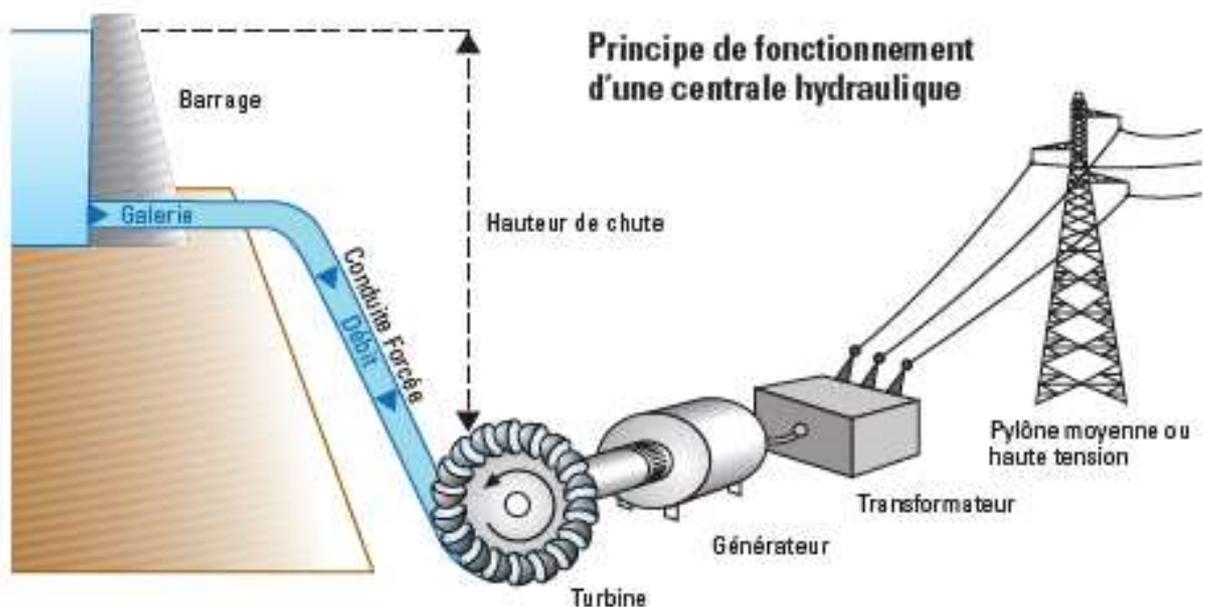
Depuis l'antiquité, les hommes ont essayé de domestiquer la force de l'eau. On a retrouvé des traces d'ouvrages hydrauliques, datant de 3000 ans avant notre ère, issues de la civilisation mésopotamienne. Au cours de l'histoire, cette forme d'énergie connut alternativement des phases de prospérité et des phases de déclin. Un progrès décisif fut effectué au 19<sup>ème</sup> siècle, lorsque l'énergie mécanique fournie par les cours d'eau a pu être utilisée pour la production d'électricité. La turbine, la génératrice électrique, le

transformateur, ont permis à cette époque de produire industriellement de l'électricité. La première unité de transformation de l'énergie de l'eau en électricité était un « water Wheel » placé sur le fleuve de Fox dans le Wisconsin, Etats-Unis, en 1882.

## ii) Description caractéristique de la technologie

Une centrale hydroélectrique peut se définir comme une installation qui transforme l'énergie hydraulique d'un cours d'eau ou une retenue d'eau en énergie électrique. Une centrale hydroélectrique est composée de quatre éléments essentielles: i) **les ouvrages de prise d'eau**, ii) **les ouvrages d'amenée et de mise en charge**, iii) **les équipements de production**, iv) **les ouvrages de restitution**.

Figure 2: Schéma descriptif d'une centrale hydroélectrique



Source : ADEME, 2003, Guide pour le montage de projets de petite hydroélectricité

**L'ouvrage de prise d'eau :** La forme et les dimensions de cet ouvrage sont adaptées à la nature du terrain ou à la conformation du lit du cours d'eau. Il est construit en enrochements, en gabions, en terre, en maçonnerie ou en béton. Il peut parfois tirer parti des faciès naturels et ne nécessiter aucun aménagement. La prise d'eau peut également être installée sur un canal d'irrigation ou sur une adduction d'eau potable.

**Les ouvrages d'amenée et de mise en charge :** Un canal d'amenée, en terre ou en béton, et la conduite forcée le plus souvent en acier ou en polyéthylène dirigent l'eau vers la centrale. Le canal est muni d'une grille qui retient les corps solides charriés par le cours d'eau. Un système de

vannes répond à différentes utilisations : protection contre les crues, isolement du canal, isolation de la turbine, etc. Une chambre de mise en charge si le canal d'amenée est à écoulement libre, ou une cheminée d'équilibre s'il s'agit d'une conduite en charge, assure la jonction avec la conduite forcée qui alimente en eau la turbine.

**Les équipements de production :** Une turbine, comme la roue à aube d'un moulin, transforme en énergie mécanique l'énergie fournie par la chute d'eau. Il existe de nombreux types de turbines s'adaptant aux différentes contraintes imposées par chaque site. Un générateur produit l'énergie électrique à partir de l'énergie mécanique de la turbine. Parmi les turbines les plus connues on

**Mali**

peut citer: i) **la turbine Pelton**, adaptée aux hautes chutes, avec une roue à augets, inventée par Lester Allan Pelton, ii) **la turbine Francis**, plutôt montée pour des chutes moyennes, voire hautes, avec une roue à aubes simple ou double, conçue par James B. Francis, iii) **la turbine Kaplan**, parfaitement adaptée aux basses chutes et forts débits, avec une roue de type hélice, comme celle d'un bateau. Viktor Kaplan a mis au point une roue à hélice dont les pales peuvent s'orienter en fonction des débits utilisables, iv) **la turbine Wells**, assez peu connue, utilise le mouvement de l'air provoqué par le mouvement des vagues à travers un tube vertical. Principe développé par Alan Wells.

**Les ouvrages de restitution :** A la sortie de la centrale, les eaux turbinées sont renvoyées dans la rivière par un canal de fuite. Ce canal est établi soit à l'air libre, soit en galerie dans le cas où la centrale est souterraine.

Les centrales hydroélectriques peuvent également être classées en fonction de la quantité d'électricité produite :

- Grande centrale dont la puissance est supérieure à 10MW,
- Petite centrale dont la puissance est entre 10MW et 1MW,
- Mini centrale dont la puissance entre 1MW et 10kW,
- Micro centrale dont la puissance est inférieure à 10kW.

**iii) Situation de la technologie dans le pays**

Le Mali est traversé par 2 fleuves : le Niger, le Sénégal, et dispose ainsi d'un grand potentiel hydroélectrique en grandes et moyennes centrales hydroélectriques estimé à 1050 MW. Ce potentiel est réparti entre une vingtaine de sites pour grandes et moyennes centrales dans le bassin des fleuves Sénégal et Niger, (correspondant un productible de 5000 GWh) dont seulement 25% (250 MW) sont exploités et fournissent un productible moyen annuel de 1043 GWh.

Les sites exploités sont : Félou (0,6 MW, env. 3GWh/an), Sotuba (5,2 MW, env. 40GWh/an), Sélingué (44 MW, env. 200 GWh/an) et Manantali (200 MW, environ 800GWh/an). Les principaux sites dont l'aménagement a été programmé dans le cadre de la Politique Energétique Nationale sont : Félou et Gouina sur le fleuve Sénégal et Kenié, Markala, Sotuba 2 et Taoussa sur le fleuve Niger, le seuil de Diéné.

Au vu du développement de la demande en énergie à l'intérieur du pays, dans les pays de la sous région et du coût très élevé du pétrole, le développement et la mise en valeur du potentiel hydroélectrique des fleuves Niger et Sénégal deviennent des priorités dans le cadre de la mise en valeur des ressources en eau du pays.

**iv) Les avantages socio économiques**

Parmi les avantages directs et indirects des centrales hydroélectriques, on peut noter :

- La production d'électricité à moindre coût. En effet, le coût de production d'un KWh à partir de l'hydroélectricité est relativement faible comparé au thermique. Toutefois le coût de l'investissement moyen pour la construction d'un barrage est très élevé.
- Les retenues d'eau permettent de mieux irriguer, de mieux gérer les crues du cours d'eau et le rendre navigable.
- La création d'emplois lors de la phase de génie civile,

Les centrales n'ont pas que des avantages. Il existe également des inconvénients parmi lesquels on peut noter le déplacement des populations pour la création du réservoir de stockage de l'eau.

**v) Le potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre**

Les problèmes environnementaux générés par la construction des grands barrages à travers le monde ont donné une mauvaise image de l'hydroélectricité. Cependant, l'hydroélectricité possède des atouts de taille ; il s'agit d'une énergie renouvelable, stockable éventuellement, qui ne produit pas de gaz à effet de serre.

**vi) Le coût de la technologie**

Le financement nécessaire pour la réalisation d'une centrale hydro-électrique de barrage dépend du débit, de la géographie du site et des équipements de production.

Le coût peut être décomposé en trois grande parties :

- Le coût des investissements
- Les coûts d'installation et d'entretien, y compris les réparations et l'assurance.
- Les coûts de production,

**Mali**

Le coût des investissements varie entre 1400 et 1900€ /kWh. Des études réalisées au Mali montrent que le coût de production moyen d'une centrale hydroélectrique est de l'ordre de 800 000 à 1 200 000 F CFA par KW de puissance installée. Le coût de revient du kWh varie entre 20 et 36 FCFA. La durée de vie des équipements électriques est estimée à 35 ans contre 50 ans pour les ouvrages comme les barrages.

**I.2. Solaire photovoltaïque)****i) Introduction**

L'énergie solaire photovoltaïque est l'électricité produite par transformation d'une partie du rayonnement solaire avec une cellule photovoltaïque. Le terme photovoltaïque peut désigner soit le phénomène physique, l'effet photovoltaïque découvert par Alexandre Edmont Becquerel en 1839.

Selon les estimations l'énergie rayonnée par le soleil représenterait chaque année 40 000 fois les besoins énergétiques que l'humanité consomme sous forme d'énergies fossiles. Malgré cela, l'énergie solaire reste un domaine assez peu exploitée. Néanmoins la prise de conscience collective en fait une énergie douce d'avenir (même si elle est connue et utilisée depuis des millénaires). Aujourd'hui le solaire photovoltaïque est en plein développement, on obtient un cumul de 1791 MWc en 2005 pour l'Europe (contre 1147 MWc en 2004). Le leader européen est l'Allemagne avec 1537 MWc.

**ii) Description/caractéristique de la technologie**

Le but des panneaux solaires est de convertir l'énergie lumineuse en énergie électrique. L'unité de base d'un panneau solaire photovoltaïque est la cellule photovoltaïque. Elle est composée de matériaux semi-conducteurs. Ceux-ci sont capable de transformer l'énergie fournit par le soleil en charge électrique donc en électricité car la lumière du soleil excite les électrons de ces matériaux.

Le silicium est le principal composant d'une cellule photovoltaïque. Le silicium a été choisi pour réaliser les cellules solaires photovoltaïques pour ses propriétés électroniques, caractérisées par la présence de quatre électrons sur sa couche périphérique (colonne IV du tableau de Mendeleïev). Dans le silicium solide, chaque atome est lié à quatre voisins, et tous les électrons de la couche périphérique participent aux liaisons.

Si un atome de silicium est remplacé par un atome de la colonne V (phosphore par exemple), un des électrons ne participe pas aux liaisons ; il peut donc se déplacer dans le réseau. Il y a conduction par un électron, et le semi-conducteur est dit dopé de type n. Si au contraire un atome de silicium est remplacé par un atome de la colonne III (bore par exemple), il manque un électron pour réaliser toutes les liaisons, et un électron peut venir combler ce manque. On dit alors qu'il y a conduction par un trou, et le semi-conducteur est dit dopé de type p. Les atomes tels que le bore ou le phosphore sont des dopants du silicium.

Lorsqu'un semi-conducteur de type n est mis en contact avec un semi-conducteur de type p, les électrons en excès dans le matériau n diffusent dans le matériau p. La zone initialement dopée n devient chargée positivement, et la zone initialement dopée p devient chargée négativement. Il se crée donc un champ électrique entre les zones n et p, qui tend à repousser les électrons dans la zone n et un équilibre s'établit. Une jonction a été créée, et en ajoutant des contacts métalliques sur les zones n et p, c'est une diode qui est obtenue.

Lorsque cette diode est éclairée, les photons sont absorbés par le matériau et chaque photon donne naissance à un électron et un trou (on parle de paire électron-trou). La jonction de la diode sépare les électrons et les trous, donnant naissance à une différence de potentiel entre les contacts n et p, et un courant circule si une résistance est placée entre les contacts de la diode.

Une cellule solaire produit typiquement une puissance de 1,3 W pour une surface de 100 cm<sup>2</sup>. Pour produire plus de puissance, des cellules solaires identiques sont assemblées pour former un module solaire (ou panneau photovoltaïque). La mise en série de plusieurs cellules solaires somme les tensions pour un même courant, tandis que la mise en parallèle fait la somme des courants en conservant la tension. La plupart des panneaux solaires photovoltaïques destinés à un usage général sont composés de 36 cellules en silicium mono ou poly cristallin connectées en série pour des applications en 12 V nominal.

En cas de stockage de l'électricité solaire produite par les panneaux photovoltaïques dans des batteries stationnaires, ce sont celles-ci qui vont fixer la tension de fonctionnement du système, selon leur état de charge, c'est à dire par exemple entre 10,8 V et 14 V pour une batterie de 12 V

**Mali**

nominal (tension différente de  $V_{pmax}$ ). Le courant solaire généré alors est donc forcément différent d' $I_{pmax}$  et la puissance solaire extraite du panneau photovoltaïque n'est pas égale à la puissance maximale. Ceci reste toujours vrai, même si l'ensoleillement est de  $1000W/m^2$  et la température des cellules de  $25^{\circ}C$  (conditions STC). Cette propriété intrinsèque de l'association batteries-panneaux solaires photovoltaïques fait qu'on parle de modules 12 V.

**iii) Situation de la technologie dans le pays**

Le potentiel solaire au Mali est très significatif avec une irradiation moyenne de  $6 kWh/m^2/J$  pour une durée d'ensoleillement quotidien de 7 à 10 heures. Le système solaire photovoltaïque est l'une des technologies les mieux éprouvées et les mieux intégrées et maîtrisées parmi les systèmes d'énergies renouvelables. Les réalisations en matière d'installations de systèmes solaires, tant du côté public que du côté privé, ont considérablement évolué dans un cadre de diffusion massive par l'approche de kits d'éclairage et audio visuel, de pompage, etc. Ainsi, à travers le pays, ce sont plus de 3000 équipements solaires photovoltaïques de plus de 750 KWc (kits d'éclairage, lampes portables, pompe, réfrigérateur) qui sont installés au niveau des infrastructures communautaires (les écoles, centres de santé, mairie et lieux de culte) notamment en milieu rural. Il faut rappeler que le pompage photovoltaïque a beaucoup évolué dans le cadre de l'hydraulique villageoise et urbaine grâce à divers projets et programmes dont Mali Aqua Viva, Programme Spécial Energie, DANIDA, Programme Régional Solaire. Aussi le Mali a été sélectionné en juillet 2010 avec cinq autres pays dans le monde comme pays pilotes pour le Programme de Valorisation à Grande Echelle des Energies Renouvelables (SREP) qui est financé par le Fonds d'Investissement Climat. L'objectif du SREP est de mettre à l'essai des stratégies à faible intensité de carbone dans le secteur énergétique afin de faire face aux changements climatiques. Ce programme permettra donc d'accroître la puissance totale installée car l'accent est mis sur l'utilisation des systèmes photovoltaïques.

**iv) Avantages socio économiques**

Les impacts des EnR en général et des systèmes solaires photovoltaïques en particulier ont fait l'objet de quelques réflexions à travers des études dont : l'étude sur une diffusion massive des systèmes PV, l'étude sur les impacts des projets d'EnR du CNESOLER et celle relative aux

impacts du décret d'exonération. Il ressort que l'adoption des systèmes solaires photovoltaïques offre plusieurs avantages pour le pays et les populations. On peut citer :

- La renaissance ou la redynamisation des activités culturelles autour de points lumineux publics dans les zones rurales,
- l'éducation par la création de conditions adéquates à l'apprentissage des enfants dans les familles,
- L'information par la présence de moyens de communication de connaissances techniques et d'appui à la production à moindre coût (films documentaires, émissions radio, etc.),
- La santé par l'amélioration du service des centres de santé de base (conditions de travail, conditions séjour des patients, accroissement de la couverture vaccinale dans les périmètres de santé),
- Dans les zones rurales les besoins énergétiques de l'éclairage sont assurés par du pétrole dans les lampes à pétrole et des piles dans les lampes torches. Ceux des équipements audio sont assurés à l'aide de piles. L'adoption des systèmes solaires dans ce contexte évitera l'achat de ces deux produits et entraînera des économies familiales. En effet selon une étude menée auprès des ménages ruraux, quatre (4) à six (6) litres de pétrole sont mensuellement consommés par les ménages utilisant les lampes pour leur éclairage; neuf (9) à dix huit (18) d'unités de piles sont nécessaires au fonctionnement des équipements [35]. Les dépenses mensuelles occasionnées par ses besoins s'échelonnent entre environ 2 000 et 3 000 FCFA pour le pétrole, 1 350 et 2 700 FCFA pour les piles. Finalement l'adoption des systèmes solaires photovoltaïques pourrait entraîner, pour le ménage, une économie mensuelle de 3 350 à 5 700 FCFA
- La création de marchés potentiels, et les emplois induits, en fourniture, installation et maintenance des systèmes solaires PV est également un facteur économique non négligeable,

**v) Le potentiel de réduction des gaz à effet de serre**

D'une manière générale, l'utilisation des énergies renouvelables a un impact positif sur l'environnement. Selon les données du European Photovoltaic Industry Association (EPIA, 2010)

**Mali**

pour la production de 1kWh, un système émettra environ 850 g de CO<sub>2</sub> s'il fonctionne au combustible fossile (pétrole), 45 g s'il utilise la biomasse, **au maximum 37 g s'il est de type solaire PV**, et 11 g s'il est du type éolien. A ce bénéfice de réduction d'émission, il faut ajouter la réduction de production d'autres formes de pollution dues aux métaux et autres substances chimiques toxiques contenues dans les piles sèches et accumulateurs, sources de pollution du sol.

**vi) Coût de la technologie solaire**

Selon le rapport mondial sur les énergies renouvelables produit par le REN21, les coûts de production d'électricité à partir de système solaire photovoltaïque est comme suit :

<b>Panneaux photovoltaïques pour les ménages</b>	<b>Puissance entre 20-100 Wc</b>	<b>40-60 US cents/kWh</b>
<b>Panneaux photovoltaïques pour le réseau</b>	Puissance entre 200 kW et 100 MW	15-30 US cents/kWh

**I.3. Foyers Améliorés****i) Introduction**

La biomasse joue un rôle dominant dans le secteur énergétique africain. L'énergie de la biomasse utilisée en Afrique provient essentiellement du bois, la sciure de bois, le charbon, les résidus agricoles et les cultures énergétiques.

Selon le Livre blanc de la Communauté économique des États d'Afrique occidentale (CEDEAO) sur l'accès aux services énergétiques, l'Afrique est le plus gros consommateur mondial d'énergie issue de la biomasse et, en particulier dans la région sub-saharienne, la biomasse sert principalement comme combustible pour la cuisine et le chauffage. En fait, 80% des utilisateurs sont les ménages, notamment ceux des zones rurales (CEDEAO, 2005). Pourquoi le niveau de l'utilisation de la biomasse solide est-il si élevé en Afrique ? Tout d'abord, parce que la plupart des ménages, notamment dans les zones rurales, ne sont pas connectés au réseau électrique. Deuxièmement, bien que certains ménages aient accès à l'électricité, son utilisation pour cuisiner comporte des coûts prohibitifs. Par contre, les ressources énergétiques de la biomasse sont très répandues et disponibles en grandes quantités; elles peuvent être produites localement, stockées et, dans la plupart des cas, facilement utilisées au besoin.

Les foyers améliorés ont été diffusés dans tous les pays africains pour limiter les problèmes environnementaux (déforestation) liés à l'utilisation de l'énergie de la biomasse. Toutefois le niveau d'adoption de ces foyers a été limité à cause d'un certain nombre de facteurs y compris le coût, l'efficacité en termes d'économie de bois et d'argent et l'inadaptation aux besoins des usagers.

La diffusion des foyers améliorés à large échelle permettrait de réduire la consommation de bois énergie non renouvelable des ménages pour les besoins de cuisson donc une réduction des émissions de gaz à effet de serre.

**ii) Description des caractéristiques des foyers améliorés**

Les foyers améliorés peuvent être définis comme une technologie d'efficacité énergétique permettant d'économiser jusqu'à 50% de combustibles comparé à la technique traditionnelle. Ainsi, la déforestation, les dépenses liées au bois de chauffage, et la fumée dans les cuisines sont réduites. La cuisson devient rapide et saine.

Au Mali il existe plusieurs types de foyers améliorés. Les foyers améliorés les plus connus sont : les foyers en banco « nafaman », les foyers métalliques « téliman » et « nafacaman », les fourneaux « daamu », « wassa » et « sewa ».

- **Téliman** : Ce type de foyers utilise comme combustible le bois et charbon de bois. C'est un foyer mono-marmite. Il existe en 10 tailles (n°1,2,3,4,5,5,6,8,10,12,20,30). Ce foyer est fabriqué par les forgerons de façon artisanale (découpage, pliage, agrafage) à base de tôle neuve ou de récupération. Son prix de vente varie entre 1000 et 9 500 FCFA en fonction de la taille. Ce foyer permet de faire une économie théorique en combustible entre 30-40% par rapport au foyer traditionnel.
- **Nafacaman**: Ce type de foyers utilise comme combustible le bois et charbon de bois. C'est un foyer multi-marmite. Il existe en 4 tailles (n°1-5, 2-10, 20, 25). Ce foyer est fabriqué par les forgerons de façon artisanale (découpage, pliage, agrafage) à base de tôle neuve ou de récupération. Ce foyer a une durée de vie de 2 ans au moins. Son prix de vente varie entre 2 500 et 10 000 FCFA en fonction de la taille. Ce foyer permet de faire une économie théorique en combustible entre 40-50% par rapport au foyer traditionnel.

**Mali**

- **Waassa :** Ce type de foyers utilise comme combustible charbon de bois. C'est un foyer mono-marmite. Il existe en 1 taille. Ce foyer est fabriqué par les forgerons de façon artisanale (découpage, pliage, agrafage) à base de tôle neuve ou de récupération. Ce foyer a une durée de vie de 2 ans au moins. Son prix de vente varie entre 2 500 et 3 000 FCFA en fonction de la taille. Ce foyer permet de faire une économie théorique en combustible entre 30-40% par rapport au foyer traditionnel.
- **Daamu :** Ce type de foyers utilise comme combustible le charbon de bois. C'est un foyer mono-marmite. Il existe en 1 taille. Ce foyer est fabriqué par les forgerons de façon artisanale (découpage, pliage, agrafage) à base de tôle neuve ou de récupération. Ce foyer a une durée de vie de 2 ans au moins. Son prix de vente varie entre 2500 et 3000 FCFA en fonction de la taille. Ce foyer permet de faire une économie théorique en combustible de 34% par rapport au foyer traditionnel.
- **Sewa :** Ce type de foyers utilise comme combustible le charbon de bois. C'est un foyer multi-marmite. Il existe plusieurs tailles. Ce foyer est fabriqué par les forgerons et les artisans dans des ateliers de tournage et four de cuisson. Ce foyer a une durée de vie de 4 ans au moins. Son prix de vente est de 4000 FCFA en fonction de la taille. Ce foyer permet de faire une économie théorique en combustible entre 30-40% par rapport au foyer traditionnel.

**iii) Situation de la technologie dans le pays**

Au Mali après la Stratégie Energie Domestique (SED), l'analyse du cadre institutionnel et opérationnel a évolué vers la création d'un organisme public ayant une personnalité morale distincte de l'Etat. Cela s'est traduit par la création de l'Agence Malienne pour le Développement de l'Energie Domestique et de l'Electrification Rurale (AMADER). Cette Agence doit dorénavant, assurer l'exécution physique des actions en matière d'énergie domestique. Il reste entendu qu'elle n'a pas l'exclusivité dans le sous secteur, cependant elle demeure le principal animateur.

Le bilan énergétique du Mali montre que le bois et charbon de bois représentent près de 80% de la consommation totale d'énergie. La demande en bois énergie est en constante augmentation: + 1,6 % par an pour le bois de feu et + 4,1 % pour le charbon de bois. Le bois est devenu un produit

commercialisé dont le prix s'accroît sans cesse. Les forêts constituent donc un enjeu économique de taille, apparaissant comme une sorte de mine à ciel ouvert dans laquelle les populations puisent de façon souvent abusive et anarchique. Cette forte dépendance au bois énergie pose une problématique environnementale majeure à savoir la déforestation entraînant un processus de désertification. Cette tendance au déboisement devrait donc s'amplifier dans les prochaines décennies avec une population qui double tous les 25 ans.

L'utilisation des technologies et équipements liés à la biomasse bois énergie est limitée aux usages dans les Ménages et Commerces. L'action de promotion pour une large utilisation avait pour but de diminuer la pression sur la ressource bois énergie. Dans ce cadre il y a lieu de citer les différents équipements proposés par des structures publiques et privées. Il s'agit des séries de foyers et fourneaux améliorés (Gadibi, fourneau SEWA, four Taaré, etc.) pour lesquels une forte expertise locale a été développée pour la production.

Le taux de pénétration de bon nombre de ses équipements est assez significatif. Des études, sur le taux de pénétration des foyers améliorés, réalisées en 2010 auprès de 1024 ménages ont montrées que:

- 67% de ménages utilisent au moins un foyer amélioré, 46% des ménages ont acquis leur premier foyer il y a moins de 5 ans, 88,6% de ménages utilisent les foyers améliorés pour la préparation des 3 repas ou au moins 2 ;
- La tendance est à l'utilisation du charbon à savoir 58,64% des ménages utilisent le charbon de bois tandis que 41,36% de ménages utilisent le bois de chauffe,
- La progression du charbon de bois comme combustible principal est très nette dans les centres urbains du pays.

**iv) les avantages socio économiques**

Les foyers améliorés permettent d'économiser plus de 50% de la quantité de charbon de bois, et contribuent ainsi à la réduction de la pression sur le couvert végétal. Cela se perçoit à travers les témoignages des femmes selon lesquelles les foyers améliorés sont si efficaces que le besoin de charbon de bois pour faire la cuisine, est largement réduit :il suffit d'utiliser une faible quantité de charbon de bois pour préparer un repas complet. Ceci veut dire que les pratiques de destruction d'arbres entiers pour obtenir des gros morceaux de bois de chauffe ou pour produire le

## Mali

charbon, peuvent être remplacées par la pratique d'élagage ; d'où l'effet de régénération rapide des forêts.

Les foyers améliorés permettent d'améliorer les conditions de vie, économie du combustible, bois ou charbon de bois et par conséquent économie monétaire, lutte contre la désertification. Ils permettent aux femmes, de réduire la consommation de bois et les émissions de gaz carbonique, de gagner du temps, d'améliorer leur santé et de consacrer plus de temps aux soins des enfants.

### v) Le potentiel de réduction des émissions de Gaz à effet de serre

Les émissions de GES consommés par la biomasse est sujette à une certaine polémique car il est important de considérer le cycle de pleine vie du combustible et des matières employés dans la technologie et les produits de la combustion incomplète. Pour la plupart des technologies de biomasse, ces données ne sont pas disponibles.

Il n'existe pas d'étude spécifique pour déterminer le potentiel de réduction des émissions de GES des foyers améliorés néanmoins, un programme exécuté au Mali dans le cadre du Projet PNUD/GEF/RAF/93/G31 a permis de déterminer les quantités de CO<sub>2</sub> évités par les fourneaux diffusés. Pour près de 90 580 foyers et fourneaux vendus entre 1997 et 2000, il est estimé que 310 019 tonnes de bois ont été économisées permettant ainsi de réduire 2 504 318 Gg de CO<sub>2</sub>. Une estimation du bureau d'études Eco Securities donne des chiffres de l'ordre de 0.8 tonnes de CO<sub>2</sub> pour chaque foyer amélioré installé dans un ménage par an.

### vi) le coût de la technologie

Le coût de financement d'une unité moderne de production de foyers améliorés dépend de plusieurs facteurs. Au Mali ce coût est estimé en moyenne à 30 000 000 F CFA, en tenant compte de la taille des fours de cuisson et du magasin de séchage de la partie céramique. Quant à la réalisation du gabarit des Foyers Améliorés, il existe deux modes de fabrication. Le mode industriel et manuel, le premier nécessite des équipements comme une plieuse pour plier la tôle, un plasma qui permet de couper la tôle et de faire sortir la forme du gabarit des différents foyers améliorés. Le second mode de réalisation des

gabarits se fait par la force physique des producteurs de foyers à l'aide de marteau et de burin.

## I.4. Bicarburants

### i) Introduction

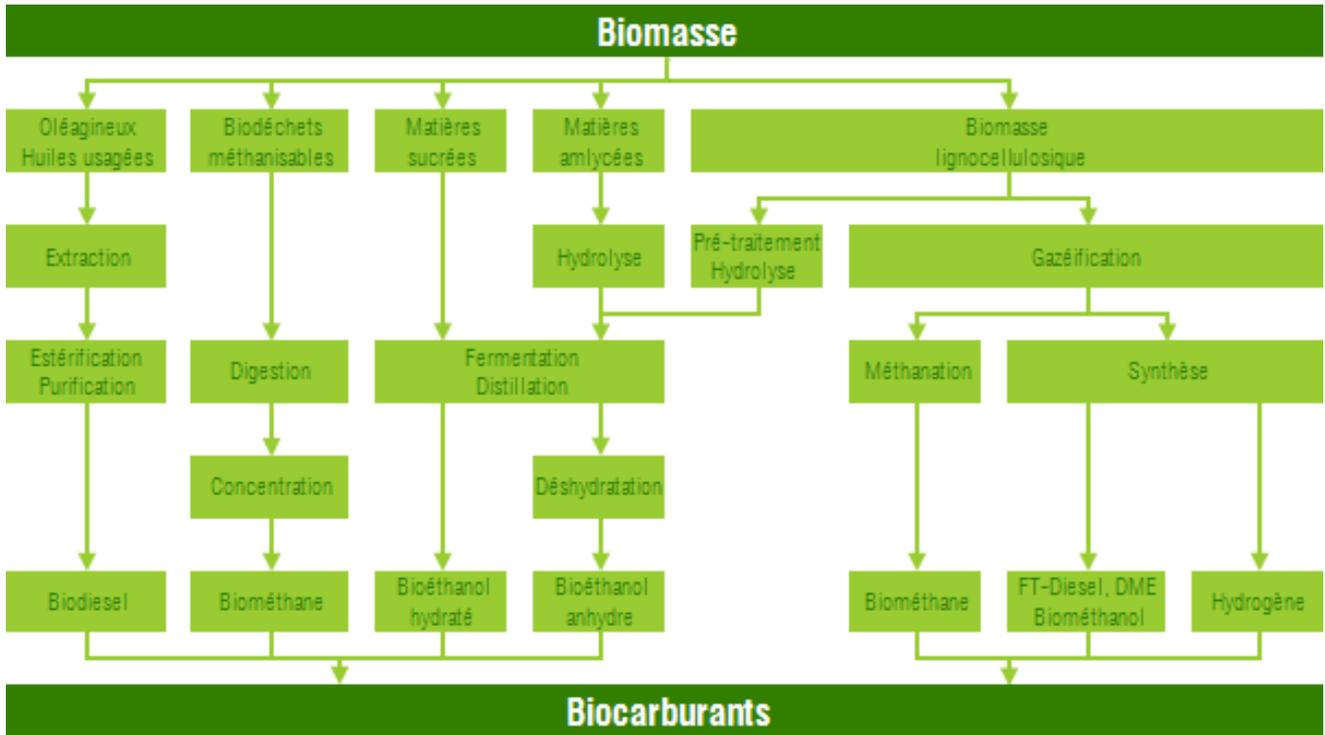
A la naissance de l'industrie automobile, le pétrole et ses dérivés n'étaient pas encore très utilisés. L'inventeur du moteur à combustion interne Nikolais Otto avait conçu celui-ci pour fonctionner avec de l'éthanol. Rudolf Diesel, inventeur du moteur Diesel faisait tourner ses machines avec l'huile d'arachide, La Ford T produite de 1903 à 1926 roulait avec de l'alcool. A cette époque ces carburants n'étaient pas encore connus sous le vocable de biocarburant. Au milieu du 20<sup>ème</sup> siècle, le pétrole abondant et bon marché explique un désintérêt des industriels pour ce type de carburants. Le premier choc pétrolier (1973 et 1979) rendit ces carburants à nouveau attractifs. Le Brésil par exemple engage un vaste programme de production d'éthanol à partir de la canne à sucre, et de conversion de son parc automobile à cette énergie. Avec l'entrée en vigueur du protocole de Kyoto de plus en plus beaucoup d'acteurs se sont engagés dans la production des biocarburants.

Le développement des biocarburants s'explique sur le triple plans à savoir : stratégique (sécurité d'un approvisionnement en énergie) économique (réduction de la facture pétrolière) et environnemental (réduction des émissions de gaz à effet de serre).

Mais l'engouement initial pour les biocarburants laisse de plus en plus la place aux doutes car on n'arrive pas à quantifier les avantages et les inconvénients et beaucoup de polémiques surgissent sur la durabilité des biocarburants et le risque de compétition entre l'énergétique et la sécurité alimentaire.

### ii) Description des caractéristiques

Les biocarburants sont des énergies renouvelables produits à partir de matières végétales ou animales non fossiles également appelée biomasse. Il existe plusieurs filières de valorisation énergétique de la biomasse pour produire les biocarburants qui sont résumées dans la figure ci-dessous.



A l'échelle commerciale trois filières semblent être les plus promues à ce jour au niveau mondial. Il s'agit des filières suivantes :

- Les huiles végétales pures:** L'utilisation d'huile végétale comme carburant n'est pas une technique nouvelle. Rudolf Diesel, à l'origine, avait en effet développé le moteur qui porte son nom à l'aide d'huile d'arachide. Les huiles végétales s'obtiennent classiquement par simple pressage de graines oléagineuses telles que le colza, le tournesol, le soja, le Jatropha Curcas, etc. Des graisses animales ainsi que des huiles alimentaires usagées peuvent également être utilisées à cet effet. Toutes ces huiles offrent cependant une trop forte viscosité et un indice de cétane (aptitude à l'auto-inflammation) trop faible, rendant difficile leur utilisation directe dans un moteur diesel traditionnel. On est donc souvent obligé d'adapter le moteur à l'huile en faisant quelques modifications mineures.
- Le biodiesel :** Afin d'obtenir des caractéristiques similaires au diesel fossile, on fait subir aux huiles végétales une réaction de trans-estérification. Le résultat de cette trans-estérification est appelé biodiesel qu'on peut utiliser directement dans les moteurs modernes sans besoin de conversion.
- Le bioéthanol :** est en fait de l'alcool éthylique (ou encore éthanol), identique par sa

composition à l'alcool de bouche. Il existe deux façons principales de produire de l'éthanol, à savoir par synthèse à partir de d'hydrocarbures et à partir de biomasse. Seule cette deuxième façon de procéder mérite l'appellation "bioéthanol".

### iii) Situation de la technologie dans le pays

Le Mali n'est pas un pays producteur de pétrole. Ce qui fait que le développement des biocarburants constitue une alternative qui pourrait permettre au Mali de satisfaire une partie de ses besoins en hydrocarbures et réduire sa facture d'importation des produits pétroliers.

C'est dans cette optique que le gouvernement du Mali a adopté en 2008 une stratégie nationale pour le développement des biocarburants qui a entraîné la création de l'Agence Nationale pour le Développement des Biocarburants (ANADEB). L'objectif de cette stratégie est de substituer la consommation de 20% des hydrocarbures par du biocarburant d'ici 2022.

Comme la plupart des EnR, l'utilisation des biocarburants a été introduite dans le cadre de projets d'expérimentation portant sur les tests de moteur. Actuellement des actions d'envergure sont menées, tant par le secteur public que privé, pour l'intégration à grande échelle des biocarburants dans le système énergétique. Entre autres actions, il y a lieu de noter : la création d'un cadre institutionnel au développement des biocarburants,

## Mali

la création d'une unité privée de production de biodiésel à Koulikoro d'une capacité de 2000 Litres/jour, les tests de véhicules au B5, l'installation et le fonctionnement en milieu rural de centrales électriques pouvant fonctionner au biocarburant (Kéléya, Ouélessébougou, Garalo) et dont la capacité totale avoisinerait les 500 KW.

Il existe une multitude d'initiatives de biocarburants axées pour l'instant sur l'amélioration de la culture du pourghère en vue d'un accroissement du potentiel productible en graine. Ce sont entre autres : Bagani SA à Sikasso et Ségou, Eco-Carbone avec Jatropha Mali Initiative (JMI) à Kita, ALTERRE (Agro carburants Locaux, Territoire Rural et Energie au Mali) avec GERES (ONG française) et AMEDD (ONG malienne) à Koutiala, Teriya Bugu à San, Mali-Folkecenter (MFC) à Garalo, IC Sahel à Tominian et Koutiala.

### iv) Les avantages socio-économiques

- Au Mali plus de 80% de la population vit de l'agriculture, la production du biocarburant au niveau local permet la création d'emploi et l'accroissement de revenus .En plus de cet aspect économique et social, la plantation de Jatropha permet aussi de lutter efficacement contre les menaces liées à l'environnement comme la pollution, l'érosion des sols et peut lutter contre l'avenacé du désert.
- La production de biocarburant notamment la culture du pourghère permet de créer des emplois dans toute la chaîne de la production jusqu'à la transformation,
- Comparativement au petro diesel, le biodiesel offre des avantages substantiels au niveau environnemental : il occasionne moins d'émissions atmosphériques de polluants et de gaz à effet de serre lors de sa combustion; de plus, il est facilement biodégradable et ne constitue pas un risque Majeur pendant son stockage.

### v) Potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre :

Dans les conditions actuelles de production et l'état consensuel des connaissances (notamment sur les émissions de N2O), en l'absence d'impact lié à un changement d'affectation des sols, les biocarburants présentent des gains nets en émission de gaz à effet de serre, par rapport à des carburants fossiles, de 59 à 91 % pour les biodiesels et de 49 à 72 % pour les bioéthanol incorporés directement.

Une étude plus complète a été réalisée par la Commission Européenne (pilotée par le Joint Research Center, son centre de recherche). Cette étude, plus large, évalue un grand nombre de filières de première et de seconde génération. Selon cette étude, les gains apportés pour les filières traditionnelles de biocarburants (1<sup>ère</sup> génération) sont de l'ordre de 30% pour le bioéthanol et de 50% pour le biodiesel. Pour les filières « en développement » dites de seconde génération les gains sont encore plus importants, jusqu'à 90%. Ce sont ces données qui font aujourd'hui référence dans les discussions entre l'Union Européenne, les groupes énergétiques et les constructeurs automobiles.

Malgré les nombreuses incertitudes qui pèsent sur la bonne manière de calculer les émissions de gaz à effet de serre (GES), il y a un consensus assez général sur la réalité des gains apportés par les biocarburants s'ils sont produits dans des conditions maîtrisées.

### vii) Le Coût de la technologie

Les coûts de production de biocarburant s'étendent rudement de 0.50\$/l à 1.60\$/l, selon si l'huile de matière de base ou végétale de rebut est employée comme entrée principale. Selon une analyse européenne, les biocarburants deviennent compétitifs à un prix du pétrole qui dépasse 75 \$/baril. En tenant compte toutefois des revenus liés aux échanges de droits d'émissions de gaz à effet de serre, à un prix de 20 Euros/TCO<sub>2</sub> eq pour les émissions évitées grâce à des projets de séquestration en milieu agricole, les biocarburants seraient compétitifs avec le pétrole à 65 \$/baril.

Au Mali le prix du litre du biodiesel est de l'ordre de :

- 400 FCFA prix de l'ANADEB ;
- 525 FCFA prix à la pompe chez les particuliers.

Le coût d'une unité semi-industrielle de pressage d'huile de pourghère d'une capacité maximale de 6-7 tonnes par jour (24 heures) soit environ 1 500 à 1750 litres par jour est estimé en moyenne à environ 50 millions de FCFA. (Source MFC).

## II. FICHES TECHNOLOGIQUES SECTEUR AGRICULTURE

### II. 1. Système de Riziculture Intensive (SRI)

#### i) Introduction:

Le système de riziculture intensive (SRI) est une approche de production rizicole basée sur une gestion rationnelle des plants, des sols, de l'eau et des nutriments sans trop dépendre des fumures inorganiques. Elle permet à la plante d'exprimer au maximum son potentiel de production.

Le SRI vient aujourd'hui répondre au double souci de l'état à savoir d'une part : contribuer à la réduction de la pauvreté en milieu rural, et d'autre part assurer la souveraineté alimentaire par l'amélioration de la productivité et de la production agricole en général et rizicole en particulier. Par ailleurs, les déficits pluviométrique et hydrologique dues aux changements climatiques, enregistrés ces dernières années, ont fait courir aux producteurs d'énormes risques dans leur système de production agricole, ce qui fait que le SRI, étant une approche combinant des éléments de la relation Sol Eau Plante de manière harmonieuse, (la maîtrise de l'eau, la gestion rationnelle des intrants agricoles et du sol), est une solution appropriée afin d'augmenter et de sécuriser la production agricole.

#### ii) Description des caractéristiques du système de riziculture intensive (SRI)

##### Principe

Aider le petit plant de riz à atteindre sa grande potentialité par sa transplantation dans la rizière dès son plus jeune âge, rapidement et dans une position à partir de laquelle il peut croître aisément.

Préparer le sol de manière à ce qu'il soit pourvu de matières nutritives et qu'il soit bien aéré. Eviter la compétition entre les plants de riz pour que chaque plant puisse grandir sans être gêné et ait franchement accès à l'air, à la lumière solaire, à l'alimentation minérale et à l'eau. Il faut essayer sur des petites surfaces et ne pas tout changer d'un coup. Vous aurez les grands tonnages désirés quand vous aurez suivi au fur et à mesure tous les conseils.

##### Techniques :

Chaque région a sa façon de préparer le sol car il existe plusieurs régions agro-écologiques. Pour les régions marécageuses où il y a de l'eau permanente

dans les rizières, il faut faire des drains profonds sur les deux côtés de la vallée. Ces drains se rejoignent en tête de vallée par un drain de tête transversal. De tels drains assainissent les rizières marécageuses dont les eaux souterraines s'infiltrent dans ces drains profonds creusés jusqu'à la terre ferme. Ils coupent la nappe en amont de la partie à drainer et évacue l'eau par les bords. Ils protègent aussi les rizières contre les eaux de ruissellement qui viennent des pentes des collines alentours et contre la toxicité ferreuse qui se déverse dans les bas-fonds. L'eau d'irrigation de ces rizières vient d'un lac collinaire ou des bassins aménagés en tête de vallée ou sur les côtés en amont. L'émissaire par lequel sortent les eaux venant des drains doit être bien dégagé. On peut, à la rigueur, barrer les drains à certains endroits pour faire monter jusqu'aux rizières l'eau courante des drains s'il s'avère que cette eau a été oxygénée sur son parcours. Il s'agit là d'appoint d'irrigation pour le cas où l'eau du lac ou des bassins latéraux est insuffisante.

Pour les régions des Hauts-Plateaux où les rizières ne sont pas marécageuses, il faut faire un drain de captage en tête de vallée pour piéger et emmagasiner l'eau qu'on achemine en aval par un canal d'irrigation. Les mêmes drains périphériques que ci-dessus sont faits pour assainir la vallée.

Il ne faut pas irriguer les rizières s'il pleut souvent. L'eau de pluie apporte oxygène et azote.

La rizière doit être asséchée 15 jours avant la date prévue de la moisson (avril ou mai). Lorsque la rizière est libre, le sol est sec mais encore mol un à deux mois après la récolte. Il faut alors épandre le fumier ou le compost (10 t/ha). On retourne la terre avec la bêche ou la charrue vers le mois de juillet. On passe la herse sur ces mottes. Il est conseillé de faire des cultures de contre saison (pommes de terre et autres légumes). Si on n'a pas fait de cultures dérobées, des herbes poussent évidemment à leur place. Il faut alors passer la herse vers septembre pour les éliminer. Avant le repiquage, il faut repasser la herse en novembre et enlever à la main les mauvaises herbes dont les déchets sont flagrans parce qu'elles n'ont pas pourri.

On introduit ensuite l'eau et l'on fait piétinée la terre le lendemain, avec les bœufs ou avec la roue à cage ou avec la herse. On fait ce piétinement ou mise en boue des mottes avec la bêche s'il n'y a pas de bœufs. On retire les bottes d'herbes qui flottent ça et là dans la boue ou dans l'eau. On laisse ressuyer le lendemain.

## Mali

On peut recommencer une deuxième fois et même une troisième fois cette opération de mise en eau, de piétinement et de ressuyage pour avoir de la boue jusqu'à 20 cm, mais généralement les paysans ne le font qu'une fois parce qu'ils sont pressés de repiquer. Les rendements s'en ressentent.

Il faut faire le planage de chaque parcelle si on voit qu'une partie est basse par rapport à d'autres parties hautes. On utilise généralement le dos des herbes ou d'autres rondins de bois pour ce planage. Quand la boue est bien épaisse et collante comme la pâte à briques, on peut alors faire le repiquage.

### Préparation des semences

L'embryon et la plantule du riz vivent des réserves du paddy durant 20 jours environ. Il faut réveiller le germe et donc faire pré germer le riz avant de le semer sur pépinière. Cette pré-germination a pour but de confirmer la santé et la possibilité de croissance du riz.

Voici comment on prépare et on sélectionne les bonnes semences.

Quand le riz est mûr dans les champs, on regarde bien quels sont les meilleurs épis et on les coupe avant ou après les autres pour les conserver à part et s'en servir comme semences à la prochaine campagne. Avant de les semer, on les vanne pour enlever les mauvaises graines, les graines de mauvaises herbes et autres saletés. On les trempe ensuite dans de l'eau tiède et on y plonge la main pour les mélanger et les retourner. Les grains de paddy qui ne sont pas pleins flottent et on les écarte.

On met ensuite les bonnes semences dans une autre eau tiède pour les laisser tremper durant un jour et une nuit. Après ce trempage de 24 heures, on met les semences dans un sac perméable (sac de jute ou autres). On fait un trou dans un talus ou dans la terre. On fait un feu de bois sec dans le trou pour les chauffer. Dès que le feu est éteint, on y plonge le sac de semences mouillé. On enferme le sac dans le trou en bien bouchant ce dernier pour que la chaleur soit emprisonnée. On sort le sac du trou 24 heures après. Le riz est pré-germé et prêt à être semé sur pépinière. Sur la Côte où il fait très chaud, il suffit de laisser au soleil durant 2 jours le sac humide ou l'instrument où sont trempées les graines de paddy pour faire pré-germer le riz.

On peut procéder ainsi que ce qui suit pour le calcul de la quantité de semences. Il faut savoir

que, dans le SRI, on repique brin à brin, ce qui veut dire grain à grain. Si les terres sont encore argileuses ou ne sont pas bonnes et qu'on n'ait pas de compost ou de fumier, on peut commencer le SRI par des interlignes de 20 cm et de 10 cm sur les lignes. Cela demande 50 grains de paddy par m<sup>2</sup>, c'est à dire 500 000 grains par hectare. Même si le rendement est moindre dans ce cas que pour les autres écartements dont on va parler plus bas, les racines mortes du riz et les souches du riz moissonné, une fois retournées par le labour, vont améliorer le sol de la rizière.

TEFY SAINA conseille généralement d'adopter dès le début les écartements de 25 cm par 25 cm, ce qui a pour effet de faire un repiquage en carré de 16 plants (ou 16 grains) par m<sup>2</sup> ou 160 000 grains par hectare. Si les rizières sont fertiles et bien aérées, on peut diminuer cette densité en augmentant les écartements à 30 x 30 (11 grains par m<sup>2</sup> ou 110 000 grains/plants par hectare), à 33 x 33 (9 grains par m<sup>2</sup> ou 90 000 grains/plants par hectare), ou 40 x 40 (6,25 par m<sup>2</sup> ou 62 500 grains/plants par hectare)...

### Pépinières

Les pépinières sont en forme de jardin potager, de dimensions de 1 mètre ou de 1,20 m de large et de 10 m à 8,5 m de long. Les longueurs sont indéterminées suivant les espaces dont on dispose, tandis que la largeur est toujours de 1 m à 1,20 m de manière à laisser deux petits passages de 30 cm pour pouvoir arroser par les deux côtés avec des arrosoirs. Il s'agit là de pépinières sèches et non de pépinières aquatiques à la façon traditionnelle.

L'emplacement des pépinières doit être le plus proche possible des rizières. On peut les mettre donc soit au milieu des rizières soit au bord des rizières. A cause des prédateurs, (rats, oiseaux...) et pour pouvoir mieux surveiller, beaucoup de paysans aménagent les cours de leur maison sous forme de jardin et y implantent leurs pépinières. Comme beaucoup de parcelles de rizières sont petites, il y en a qui disposent leurs pépinières sur des planches de bois assemblées à deux ou à trois pouvant être transportées à mains d'hommes à partir de leur cour jusqu'aux rizières, comme une civière.

On a conseillé au début de semer le paddy pré germiné sur un sol composé de mélange de un tiers de sable, de un tiers d'argile et un tiers de terreau d'une épaisseur de 10 à 15 cm pour l'ensemble. Il faut dire actuellement qu'une bonne terre de jardin de légumes ou de fleurs suffit sans insister sur la

**Mali**

composition. Cela veut dire une bonne terre humiliée, légère, aérée (labourée) et réduite en poudre au dessus. Finalement n'importe quelle terre légère suffit car l'embryon du riz se nourrit de l'amidon du paddy pour pousser à ses débuts, du moment que le sol est humide. La terre des rizières ou des bords de rizières se prête facilement à ce genre de pépinière sèche une fois qu'on l'a labourée, émottée et pulvérisée. Eviter de mettre des feuilles de bananiers ou du plastique sous le sol des pépinières. Rien ne vaut le naturel. Si on installe les pépinières dans les rizières, les passages entre chaque pépinière sont constitués de rigoles où circule l'eau. On n'arrose pas dans ce cas parce que l'eau remonte du sol par effet de capillarité. Les rats généralement ne viennent pas décimer la pépinière si elle est entourée d'eau.

**Semence**

Les rizières doivent être prêtes pour le repiquage quand on commence le semis, mais on peut commencer aussi la mise en boue, le piétinement et le ressuyage des rizières après avoir semé.

On arrose d'abord la pépinière avec l'arrosoir ou à la main pour qu'elle soit humide. On n'arrose pas s'il pleut. On sème là-dessus à la volée les semences de paddy pré-germées correspondant à la surface de la pépinière. Pour que la répartition soit bien faite, on peut diviser en trois parties la quantité de semences : on remplit avec la première partie la moitié de la pépinière et avec la deuxième partie l'autre moitié de la pépinière. La troisième partie sert à combler le vide et à équilibrer les deux moitiés.

On recouvre ensuite les semences de terre fine mélangée de terreau ou de fumier noir. On fait passer dessus le manche de la bêche pour planer l'ensemble ou on fait le battage avec les paumes des deux mains pour tasser un peu la terre. Suivant la chaleur qu'il fait, on couvre de paille ou non la pépinière, après avoir pris les précautions de protéger les bordures contre les prédateurs et contre le glissement de la terre de la pépinière.

On arrose cette dernière chaque matin et chaque soir s'il fait très chaud ou chaque soir seulement, après le coucher du soleil, s'il ne fait pas très chaud. On commence à enlever progressivement et avec précaution la couverture de la pépinière à partir du 2<sup>ème</sup> jour jusqu'au 5<sup>ème</sup> jour et on recouvre de terre certaines semences qui apparaissent en surface.

**Repiquage :**

Avant le repiquage, on implante fortement deux piquets aux deux bouts d'un côté de la rizière et on attache aux piquets une première ficelle tendue nouée ou marquée de couleurs différentes à tous les points écartés aux distances adoptées. Cette ficelle est la ligne à suivre par les repiqueurs. Aux deux bouts on peut tendre sur les 2 côtés deux autres ficelles perpendiculaires à la première, plus courtes que celle-ci mais nouées ou marquées aussi de couleurs diverses aux écartements adoptés. Pour que ces ficelles soient d'équerre (90°) avec la grande ficelle de repiquage, on peut procéder à leur équerrage par une triangulation 3, 4, 5 avec n'importe quel moyen de mesure (bâton, mètre, nœuds...). Pour cela, prendre à partir du piquet d'attache 3 mesures sur la petite ficelle, 4 mesures sur la longue ficelle de repiquage et 5 mesures sur une ficelle libre. Appelons A la ficelle de 3 mesures, B la ficelle de 4 mesures et C la ficelle de 5 mesures. Chacune des deux extrémités A et B étant attachées à un seul piquet et formant angle à un coin de la rizière, cet angle devient un angle droit si on joint leurs deux extrémités, situées respectivement à 3 et à 4 mesures du piquet, avec les deux extrémités de la ficelle libre de 5 mesures. Cette dernière doit être tendue quitte à faire jouer à gauche ou à droite la ficelle de 3 mesures avant de fixer pour de bon sur un piquet cette ficelle A. On enlève alors la ficelle C et on peut procéder de la même façon pour l'équerrage de l'autre ligne parallèle. Les deux ficelles alors sont d'équerre. On peut remplacer les 2 ficelles des deux côtés latéraux par des bouts de bois de la longueur des distances adoptées qui servent de jalons. On repique en reculant en arrière.

Pour tracer les lignes de repiquage, le mieux est de fabriquer un rayonneur à tirer à deux mains avec une manche et dont la transversale de 1,5 m est munie de 6 dents espacées de 25 cm, ou de 5 dents espacées de 30 cm, à charge à chacun de se débrouiller pour le faire avec un rondin (bois rond) comme manche et un battant ou une planche ou un rondin comme transversale dentée.

Pour le traçage des lignes de repiquage avec le rayonneur, on implante d'abord sur un bord de la rizière une ficelle tendue à faire suivre par la première dent du rayonneur : 5 ou 6 lignes sont tracées d'un seul coup. Au retour, on inverse le rayonneur et le dernier tracé est à faire suivre par la première dent.

Ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait fini le traçage dans un sens de la rizière. On remet le rayonneur dans l'autre sens en tendant une ficelle

**Mali**

perpendiculaire au premier sens déjà tracé. On fait suivre par la première dent du rayonneur cette ficelle tendue et on recommence la même opération de traçage dans le sens contraire.

On obtient comme résultats de cette opération des lignes croisées. C'est sur les points d'intersection de ces lignes qu'on repique chaque bébé-plant en avançant. Si la boue est vraiment visqueuse comme la pâte à briques, le traçage avec un rayonneur est efficace, tandis que si la boue est trop molle et aquatique, les traces faites par le rayonneur sont invisibles. Le rayonneur est donc un bon moyen de tester si la boue est convenable pour le repiquage. Cette boue ferme retient les plants repiqués en cas de pluie alors qu'une boue molle n'arrive pas à les retenir. Dans ce dernier cas, les jeunes plants flottent tout de suite dans l'eau et peuvent suivre l'eau courante si les vannes des rigoles sont ouvertes.

Quand les plants ont deux feuilles (du 6<sup>ème</sup> jour sur la Côte au 15<sup>ème</sup> jour sur le Haut-Plateau), ils peuvent alors avoir de 8 à 12 cm de hauteur et on peut les repiquer. On arrose d'abord la pépinière puis on prend la bêche et on l'enfonce à 10 ou 12 cm sous le sol de la pépinière pour obtenir des gazons de plants de riz. On emporte ces gazons auprès de la rizière, soit dans la paume de la main, soit sur des feuilles de bananiers ou autres instruments (soubiques, vans, feuilles de sisal,...). Les repiqueurs ou les repiqueuses entrent alors dans la rizière voici comment :

Le repiqueur prélève un morceau de gazon qu'il place à plat sur la main gauche, à 2 doigts de la main droite, chaque plant est saisi au niveau de la racine avec le paddy et la terre qui l'entoure.

On peut prélever tout de suite de la sorte beaucoup de plants à mettre dans une vieille assiette ou un autre instrument usé quelconque ou sur feuilles de bananiers ou dans la paume gauche de la main.

On prend un plant au collet aux bouts du pouce et de l'index.

Pour le repiquer, on le glisse latéralement dans la boue visqueuse vers un nœud de la ficelle ou vers un point d'intersection des lignes du rayonneur : le plant est ainsi incliné et les racines ne sont pas retroussées (forme de lettre L et non de J). On appuie un peu avec le pouce pour que le plant soit enfoncé à 1 cm de profondeur et colle dans la boue, les racines rentrées plus ou moins sous terre.

On repique brin à brin en respectant les espacements adoptés.

**Gestion de l'eau :**

On laisse sans eau la rizière durant une semaine jusqu'au premier sarclage qui a lieu 8 à 10 jours après le repiquage. Si on craint que la rizière devienne trop sèche, on fait entrer l'eau dans les rigoles. Cela suffit en principe pour maintenir l'humidité sans élever le niveau de l'eau jusqu'aux pieds des plants. En cas de sol argileux, il vaut mieux élever ce niveau de l'eau jusqu'à leurs pieds le quatrième et cinquième jour (1 à 2 cm d'eau dans la rizière). Le sol argileux risque en effet de se fendre prématurément. Il vaut mieux laisser aux plants le temps de s'enraciner et de s'ancrer. Il appartient aux paysans d'observer le comportement de leurs plants, de remplacer les plants chétifs et de voir l'état des feuilles (toujours vertes ou jaunes...) pour juger de l'introduction de l'eau ou non dans la rizière durant la première semaine.

De toute façon, il faut faire entrer l'eau pour le premier sarclage afin que la sarcleuse à hélices puisse tourner facilement. Tous les 8 à 10 jours il en sera ainsi. Entre les sarclages et donc durant la phase de tallage, il faut maintenir l'humidité dans le sol à l'aide de l'eau qui circule dans les rigoles des parcelles. On peut élever le niveau de cette eau jusqu'à submerger de 1 à 2 cm la rizière. On peut tout autant, et à volonté, assécher complètement la rizière et la laisser se fendre deux à trois fois durant la période végétative, s'il n'y a pas de drain de ceinture. Ces fentes auront 1 cm de large et une profondeur de 10 cm à 15 cm avant la réintroduction de l'eau. S'il pleut, il ne faut pas irriguer.

L'objectif de ce minimum d'eau est de pouvoir aérer les racines qui respirent l'oxygène dont elles bénéficient par les sarclages, les fentes, l'assèchement et la pluie. On peut répéter indéfiniment irrigation et assèchement, en irriguant la nuit et en asséchant le jour (sur les Hauts-Plateaux).

A partir de la montaison, on peut augmenter l'eau en l'élevant à 3 à 4 cm, c'est à dire au plus jusqu'à la cheville, durant la montaison, la floraison et la maturation. On vide la rizière 15 jours au moins avant la moisson.

**Sarclages :**

Pour bien sarcler les rizières, les paysans utilisent la sarcleuse japonaise à hélices. Poussée dans la boue aqueuse, cette sarcleuse roule dans la boue. On avance en poussant devant la sarcleuse, en faisant des petits demi-tours et en roulant tantôt au milieu, tantôt à droite, tantôt à gauche dans une

**Mali**

même interligne. Les hélices ou les palettes triturant le sol et les mauvaises graines qui menacent de pousser. Elles aèrent en même temps le sol et permettent ainsi aux racines d'avoir accès à l'oxygène. On sarcle dans les deux sens tous les 8 à 10 jours : une fois, deux fois, trois fois, quatre fois... jusqu'à ce que la sarceleuse ne puisse plus passer à cause de la multiplication des talles.

Des sarclages à la main doivent compléter les sarclages à la machine. Il y a en effet des mauvaises herbes qui arrivent à pousser malgré les efforts de sarclages. Les herbes de type *Echinochlea* ne diffèrent pas beaucoup du riz. Elles produisent des graines contenant de petites boules rondes qui infestent les grains de riz pilés. Leurs panicules ne se distinguent nettement de celles du riz qu'à la moisson. Il faut les arracher un à un en enfonçant les mains dans la boue pour trouver leurs racines implantées fortement en forme de cône renversé. Mettre le médium en crochet, l'introduire sous la pointe du cône à travers les racines et le soulever bien d'aplomb. Une fois la souche arrachée, le pied est détruit, sinon l'*Echinochlea* ne fait que repousser pour donner des talles aussi nombreuses que le riz et se reproduire.

S'il y a des plants aux tiges plus longues et aux feuilles plus longues et plus larges que les autres il faut les arracher. Il s'agit là d'une maladie appelée fusariose.

A Ambatovaky (Fianarantsoa) on a enregistré les rendements suivant en proportion du nombre de sarclages effectués par les pratiquants :

**Tableau 7 : Rendement à l'hectare du SRI**

Sarclage	Nombre Paysans	Surface du SRI	Récoltes (kg)	Rendement (t/ha)
0	2	11 ares	657	5,97
un	8	62 ares	3 741	7,72
deux	27	354 ares	26 102	7,37
trois	24	521 ares	47 516	9,12
quatre	15 ??	592 ares	69 693	11,77

Source : DNA-2011

Ce tableau permet de dire que les paysans qui font le plus de sarclages gagnent plus que ceux qui ne font qu'un ou deux sarclages. On dirait qu'au-delà du deuxième sarclage, chaque sarclage de plus fait gagner 2 t/ha.

**Insectes et maladies du riz**

Pour son caractère de riz à fort enracinement et à plusieurs talles solidaires, le plant de riz cultivé en SRI résiste mieux aux insectes et aux maladies. La

pratique du SRI fait donc partie de la stratégie de la lutte phytosanitaire biologique. Les insecticides et autres produits chimiques coûtent cher en effet et les paysans ne peuvent pas les acheter.

Depuis les temps des ancêtres, les paysans malgaches ont utilisé les feuilles des *Buddleia madagascariensis* Thumb comme insectifuges. Ils prélèvent des tiges de cette plante et les implantent, comme des petits piquets, par-ci par-là dans les pépinières et dans les rizières. Les poux de riz, vecteurs de beaucoup de maladies, évitent ainsi les rizières où se trouvent ces *Buddleia*.

Depuis une dizaine d'années, des recherches sur l'efficacité du *Melia azedarach* ont eu lieu à Madagascar et les chercheurs ont recommandé l'utilisation des feuilles et des graines de cette plante comme insectifuge et insecticide. On pile les feuilles vertes pour libérer facilement le suc des feuilles et on peut les épandre dans les rizières ou mettre dans un sac de jute ces feuilles pilées et placer le sac à l'entrée de l'eau. L'eau passe ainsi dans le sac fermé et rentre dans la rizière, pleine du suc de cette plante. Les hétéronychus et autres insectes n'aiment pas le *Melia azedarach* et fuient ou meurent. Dans ce cas, on peut maintenir plus d'eau dans la rizière durant 2 à 3 jours.

Quand les graines de cette plante sont mûres et sèches, on les pile pour les pulvériser au pilon et au mortier. On les vanne pour enlever les déchets qui ne peuvent pas être réduits en poudre (noyaux surtout), on les nettoie avant de pulvériser avec cette poudre les plants de riz. Cette poudre de *Melia azedarach* tue ou fait fuir les poux de riz et autres insectes qui attaquent les feuilles et les tiges.

Des paysans utilisent généralement comme mélange toxique contre les insectes : des feuilles de tabac ou la poudre de tabac ou des mégots de cigarettes, du piment, de la suie, du ranomena (eau d'os distillé), de la bouse de bœufs fraîche, de l'urine de bœufs, du safran, du pétrole... etc. Les proportions des mélanges se font empiriquement suivant les régions.

La consoude russe a été introduite à Madagascar depuis une quinzaine d'années. Elle peut être cultivée au bord des pépinières et au bord des rizières. Elle est insectifuge. Pour s'en servir comme insecticide, les paysans qui ont cette plante laissent macérer dans 10 litres d'eau un kilo de feuilles de consoude durant 15 jours dans un seau plastique, ou un bac de terre cuite ou de ciment. Ils passent ensuite le mélange dans un linge pour enlever les déchets de consoude et le nettoyer. Ils épandent cette eau sur les pépinières ou dans les

## Mali

rizières pour tuer ou faire fuir les insectes. Il y en a qui ajoutent 40 litres d'eau pure pour diluer le mélange et pour s'en servir comme purin. Ce mélange, détesté par les insectes, fait pousser les plants de riz comme le purin de parc à bœufs.

Certains paysans, qui n'ont pas de consoude, font le même mélange avec le *Buddleia madagascariensis* qui existe un peu partout dans l'île.

### Moisson

La moisson du SRI se fait comme dans tout système rizicole à part qu'il pourrait y avoir beaucoup plus de riz à récolter. Cela crée des difficultés aux groupes de moissonneurs, mais il s'agit là d'une sorte de difficultés souhaitée par chacun : une récolte merveilleuse.

### iii) Potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre

Il est établi que Les rizières constituent l'une des principales sources anthropiques de méthane atmosphérique ; ainsi le méthane est produit par action de bactéries méthanogènes sur la matière organique du sédiment ou par l'utilisation de certains engrais minéraux à forte dose comme l'Urée, dans des conditions anaérobiques.

**Les émissions de CH<sub>4</sub> sont ainsi estimées à 48 Gg (tableau II.4.2 communication nationale CC). Le SRI en substitution à ces conditions de production, propose un assèchement des rizières, une gestion rationnelle des intrants minéraux, encourage l'utilisation du compost de très bonne qualité, toute chose qui réduirait significativement les émissions de GES (CH<sub>4</sub>), jusqu'à l'ordre de 90%.**

### iv) Situation de la technologie dans le pays

Le Mali a une diversité agro écologique qui constitue en fait son potentiel de production rizicole. Ainsi il y a la riziculture pluviale, la riziculture de submersion contrôlée ou libre et à maîtrise totale de l'eau. Le SRI s'applique dans toutes ces conditions agro écologiques seulement dans le respect de ses principes. Cette spécificité n'est pas un handicap mais plutôt une opportunité à valoriser.

Importé du Madagascar, le SRI a été testé dans la région de Tombouctou par Africare et a vu son extension dans les régions de Gao, Tombouctou, Mopti (en riziculture à maîtrise totale de l'eau), puis dans la région de Sikasso (en riziculture pluviale).

### vi) Avantages socio économiques et environnementaux :

Selon les études menées par l'IICEM, les avantages du SRI se mesurent à travers :

- une productivité agricole améliorée (introduction de nouvelles variétés de riz, gestion intégrée de la fertilité du sol et de la production) ;
- une économie de semence d'environ 80% ;
- une économie d'engrais ;
- une économie d'eau de 35% ;
- une économie de main d'œuvre dans l'activité de désherbage de plus de 70% ;
- une diminution de la durée du cycle de Développement de 2 à 3 semaines ;
- une augmentation de rendement paddy de 24% par rapport au témoin.

Selon les mêmes sources, la marge bénéficiaire dégagée par rapport aux pratiques conventionnelles serait de 68%.

### vii) Le coût de la technologie SRI

Le coût de la technologie du SRI est estimé environ à 150.000 à 200.000 FCFA par hectare.

## II. 2. La technique de la Micro dose

### I) Introduction:

Les sols et les sédiments peuvent se comporter comme source d'émission d'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O) qui est un important gaz à effet de serre. Deux processus d'origine bactérienne sont principalement responsables de cette émission: la nitrification et la dénitrification. Les pratiques agricoles qui contribuent à accroître le taux d'émission de N<sub>2</sub>O sont nombreuses parmi lesquelles figures, l'utilisation des engrais minéraux et de la fumure organique comme fertilisants des sols.

L'une des technologies découvertes et de plus en plus utilisées au Mali en vue de pallier aux conséquences néfastes de l'utilisation abusive des engrais minéraux est la microdose liée à l'utilisation de l'engrais.

Le placement mécanique de l'engrais de fond (en micro doses) et de la semence de mil ou de sorgho est une technique qui permet au producteur d'investir dans l'engrais avec prudence et parcimonie face aux risques climatiques dans les zones sahélienne, soudano sahélienne et soudanienne. Ce faisant, à l'aide du semoir (type SMECMA), la technique permet de semer à la densité optimale recommandée et apporter

## Mali

l'engrais à temps sous forme de microdoses adéquates localisées. En plus, elle améliore l'efficacité d'utilisation de l'engrais, un important indicateur de productivité agricole. Enfin, elle permet de rendre les lignes de semis plus rectilignes facilitant du coup les entretiens culturaux mécaniques qui assurent une bonne croissance et un développement phonologique adéquat des plants.

### ii) Description des caractéristiques de la technologie :

- Le matériel utilisé est le semoir type SMECMA monté du disque distributeur numéro 10, type IER (10 mm de diamètre du trou) au fond de la trémie. Ce disque place l'engrais (en micro doses) et la semence à l'écartement régulier de 50 cm entre deux poquets. L'écartement entre deux lignes de semis est callé à 80 cm soit par le traceur (sur labour ou grattage) ou l'écartement entre les billons. Cette densité de semis de 80 cm x 50 cm donne 25 000 poquets à l'hectare.
- La préparation du mélange 1:1 est faite suivant la proportion de mélange d'un volume de semence pour un volume d'engrais (Ex : contenu d'un bol plastique Sada Diallo en engrais pour un bol de semence, à mettre dans la trémie après le mélange). Avant de procéder au mélange, il est conseillé de faire un nettoyage du lot de semence par le vannage, le tamisage (au tamis wara à diamètre moyen) et le traitement phytosanitaire.
- Ce travail permet de choisir les bonnes graines qui produiront les plants plus vigoureux à la levée.
- Le semis mécanique du mélange 1:1 permet d'appliquer 0.2 g d'engrais et une dizaine de graines de la céréale par poquet soit 5 kg/ha de chaque produit,
- Le semis du mélange est conseillé après une pluie de 15 mm pour les sols légers et une pluie de 20 mm environ pour les sols lourds.

Cette technique de semis peut être faite sur un sol après le grattage, le labour à plat ou le billonnage en tenant compte du réglage habituel de la profondeur de semis sur le matériel. Il est fortement recommandé de faire le sarclage mécanique à la demande et le démariage à deux plants par poquet à la levée. Ce démariage permet d'obtenir un peuplement de 50 000 plants par hectare. Les engrais recommandés pour le microdosage mécanique sont : le complexe céréale 16 16 16 ; le complexe céréale 15 15 15 (nouvelle

formulation venant du Maroc); le complexe céréale 6 20 10 (à défaut).

### iii) le potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre :

La technologie de microdosage présentant le double avantage de faible quantité totale d'engrais utilisée et de préservation de l'environnement, s'inscrit obligatoirement dans la catégorie des technologies de réduction des émissions de GES.

La technique qui consiste à utiliser de petites doses d'engrais (0,3g par poquet) correspondant à 3 à 10 kg d'engrais par ha, permet d'en économiser plus de 50kg à l'ha, entraînant ainsi une réduction d'émission de gaz tel que le N<sub>2</sub>O lié à l'utilisation d'engrais minéraux.

### iv) la situation de la technologie au Mali :

C'est une technologie applicable dans toutes les zones agricoles du Mali sur les cultures céréalières sèches principalement le mil et le sorgho et peut être utilisée également en riziculture.

La microdose est très adaptée pour la zone sahélienne : pluviométrie entre 400 – 650 mm et les zones soudano sahélienne et soudanienne: pluviométrie entre 650 - 1000 mm.

Avec ses multiples avantages, la technologie de microdosage d'engrais est de plus en plus utilisée au Mali car elle répond aux préoccupations des agriculteurs au Mali dont la plupart sont de petits exploitants démunis de moyens. Expérimentée depuis près de 10 ans au Mali, elle est utilisée à travers les projets et partenaires tel que AGRA, GCOZA, etc.

### v) les avantages socio économiques et environnementaux de la technologie microdose:

- Améliore les rendements des cultures mil et sorgho 50 à 100 % ;
- Améliore l'efficacité d'utilisation de l'engrais de 20 à plus de 100 kg de grain par kg d'engrais ;
- Réduit le temps des travaux de semis et d'apport de l'engrais en micro doses ;
- Améliore la rentabilité économique de l'engrais sur le sorgho et le mil ;
- Améliore le revenu des producteurs.

### vi) coût de la technologie micro dose:

C'est une technologie à moindre coût étant donné qu'elle fait recours à l'utilisation d'une infime quantité d'engrais. Cependant son application à l'aide d'équipement adapté demande de petits investissements d'un coût équivalent à celui d'un semoir au Mali et est estimé à 300 000F CFA.

## II. 3. Reboisement

### i) Introduction

Le Mali dispose de 112 forêts classées et périmètres de protection d'une superficie de **1.338.991 ha**, soit moins de 1% de la superficie du pays. Ces forêts classées font l'objet d'occupation anarchique entraînant leur dégradation. Les principaux facteurs de cette dégradation des forêts sont l'agriculture (le nomadisme agricole), la transhumance et la divagation d'animaux domestiques, la coupe de bois pour les besoins énergétiques d'une population en constante croissance.

Dans un tel contexte, la reconstitution du couvert végétal à travers la régénération naturelle et le reboisement plus souvent compromise. Dans les zones périurbaines, l'exploitation anarchique du bois pour la satisfaction des besoins surtout énergétiques et aussi comme source de revenu pour combler le déficit de la production agricole continue d'accentuer la dégradation des formations naturelles.

Malgré toutes ces contraintes, le service forestier avec des moyens limités continue avec dévouement d'entreprendre des missions de sensibilisation, mais aussi de contrôle de l'exploitation des ressources forestières et fauniques sur toute l'étendue du territoire. Des initiatives de reboisement sont également entreprises par tous les acteurs (état, société civile, collectivités et particulier) pour restaurer certains espaces dégradés.

### ii) Description des caractéristiques de la technologie

Le reboisement est par définition la plantation d'arbres sur des terrains qui étaient autrefois occupés par des forêts mais qui ont ensuite été transformés pour être utilisés à des fins diverses. Il s'agit de faire des trous d'une profondeur et d'une largeur déterminée par les spécialistes en fonction de l'espèce et de l'état du sol et d'y planter des jeunes pousses. Cette plantation peut se faire avec arrosage abondant ou avec une très faible quantité d'eau dépendant de la technique utilisée. Le reboisement de terres agricoles offre d'intéressantes possibilités quant à la restauration des paysages forestiers dans des espaces dégradés à cause de l'abandon ou de l'exode rural. Les types de plantations les plus utilisées au Mali sont : les plantations de production de bois et de biocarburant, les plantations d'alignement, les espaces verts, les plantations d'agroforesterie.

### iii) Le potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre

Le reboisement permet de séquestrer le gaz carbonique par photosynthèse des arbres plantés. Ce qui permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Selon une estimation de Eco Securities chaque hectare planté permet de réduire 4.5 crédits par an.

### iii) Situation de la technologie dans le pays

Depuis 1995, une campagne nationale de reboisement dénommée « Opération pour un MALI Vert » est organisée chaque année. Cette campagne a été renforcée par l'élaboration d'une stratégie nationale de reboisement validé en 2004. Cette stratégie de reboisement s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre des plans d'action de la politique nationale de protection de l'environnement et de la politique forestière nationale. Aussi, le gouvernement du Mali a Plan d'action quinquennal de reboisement de 550,000 ha entre 2010 et 2014 au Mali. Ce plan vise à reboiser 550,000 hectares de terres dégradées dont 500 000 ha par reboisement et 50 000 ha à travers la régénération naturelle assistée.

Cette initiative est une partie d'une vaste campagne de reboisement lancée par le Gouvernement du Mali. Plusieurs initiatives de ce genre ont été lancées par le passé. Mais à cause du manque de financement pour suivre les reboisements après la campagne les résultats sont très en deçà des attentes. Avec le présent l'objectif est de générer des crédits carbone dont la vente permettra d'avoir des ressources qui serviront pour faire un suivi rapproché et renforcer/étendre les activités de reboisement.

Pour réaliser les 550 000ha, chaque année un objectif de superficie à planter pour la campagne de reboisement sera fixé et des missions de suivi seront réalisées par les services des eaux et forêts après chaque campagne pour déterminer la superficie totale et les types de plantations actuellement reboisée ou sous régénération naturelle assistée. La cellule SIFOR (Système d'Information Forestier) va faire le géo référencement de toutes les réalisations pour constituer une base de données qui permettra de faire un meilleur suivi des réalisations.

Pour les collectivités territoriales la taille prévue est 380 000 hectares répartis comme suit:

- 300 000 ha de plantation,
- 50 000 ha de régénération naturelle assistée (RNA),

**Mali**

- 30 000 ha de végétalisation d'ouvrages antiérosifs, et

Pour les régions de Tombouctou et de Gao

- 1750 ha de fixation mécanique et biologique des dunes de sable

Pour les forêts classées :

170 000 ha de plantation de restauration seront réalisés

**vi) les avantages socio économiques et environnementaux du reboisement**

Le reboisement permet de :

- Lutter contre la déforestation,
- Améliorer le couvert végétal,
- Séquestrer le gaz carbonique par photosynthèse d'où une réduction des émissions de gaz à effet de serre,
- Préserver la diversité biologique,

- Le reboisement apparaît comme une solution à la production de bois d'énergie et diminue ainsi la forte pression sur les forêts naturelles
- Diminuer la vulnérabilité des femmes et des enfants à la recherche de bois énergie,

**vii) Le coût de la technologie**

Le coût pour reboiser un hectare est estimé à 320 000F CFA qui se décompose comme suit :

- Achat de plants (500 FCFA par pied) en raison de 400 pieds à l'hectare soit un écartement de 5 mètres sur 5 mètres, ce qui donne 200 000 FCFA
- La main d'œuvre (1 500 F CFA/j en 40jours), et 60 000F CFA pour l'entretien des plants.

**ANNEXE II : Résultats de l'analyse Multicritères pour la priorisation des technologies****II.1. Les différentes étapes de l'analyse multicritères****Standardisation**

La standardisation est la technique qui permet de ramener les valeurs attribuées aux critères de chaque technologie à une échelle inférieure comprise entre 0 et 1, dans le but d'avoir une uniformisation de l'échelle de ces valeurs.

Après les étapes :

- ETAPE 1 : Contexte de la décision ;
- ETAPE 2 : Identification des besoins en technologies ;
- ETAPE 3 : Identification des critères de sélection des technologies ;
- ETAPE 4 : Notation des technologies/critères ;

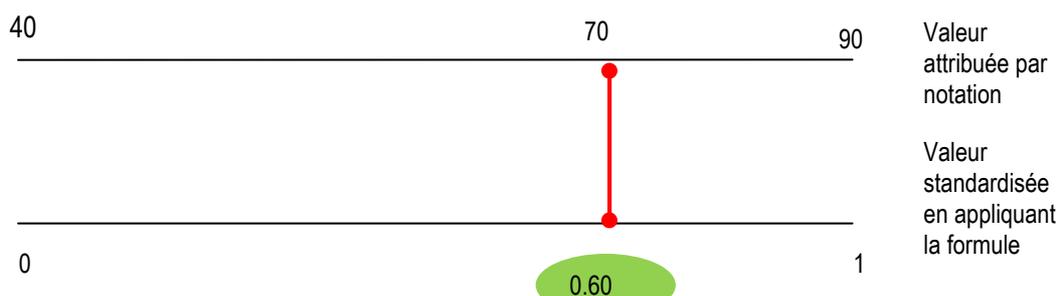
Les technologies seront standardisées et classées par ordre de priorité.

**a) Comment standardiser ?**

Le calcul de la standardisation se fait par interpolation. Le graphe ci-dessous vous donnera plus de détail sur la méthodologie de calcul.

Exemple : Cas du Foyer Amélioré, la standardisation du critère : Potentiel de réduction des gaz à effet de serre de la technologie.

Standardisation cas du Foyer Amélioré



Soit ( $V_{min}$ ) la valeur de la borne inférieure du critère choisi. Ici la borne inférieure est 40 et la borne supérieure est 90 ;

Soit ( $V_{max}$ ) la valeur de la borne supérieure du critère choisi. Ici la borne inférieure est 40 et la borne supérieure est 90 ;

Soit ( $V$ ) la valeur attribuée à la technologie. Ici cette valeur est 70, et est comprise entre la borne inférieure 40 et la borne supérieure 90 du critère.

Soit ( $V_{st}$ ) la valeur standardisée, cette valeur est l'inconnue et est comprise entre la borne inférieure 0 et la borne supérieure 1 ;

Nous avons une échelle comprise entre [0 et 1].

Par interpolation considérons que la borne inférieure 40 est égale à la borne inférieure 0 ;

La borne supérieure 90 est égale à 1.

**b) la formule :**

**Nous obtiendrons ainsi la formule suivante :**

$$V_{st} = (V - V_{min}) / (V_{max} - V_{min})$$

$$V_{st} = (70 - 40) / (90 - 40)$$

**Donc nous aurons comme résultat :**

$$V_{st} = 0.60.$$

**Pondération :**

La pondération est une technique de calcul qui a pour but de donner plus ou moins de poids aux critères d'une technologie selon son avantage ou son désavantage, afin de lui prioriser par rapport aux autres technologies.

**Mali****a) Comment faire la pondération ?**

Il faudra tout d'abord affecter des coefficients aux différents critères et à l'équipe de discuter de la valeur de ces coefficients selon le critère qui a le plus de poids dans leur jugement.

**b) La pondération absolue :** Est la note attribuée à chaque critère d'une technologie.**c) La pondération relative:** est égale à la valeur, la note attribuée à chaque critère d'une technologie divisée par la somme des valeurs attribuées à chaque critère.**d) Comment pondérer une technologie :** Il suffit de multiplier le coefficient de standardisation de chaque critère de la technologie par la valeur de la pondération relative de ces mêmes critères.

Selon notre étude les deux critères prépondérants choisis sont :

**Potentiel de réduction des émissions de GES :**

Ce critère a été jugé prépondérant compte tenu du fait que l'ossature de l'étude repose sur l'atténuation des GES.

**Contribution au Développement Socioéconomique :**

L'objectif même du CSCRP au Mali est la croissance socioéconomique, d'où la pertinence de ce critère dans l'étude. Toutes technologies qui ne contribueraient pas à l'essor de ce critère est à considérer comme obsolète.

Ainsi, compte tenu de leur importance, nous avons affecté à ces critères un coefficient (03).

**II.2. Secteur de l'énergie****Tableau 8: Priorisation des technologies du secteur de l'Énergie**

N°	Technologies	Critères				
		coût de la technologie	Adaptabilité (éprouvée ou pas)	Contribution au Développement Socioéconomique	Potentiel de réduction des émissions de GES	Vulnérabilité de la technologie aux Changements Climatiques
		En de CFA	%	Nombre d'habitant affecté	%	Echelle de 1 à 5
1	Foyers Améliorés	30 000 000	67	5 000 000	70	4
2	Biocarburants	7 750 000	15	3 000 000	70	4
3	Solaire (PV)	1 200 000	50	7 000 000	90	2
4	Centrales hydroélectrique	100 000 000 000	70	10 000 000	90	4
5	chauffe eau solaire	500 000	5	500 000	60	4
6	Séchoirs solaires	125 000	5	100 000	90	2
7	Rafraichisseur d'Air par Evaporation	440 000	5	50 000	60	4
8	Briquettes combustibles	15 000 000	2	5 000	55	4
9	LBC	2 600 000	30	1 000 000	40	4
10	Aérogénérateurs	146 000 000	1	1 000	90	2

Tableau 9: Commentaire sur les critères de priorisation des technologies du secteur de l'Énergie

Technologies	coût de la technologie	Etat de lieu de la technologie dans le pays (éprouvée ou pas)	Potentiel de réduction des émissions de GES	Vulnérabilité de la technologie au Changement Climatique	Contribution au développement socio-économique
Foyers Améliorés	Le coût d'une unité de production de foyers Améliorés est estimé à 30 000 000 Fcfa. Source : Usine Katènè Kadji-Mali.	940.450 FA diffusés par l'AMADER de 2004 à décembre 2010 existence d'une usine de fabrique de FA (Usine Katènè kadji) source : AMADER	La technologie des FA en elle-même n'émet pas de GES, mais le processus de carbonisation du charbon entraîne des émissions. Un FA peut éviter environ 28KTeqC02. Source : Stratégie de Développement de la Maîtrise d'Énergie au Mali. D'où les FA ont un potentiel de réduction de GES de 70%.source : Mali-Folkecenter Nyetaa	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	les Foyers Améliorés permettent une amélioration des conditions de vie des populations, une économie de combustibles ligneux (Bois et charbon de bois) et par conséquent une économie monétaire, et ils contribuent à la lutte contre la déforestation.
Biocarburants	Une unité de production de biocarburant comprenant en général : i) une presse 7CV (1 500 000Fcf) ; ii) Moteur 10 CV (1 000 000 FCFA), iii) le filtre (250 000 FCFA), iv) stockage (2 500 000Fcf), v) le bâtiment (1 500 000Fcf). L'unité coûte en moyenne 7 750 000. Source : Mali-Folkecenter Nyetaa (MFC)	existence d'une usine de production de biocarburant à Koulikoro (Mali biocarburant) et deux unités au niveau de l'ONG Mali-Folkecenter Nyetaa (Garalo et Didiéni).	Biodiesel pur (selon la matière première utilisée (huile, graisse animale ou autre) permet une réduction de 60% à 92% d'émissions de gaz à effet de serre (GES) par rapport au carburant fossile. Source : ANADEB/MFC	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	la production de biocarburant permet la création d'emploi et l'accroissement de revenus elle contribue également à la protection des ressources naturelles. Elle œuvre directement dans la lutte contre l'exode rurale et la promotion de l'emploi féminin, développe l'industrialisation locale et est une source supplémentaire de carburant. La plantation de Pourghère lutte efficacement contre la pollution, l'érosion des sols et l'avancé du désert.

Annexe II – Détails de l'Analyse Multicritère (AMC) pour le Secteur de l'Energie et de l'Agriculture

Mali

Solaire (PV)	le watt crête (Wc) en moyenne coûte au Mali 5 000Fcfca d'après une analyse du chef section photovoltaïque du CNESOLER. Ce coût intègre les différents éléments constitutifs d'un kit solaire (Module, régulateur, convertisseur, batterie, le câblage, la main d'œuvre)	100.000 kits d'éclairage individuels et 02 centrales solaires fonctionnels Source: DNE/CNESOLER	Le solaire Photovoltaïque n'émet pas de GES, mais son processus de fabrication et de transport engendre quelques émissions. Par hypothèse son potentiel de réduction est de l'ordre de 90%. Source : Mali-Folkecenter Nyetaa	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	D'un point de vue écologique, les panneaux solaires sont une énergie propre non polluante pour l'environnement. Ils contribuent à la diminution de la facture d'électricité et de la déserte électrique. Et contribue au développement du pays par la création d'emploie. Dans les zones rurales, l'exploitation des énergies solaires (photovoltaïque) contribue à relever les revenus, améliorer la santé, électrifier les pompes à eau servant à l'irrigation, transformer les produits des cultures, apporter l'électricité nécessaire aux industries artisanales, électrifier les foyers, les écoles et les hôpitaux, autant de services qui revêtent une importance fondamentale et ont des retombées décisives dans les régions isolées.
Centrales hydroélectriques	Le coût de réalisation d'une centrale hydroélectrique au Mali dépend de la situation géographique du site : Le coût moyen est estimé à 100 Milliards de F CFA pour des puissances de 30 à 50 MW (Sélingué, Felou, Taoussa, etc....) Source :EDM-SA	Le Mali a réalisé plusieurs centrales hydroélectriques (Sélingué, SOTUBA, MALANTALI), d'autres sont en cours de réalisation (FELOU, TAOUSSA, GOUINA) La pico centrale hydroélectrique de Sirakorobougou avec une puissance de 3KW est fonctionnelle (région de Sikasso). Source : EDM/AMADER/DNE	L'hydroélectricité n'émet pas de GES, mais la réalisation de l'infrastructure engendre quelques émissions. Par hypothèse son potentiel de réduction est de l'ordre de 90%.	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	Les barrages hydroélectriques permettent de satisfaire la demande d'électricité par l'augmentation et par l'exploitation rationnelle de l'énergie hydroélectrique fournit par les centrales hydroélectriques. Ils réduits considérablement les émissions des gaz à effet de serre. l'hydroélectricité permet la création d'emploi et la production d'électricité à moindre coût.
chauffe eau solaire (CES)	Le prix d'une chauffe eau solaire dépend de sa capacité de stockage. le (CES) développé au Mali par le CNESOLER (modèle 200litres) coûte	(1000) unité de CES ont été diffusé par l'AMADER et le CNESOLER. Source : l'AMADER/ CNESOLER.	La chauffe eau solaire n'émet pas de GES, mais son processus de fabrication et de transport engendre quelques émissions. Le CES permet d'évité environs	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	Une chauffe eau solaire permet d'avoir de l'eau chaude rien que par le rayonnement solaire et de satisfaire à des besoins domestiques, sanitaires, et de stérilisation des équipements en médecine

Annexe II – Détails de l'Analyse Multicritère (AMC) pour le Secteur de l'Énergie et de l'Agriculture

Mali

	500 000F CFA. Source : CNESOLER		3,2TeqCO <sub>2</sub> ) ; Par hypothèse son potentiel de réduction est de l'ordre de 60%. Source : DNE		
Séchoirs solaires	Les modèles artisanaux avec des capacités de 15Kg à 20 Kg coûtent en moyenne 125 000F CFA l'unité et celles situés entre 30kg et 40kg coûtent 700 000 FCFA. Les modèles semi-industriels (150Kg à 200kg), coûtent en moyenne 4 500 000F CFA. Le modèle artisanal est le plus couramment vendu au Mali.	Actuellement 2.000 unités diffusées au Mali. Date 2010 Source : DNE/CNESOLER	Le séchoir solaire n'émet pas de GES, mais son processus de fabrication et de transport engendre quelques émissions. Par hypothèse son potentiel de réduction est de l'ordre de 90%. Source : DNE	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	Les séchoirs solaires peuvent aussi jouer un rôle capital pour l'emploi et la croissance économique. Elles favorisent l'emploi local par le séchage des fruits et légumes qui seront vendus sur le marché local et international.
Rafraichisseur d'Air par Evaporation (RAE)	Il existe au Mali (03) tailles de RAE : De 10 à 20 m <sup>2</sup> (400 000 F CFA) ; 30 à 50m <sup>2</sup> (475 000 F CFA) ; 100 à 150m <sup>2</sup> (1 500 000 F CFA) ; Source : AMADER	Quelques centaines de REA ont été diffusés par les opérateurs (ECOCOOLING, etc....) à travers l'appui de l'AMADER.	<b>Le RAE</b> a un potentiel de réduction de GES nettement supérieur par rapport aux climatiseurs classiques qui utilisent Les gaz artificiels fluorés (HFC, PFC, SF <sub>6</sub> )	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	Le RAE assure aux personnes un bien être social, par le rafraichissement des bâtiments à moindre coût d'électricité.
Briquettes	le coût d'une unité de production de briquette est estimé à 15 000 000F CFA. source: Mali-Folkecenter Nyetaa	2500 tonnes de briquettes combustibles commercialisées de 2004 à décembre 2010. existence de trois unités de fabrique de Briquette (Biomasse-Mali, AFO-vert) source : AMADER	Son potentiel de réduction de GES est évalué par rapport aux combustibles fossiles et il dépend aussi de la biomasse utilisée. Ainsi son potentiel de réduction de GES est estimé en moyenne à (55%) Source : Euros faire (biomasse solide)	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	Briquettes diminuent la coupe abusive des bois et est une source d'énergie de substitution aux bois et charbon de bois. Par ses unités de production, elles favorisent le développement des filières biomasses et la création d'emploi.
LBC	le coût d'une unité de production de LBC est estimé à 3990€ soit un montant de 2 613 450F	645.569 lampes diffusées par l'AMADER à travers les conventions signées avec les opérateurs	Comparativement à une Lampe à incandescence, une LBC peut éviter 0.126TeCO <sub>2</sub> . cette	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable	Elles permettent aux ménages de faire des économies sur leur facture d'électricité, tout en diminuant la quantité de chaleur dans les concessions.

Annexe II – Détails de l'Analyse Multicritère (AMC) pour le Secteur de l'Énergie et de l'Agriculture

Mali

	CFA. source:mouqawalati.net	Horonya électronique et TMT. Source : AMADER	estimation dépend de la source d'énergie utilisée par le LBC (cas d'une centrale hydroélectrique) . Source : Stratégie de Développement de la Maîtrise d'Énergie au Mali.	4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	
aérogénérateurs	Un aérogénérateur étant composé d'une turbine, du mât, des accessoires (batterie, onduleur, chargeur etc. ...), coûte en moyenne (146 000 000F CFA) pour des puissances autour de 30 à 50 KW. Source : AMADER (cas de Nara et Hamdallaye)	projets d'installation d'aérogénérateurs à Tombouctou et Gao ; Expérimentation à Mopti (Hamdallaye) et Nara 50 éoliennes de pompage fonctionnelles Source : CNESOLER	les aérogénérateurs sont conçus pour fonctionner avec des vents dépassant 200Km/h et produire une quantité d'énergie proportionnelle à la vitesse du vent sur la totalité de la plage de fonctionnement.la principale source d'énergie utilisée par les aérogénérateurs est le vent, et ils n'émettent presque pas de CO <sub>2</sub> . Ils fonctionnent avec une source d'énergie inépuisable et non polluante. Source : CNESOLER	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	A la différence de beaucoup de technologies qui utilisent les combustibles fossiles comme source d'énergie, un aérogénérateur utilise le vent qui est une source d'énergie propre et conciliable avec l'homme et son environnement et qui constitue un outil de lutte contre les émissions de GES et participe ainsi au développement durable.

Tableau 10: Résultats de la standardisation des technologies du secteur de l'Energie

N°	Technologies	Critères							
		coût de la technologie.	Etat de lieu de la technologie dans le pays (éprouvée ou pas).	Contribution au Développement Socioéconomique	Potentiel de réduction des émissions de GES.	Vulnérabilité de la technologie au Changement Climatique.	Total des points		Ordre de priorité
1	Foyers Améliorés	1,000	0,96	0,50	0,60	1,00	4,06	14,26%	1er
2	Biocarburants	1,000	0,20	0,30	0,60	1,00	3,10	10,91%	4 <sup>ème</sup>
3	Solaire (PV)	1,000	0,71	0,70	1,00	0,00	3,41	11,99%	3 <sup>ème</sup>
4	Hydroélectricité (Centrales hydroélectriques)	0,000	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	14,06%	2 <sup>ème</sup>
5	chauffe eau solaire	1,000	0,06	0,05	0,40	1,00	2,51	8,82%	6 <sup>ème</sup>
6	Séchoirs solaires	1,000	0,06	0,01	1,00	0,00	2,07	7,27%	9 <sup>ème</sup>
7	Rafraichisseur d'Air par Evaporation	1,000	0,06	0,00	0,40	1,00	2,46	8,66%	7 <sup>ème</sup>
8	Briquettes	1,000	0,01	0,00	0,30	1,00	2,31	8,14%	8 <sup>ème</sup>
9	LBC	1,000	0,42	0,10	0,00	1,00	2,52	8,86%	5 <sup>ème</sup>
10	Aérogénérateurs	0,999	0,00	0,00	1,00	0,00	2,00	7,03%	10 <sup>ème</sup>
	<b>TOTAL</b>						<b>28,44</b>	<b>100,00%</b>	

Tableau 11: Résultats de la pondération des technologies d'atténuation des gaz à effet de serre dans le secteur de l'énergie

N°	Technologies	Critères							
		Coût de la technologie	Etat de lieu de la technologie dans le pays (éprouvée ou pas)	Contribution au Développement Socioéconomique	Potentiel de réduction des émissions de GES	Vulnérabilité de la technologie aux Changements Climatiques	Total des notes pondérées en chiffre et en pourcentage		Ordre de priorité
	<b>Pondération Absolue</b>	1	1	3	3	1	9		
	<b>Pondération Relative</b>	0,111	0,111	0,333	0,333	0,111	1		
1	<b>Foyers Améliorés</b>	0,111	0,11	0,17	0,20	0,11	0,70	13,5%	(3 <sup>ème</sup> )
2	<b>Biocarburants</b>	0,111	0,02	0,10	0,20	0,11	0,54	10,6%	(4 <sup>ème</sup> )
3	<b>Solaire (PV)</b>	0,111	0,08	0,23	0,33	0,00	0,76	14,7%	(2 <sup>ème</sup> )
4	<b>Centrales hydroélectriques</b>	0,000	0,11	0,33	0,33	0,11	0,89	17,3%	(1 <sup>er</sup> )
5	<b>chauffe eau solaire</b>	0,111	0,01	0,02	0,13	0,11	0,38	7,3%	(7 <sup>ème</sup> )
6	<b>Séchoirs solaires</b>	0,111	0,01	0,00	0,33	0,00	0,45	8,8%	(5 <sup>ème</sup> )
7	<b>Rafraichisseur d'Air par Evaporation</b>	0,111	0,01	0,00	0,13	0,11	0,36	7,1%	(8 <sup>ème</sup> )
8	<b>Briquettes</b>	0,111	0,00	0,00	0,10	0,11	0,32	6,3%	(9 <sup>ème</sup> )
9	<b>LBC</b>	0,111	0,05	0,03	0,00	0,11	0,30	5,9%	(10 <sup>ème</sup> )
10	<b>Aérogénérateurs</b>	0,111	0,00	0,00	0,33	0,00	0,44	8,6%	(6 <sup>ème</sup> )
	<b>TOTAL</b>						5,15	100,0%	

NB : la pondération consiste à accorder un poids relatif à chaque critère ce qui introduit un changement dans le classement après la standardisation

## II.3. Secteur de l'Agriculture

Tableau 12: Pondération des technologies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur de l'Agriculture

N°	Technologies	Critères			
		Contribution au développement socio économique	Potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES)	Environnemental (Vulnérabilité de la technologie aux CC)	Coût
	Unités de mesures	Nombre de ménages affectés	En %	Echelle de 1 à 5	En Francs CFA
1	Irrigation à économie d'eau (goute à goutte)	145 000	60	4	1 400 000
2	Agriculture biologique: cas du compostage	110 000	85	3	100 000
3	Biotechnologie variété de riz à haut rendement (système de maîtrise total)	540 000	80	2	250 000
4	Mise en jachère	500 000	70	2	310 000
5	Technique de plantation du pourghère	300 000	70	4	400 000
6	SRI (système de riziculture intensive)	1 450 000	90	3	150 000
7	Bio char (technique de carbonisation)	10 000	30	2	18 000
8	Micro dose (lier à l'utilisation des engrais)	5 000	90	5	300 000
9	Reboisement (stockage C02)	200 000	100	3	200 000
10	Par feu	65 000	70	2	60 000

Tableau 13: Commentaire sur les critères de classement des technologies du secteur de l'Agriculture

Technologies	Contribution au développement socio économique	Potentiel de réduction	Environnemental (Vulnérabilité de la technologie aux CC)	Coût
<b>Unités de mesures</b>	Nombre de ménages affectés	En %	Echelle de 1 à 5	En Francs CFA
<b>Irrigation à économie d'eau (goutte à goutte)</b>	c'est l'estimation du nombre de ménage exploitant affecté en Irrigation goutte à goutte dans le secteur du maraîchage et de l'arboriculture.	Le potentiel de réduction est estimé à 60%, car il permet la réduction de la quantité d'eau d'eaux et d'engrais minérale ce qui inhibe l'émission le processus de méthanisation. <b>Source</b> : Mali-Folkecenter Nyetaa	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	Le coût de production moyen d'un système goutte à goutte est estimé à 1400 000F CFA ; Source : Dans le cadre du programme de compétitivité et diversification agricole au Mali (PCDA) avec la représentation de la firme NETAFIM au Mali
<b>Agriculture biologique : cas du compostage</b>	Il s'agit du nombre de ménage de producteur agricole utilisant cette technologie.	Le compost utilisé rationnellement émet peu de GES (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O), car le processus de Méthanisation, source de GES est déjà achevé dans la fosse à compost. L'adoption de cette technologie diminuera considérablement l'émission de GES par unité de surface agricole. Elle réduit également la production de (N <sub>2</sub> O), qui aurait été produit par les engrais chimiques azotés.	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	Le coût moyen de production de composte pour amender une superficie d'un ha s'élève à 100 000F FCA. Source : Direction Nationale de l'Agriculture DNA
<b>Biotechnologie variété de riz à haut rendement (système de maîtrise total)</b>	Il s'agit du nombre de ménage estimé dans le système de riziculture en maîtrise totale de l'eau	L'utilisation rationnelle de l'eau avec une faible lame permet de réduire considérablement la méthanisation (CH <sub>4</sub> ) due au processus de minéralisation de la biomasse sous l'eau, les 80% sont octroyés suite à un jugement d'experts.	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	Le coût de production moyenne est estimé à 250 000 F FCA la tonne, à cause du prix des intrants et du système de redevance en eau. Source : Stratégie Nationale de Développement de la Riziculture au Mali.
<b>Mise en jachère</b>	Il s'agit du nombre de ménage d'exploitant agricole utilisant cette technologie.	La mise en jachère permet une régénération naturelle de la végétation augmentant ainsi le potentiel de séquestration de carbone (stockage de CO <sub>2</sub> ).	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	Le coût est estimé sur la base du manque à gagner suite à la mise en jachère d'un hectare. Source : Agrice

Annexe II – Détails de l'Analyse Multicritère (AMC) pour le Secteur de l'Énergie et de l'Agriculture

Mali

		Le potentiel de réduction de GES est estimé par jugement d'experts par comparaison aux autres technologies choisies.		
<b>Technique de plantation du Pourghère</b>	Il s'agit du nombre de ménage bénéficiant des avantages de la production Pourghère.	La plantation de Pourghère permet l'augmentation du peuplement d'arbre favorisant la séquestration de (CO <sub>2</sub> ). Le potentiel de réduction de GES est estimé par jugement d'experts par comparaison aux autres technologies choisies.	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	<b>Coût de production d'un champ de pourghère (1 ha) :</b> Le coût d'un plan de Pourghère avec (1 000) unités est (125 000 F FCA) ; Il faudra (03) jours pour la Préparation du champ, avec un coût de (10 500 FCFA) ; Les frais de piquetages et de faire les trous s'élèvent à (35 000FCFA) ; Les frais d'entretien du champ (45 000FCFA) ; Fertilisation avec les composantes chimiques (109 500F CFA) et organiques (50 000 FCFA) ; le coût de la main d'œuvre (01) personne, (25 000F CFA) Source : Mali-Folkecenter Nyetaa
<b>SRI (système de riziculture intensive)</b>	Il s'agit du nombre estimé d'exploitant rizicole dans le système de riziculture à maîtrise totale de l'eau et le nombre estimé de ménages consommateurs.	Le potentiel de réduction est estimé à 90%. Le système permet l'assèchement du sol ce qui inhibe l'émission de méthane et de l'oxyde nitreux (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O) au cours du processus de minéralisation. <b>Source : Mali-Folkecenter Nyetaa</b>	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	Le coût moyen de production d'une tonne Riz est de l'ordre de (150 000F CFA) ; <b>SOURCE :</b> <a href="http://www.fao.org">http://www.fao.org</a> et stratégie Nationale de Développement de la Riziculture.
<b>Bio char (technique de carbonisation)</b>	Le nombre de ménages produisant du charbon est estimé au Mali à 10 000.	Le potentiel de réduction est estimé à 30%, car son utilisation permet une économie d'énergie et une réduction des émissions de (CO <sub>2</sub> ) de l'ordre de 30% par rapport à la non utilisation du bio char.	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	Le coût de confection d'une meule Casamançaise qui peut produire (70) sacs de charbon de bois, avec (04) manœuvres s'élève à 18 000F CFA, avec un rendement de 30% à 45%
<b>Microdose (lié à l'utilisation des engrais)</b>	50% des ménages des régions de Kayes de Koulikoro, Ségou pratiquent la lutte antiérosive avec une moyenne de (1 000 000	Elle permet la gestion rationnelle des engrais minéraux et contribue à une réduction de (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O). son potentiel de réduction est	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable	Il s'agit du coût d'un atelier de forge pour la confection de semoirs mixte (engrais et semences)

Annexe II – Détails de l'Analyse Multicritère (AMC) pour le Secteur de l'Énergie et de l'Agriculture

**Mali**

	hbts/région) ce qui représente 150 000 ménages au total. Source : Mali-Folkecenter Nyetaa	estimé à 90%. Source : Mali-Folkecenter Nyetaa.	5 = pas vulnérable	
<b>Reboisement (stockage C02)</b>	15% de la population totale pratiquent le reboisement, ce qui représente un total de 200 000 ménages.	il permet l'augmentation du peuplement d'arbre favorisant la séquestration de (CO2). Le potentiel de réduction de GES est estimé à 100%, par jugement d'experts par comparaison aux autres technologies choisies.	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable	Le coût d'une technologie de stockage de CO <sub>2</sub> est estimé à 200 000F CFA, avec une main d'œuvre : 1 500 F CFA/j en 40j et 400 pieds d'arbre en raison de 200F CFA/pied, 60 000F CFA pour l'entretien
<b>Par feu</b>	5% de la population totale pratiquent le reboisement, ce qui représente un total de 65 000 ménages.	Il empêche la propagation des feux de brousses ou de forêt d'où la conservation des forêts et évite la carbonisation des ressources forestière. Ainsi sont potentiel de réduction est estimé à 70%. Source : Mali-Folkecenter Nyetaa.	1 = très vulnérable 2 = vulnérable 3 = moyennement vulnérable 4 = peu vulnérable 5 = pas vulnérable,	Le coût d'une technologie de par feu est estimé à 60 000 CFA, avec une main d'œuvre : 1 500 F CFA/j en 40j

Tableau 14: Résultats de la Standardisation des technologies du secteur de l'Agriculture

N°	Technologies	Critères						
		Contribution au développement socio économique	Potentiel de réduction des émissions de GES	Environnemental (Vulnérabilité de la technologie aux CC)	Coût	Total des notes standardisées et le pourcentage		Ordre de priorité
1	Irrigation à économie d'eau (goute à goutte)	0,097	0,43	1,00	0,00	1,5	7,11%	9 <sup>ème</sup>
2	Agriculture biologique: cas du compostage	0,073	0,79	0,50	0,94	2,3	10,72%	5 <sup>ème</sup>
3	Biotechnologie variété de riz à haut rendement (système de maîtrise total)	0,370	0,71	0,00	0,83	1,9	8,94%	6 <sup>ème</sup>
4	Mise en jachère	0,343	0,57	0,00	0,79	1,7	7,94%	7 <sup>ème</sup>
5	Plantation du Pourghère	0,204	0,57	1,00	0,72	2,5	11,65%	4 <sup>ème</sup>
6	SRI (système de riziculture intensive)	1,000	0,86	0,50	0,90	3,3	15,21%	1 <sup>ère</sup>
7	Bio char (technique de carbonisation)	0,003	0,00	0,00	1,00	1,0	4,68%	10 <sup>ème</sup>
8	Microdose (lier à l'utilisation des engrais)	0,000	0,86	1,50	0,80	3,2	14,70%	2 <sup>ème</sup>
9	Reboisement (stockage CO <sub>2</sub> )	0,135	1,00	0,50	0,87	2,5	11,67%	3 <sup>ème</sup>
10	Par feu	0,042	0,57	0,00	0,97	1,6	7,38%	8 <sup>ème</sup>
	<b>TOTAL</b>					<b>21,4</b>	<b>100,00%</b>	

Tableau 15: Résultats de la pondération des technologies du secteur de l'Agriculture

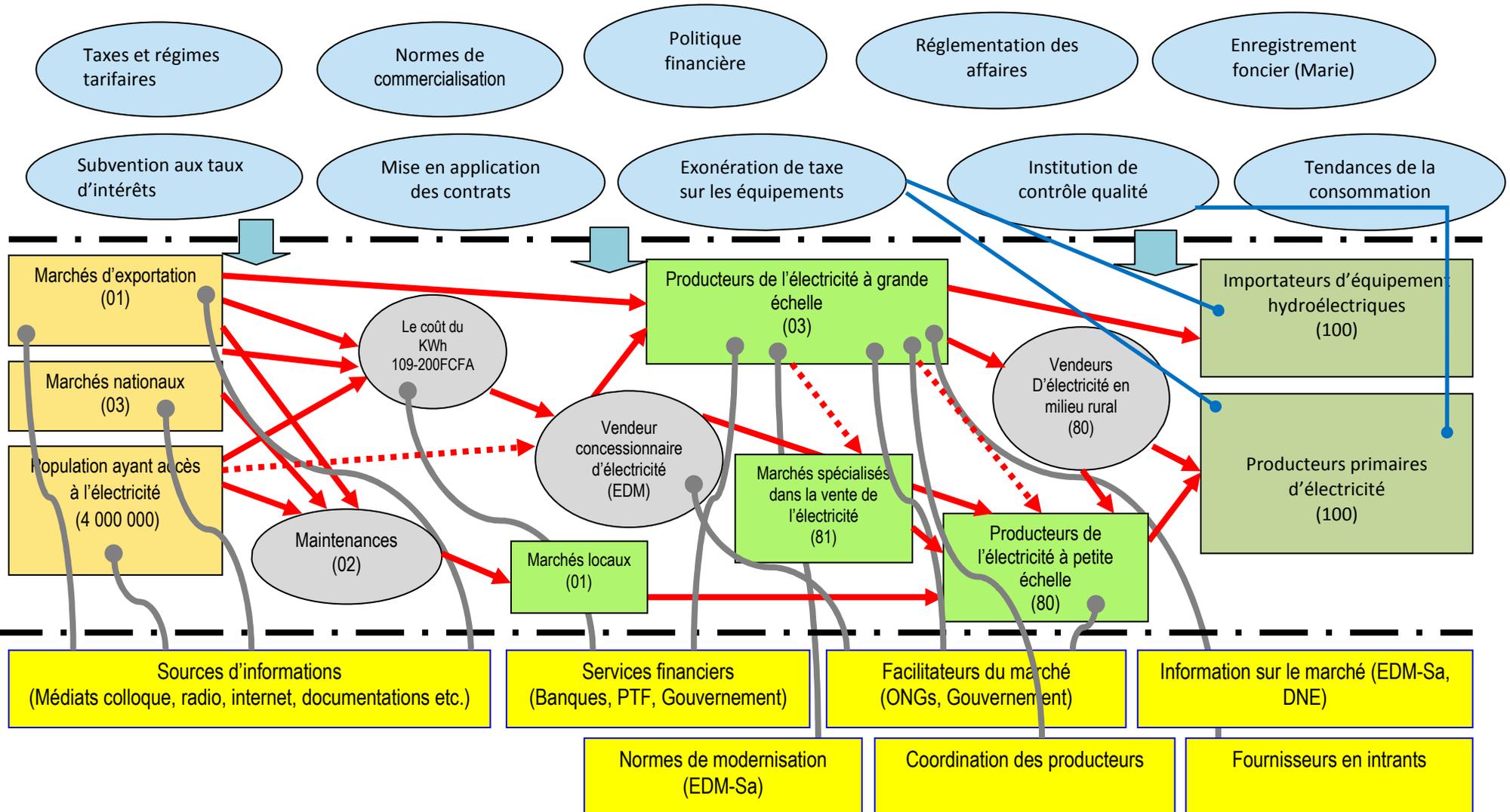
## Annexe II – Détails de l'Analyse Multicritère (AMC) pour le Secteur de l'Énergie et de l'Agriculture

Mali

N°	Technologies	Critères						
		Contribution au développement socio économique	Potentiel de réduction Des GES	Environnemental (Vulnérabilité de la technologie aux CC)	Coût	Total des points en chiffre et en pourcentage		Ordre de priorité
	<b>pondération absolue</b>	2	2	1	1	6		
	<b>pondération relative</b>	0,333	0,333	0,167	0,167	1,000		
1	Irrigation à économie d'eau (goute à goutte)	<b>0,032</b>	<b>0,14</b>	<b>0,17</b>	<b>0,00</b>	<b>0,34</b>	<b>6,8%</b>	<b>(9 ème)</b>
2	Agriculture biologique: cas du compostage	<b>0,024</b>	<b>0,26</b>	<b>0,08</b>	<b>0,16</b>	<b>0,5</b>	<b>10,5%</b>	<b>(5 ème)</b>
3	Biotechnologie variété de riz à haut rendement (système de maîtrise total)	<b>0,123</b>	<b>0,24</b>	<b>0,00</b>	<b>0,14</b>	<b>0,5</b>	<b>10,0%</b>	<b>(6 ème)</b>
4	Mise en jachère	<b>0,114</b>	<b>0,19</b>	<b>0,00</b>	<b>0,13</b>	<b>0,4</b>	<b>8,7%</b>	<b>(7 ème)</b>
5	Technique de plantation du Pourghère	<b>0,068</b>	<b>0,19</b>	<b>0,17</b>	<b>0,12</b>	<b>0,5</b>	<b>10,9%</b>	<b>(4 ème)</b>
6	SRI (système de riziculture intensive)	<b>0,333</b>	<b>0,29</b>	<b>0,08</b>	<b>0,15</b>	<b>0,9</b>	<b>17,0%</b>	<b>(1 er)</b>
7	Bio char (technique de carbonisation)	<b>0,001</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,17</b>	<b>0,2</b>	<b>3,3%</b>	<b>(10 ème)</b>
8	Microdose (lier à l'utilisation des engrais)	<b>0,000</b>	<b>0,29</b>	<b>0,25</b>	<b>0,13</b>	<b>0,7</b>	<b>13,3%</b>	<b>(2 ème)</b>
9	Reboisement (stockage CO <sub>2</sub> )	<b>0,045</b>	<b>0,33</b>	<b>0,08</b>	<b>0,14</b>	<b>0,6</b>	<b>12,1%</b>	<b>(3 ème)</b>
10	Par feu	<b>0,014</b>	<b>0,19</b>	<b>0,00</b>	<b>0,16</b>	<b>0,4</b>	<b>7,3%</b>	<b>(8 ème)</b> <b>(8 ème)</b>
	<b>TOTAL</b>					<b>5,0</b>	<b>100%</b>	

**ANNEXE III : Cartographie du marché pour les technologies prioritaires**

**Figure 2: Cas des centrales Hydroélectriques (Bien public)**



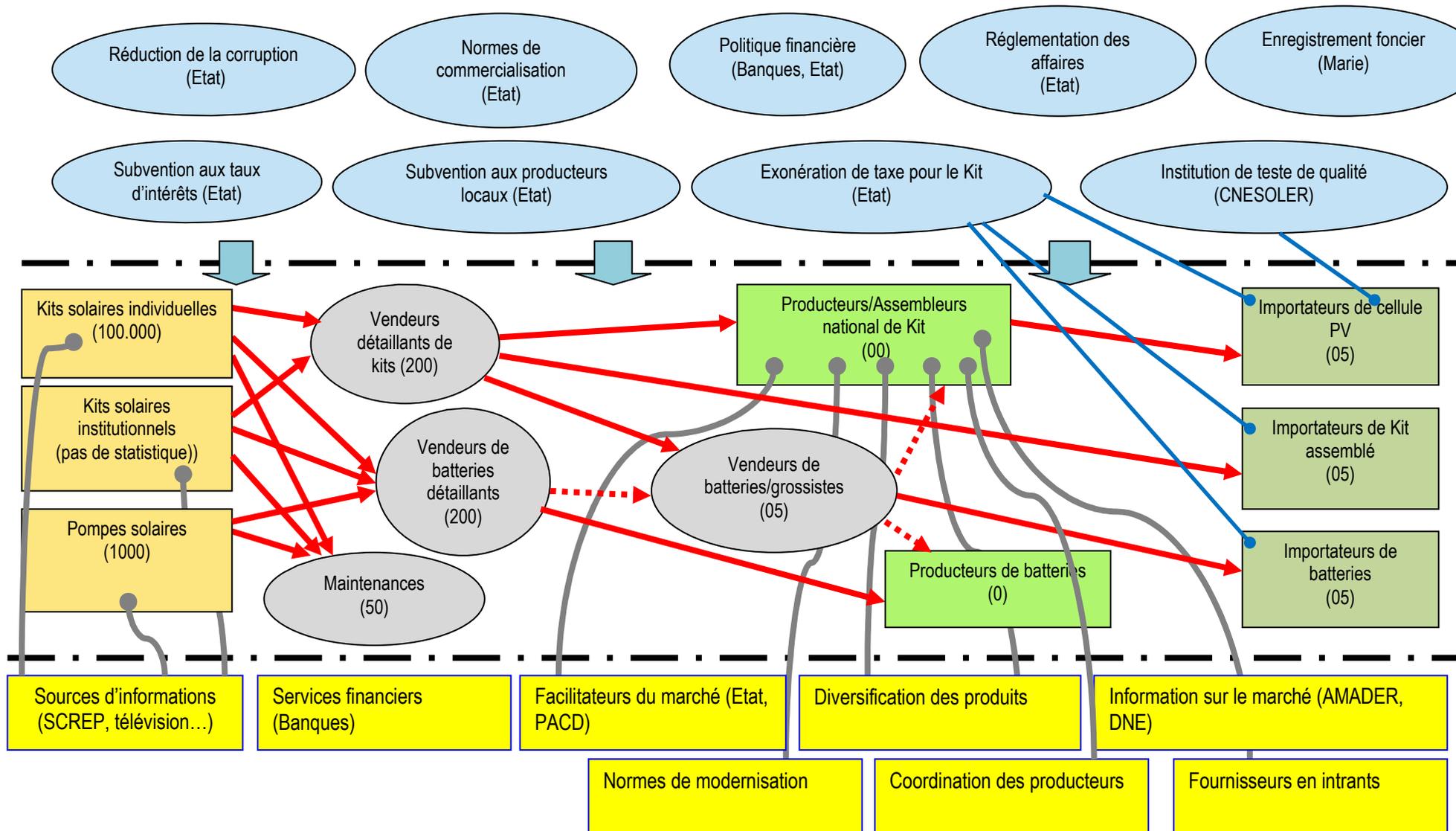
**Figure 3: Cas des centrales hydroélectriques**

- Le KWh vendu par EDM-SA est de l'ordre de 109 F CFA, par contre en milieu rural les opérateurs cèdent le KWh à 200 F CFA en moyenne.
- Il y a environs 80 opérateurs agréés dans la vente et la production d'électricité en rural plus le concessionnaire EDM-SA. Ces opérateurs ne peuvent pas dépasser plus de 250 KW/h par l'localité.
- Il existe (04) grands producteurs d'énergie d'origine hydraulique : EEM (Energie Electrique Manantali), EDM (Sélingué, Sotuba), SOGEM (Société de Gestion de l'Energie de Manantali).
- Le taux d'électrification national est de 27%, ce taux couvre une population 3 915 000 personnes.
- EDM et EEM sont les deux structures spécialisées dans la maintenance des équipements hydroélectrique.
- Seule la centrale hydroélectrique de Manantali exporte l'électricité vers le Sénégal et la Mauritanie.

**Légende 2: Cas des centrales hydroélectriques**

	Décideurs politiques (appuis institutionnels, gouvernance)
	Services d'assistance (appuis techniques et financiers)
   	Corps du marché (Environnement propice aux affaires, chaîne de commercialisation)
	appuis institutionnels au marché
	Liens directs entre les différents acteurs du marché
	Liens indirects entre les différents acteurs du marché
	Liens entre les services d'assistance et les différents acteurs du marché
	Liens entre la partie institutionnelle et les différents acteurs du marché

Figure 4: Cas du solaire photovoltaïque (Bien de consommation)



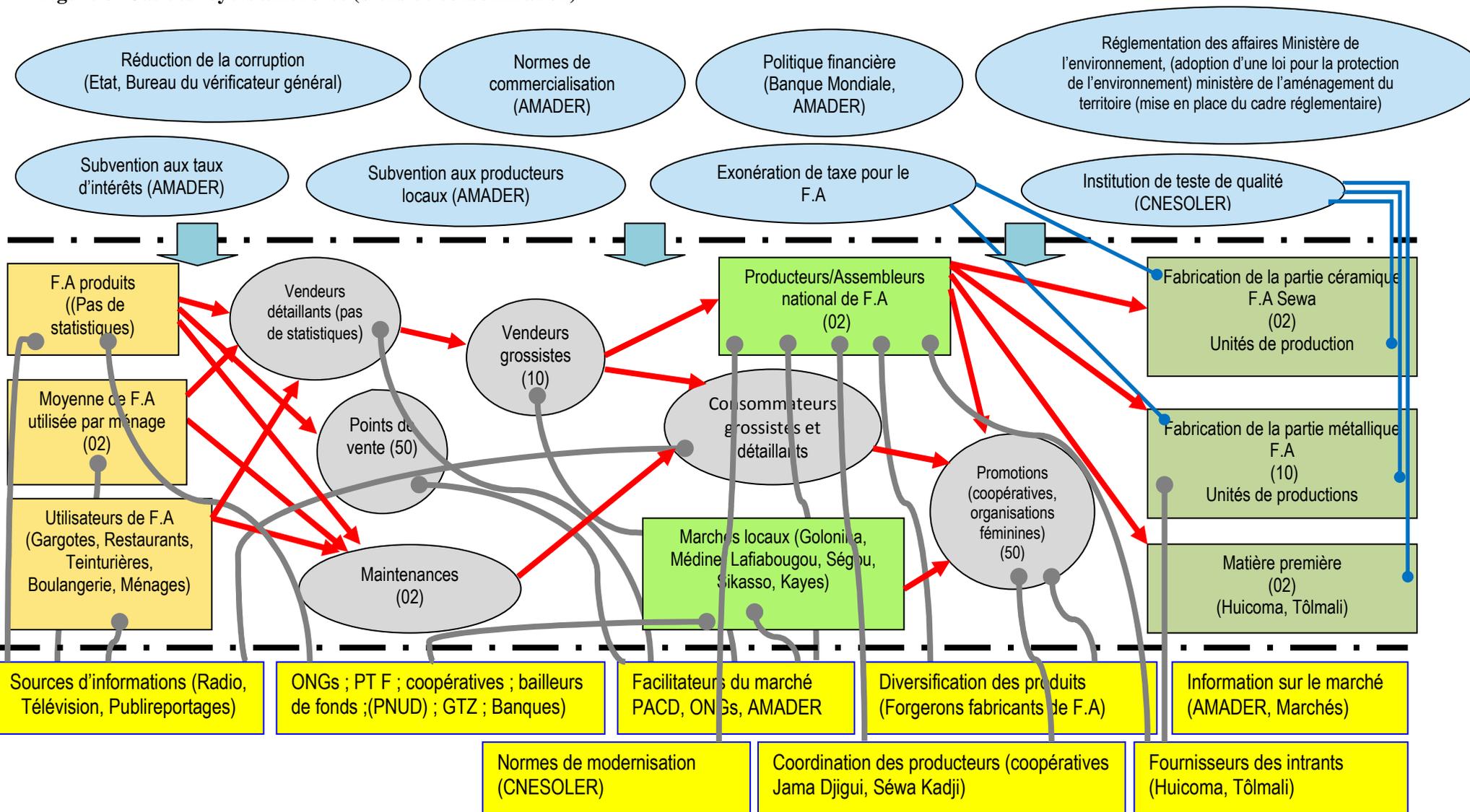
**Figure 5: Cas du solaire photovoltaïque**

- 100.000 kits d'éclairage individuels et 02 centrales solaires (Oulessebougou et Kimparana) sont fonctionnels actuellement dans le pays.
- Il existe (06) importateurs de cellule PV : Avélux, ACCESS SARL, Diawara Solar, Mali-Sol, Zénith Energie Développement (ZED-Sa), Horonya. Ces mêmes sociétés sont spécialisées dans l'installation et l'assemblage des kits solaires.

**Légende 3: Cas du Solaire Photovoltaïque**

	Décideurs politiques (appuis institutionnels, gouvernance)
	Services d'assistance (appuis techniques et financiers)
	Corps du marché (Environnement propice aux affaires, chaîne de commercialisation)
	
	
	
	appuis institutionnels au marché
	Liens directs entre les différents acteurs du marché
	Liens indirects entre les différents acteurs du marché
	Liens entre les services d'assistance et les différents acteurs du marché
	Liens entre la partie institutionnelle et les différents acteurs du marché

Figure 6: Cas des foyers améliorés (biens de consommation)



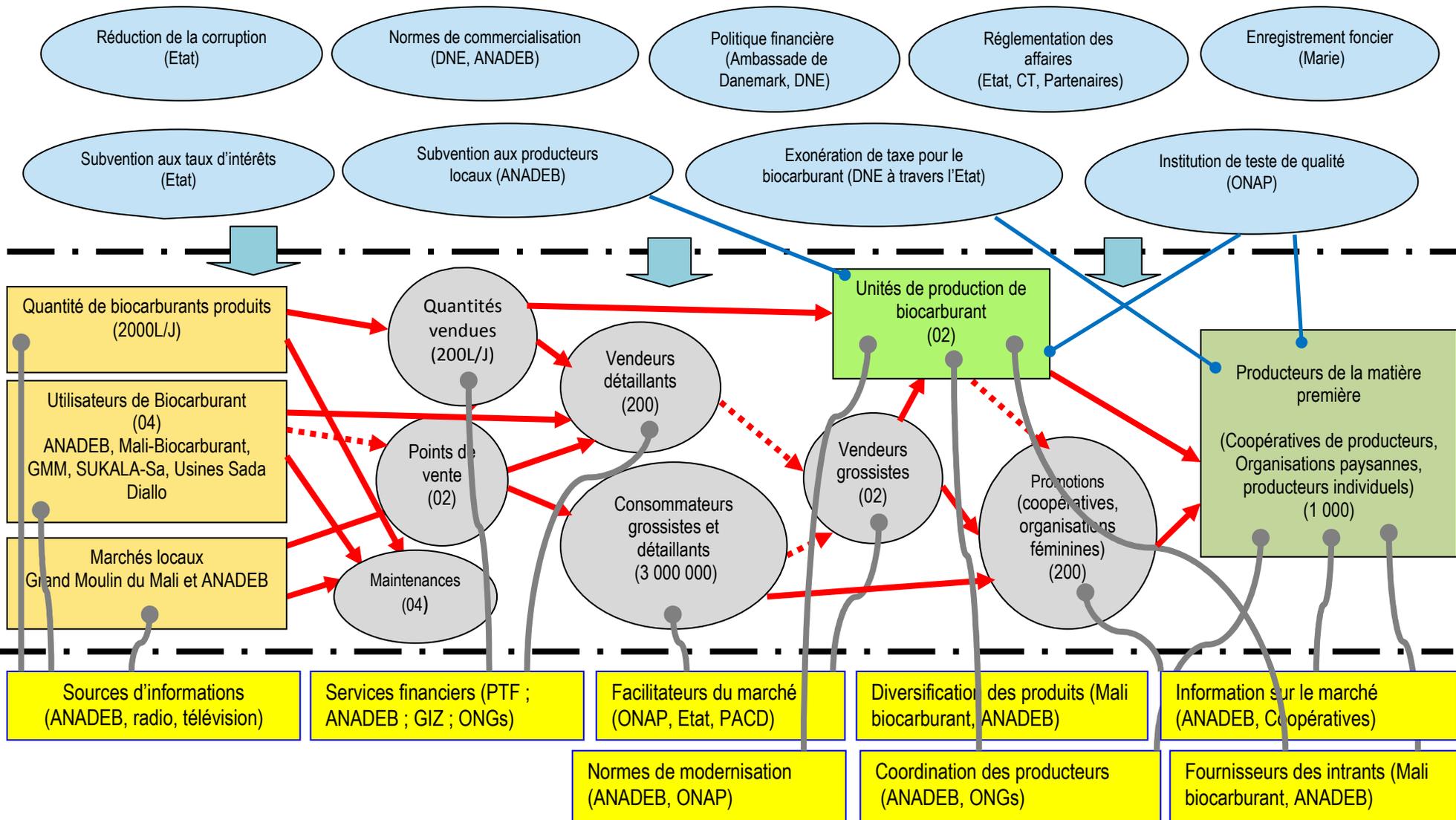
**Figure 7: Cas des foyers améliorés**

- Il existe au moins un point de vente de FA dans chaque grand marché du pays.
- Deux entités spécialisées dans l’assemblage et le montage et la fabrication de la partie céramique des F.A type Sewa (l’entreprise Sewa kadji, la coopérative jama Djigui).  
Quant la fabrication des autres types de foyers améliorés, il existe des forgerons spécialisés dans le domaine environs une dizaine de groupement de forgerons regroupés en association ou en coopérative.
- Les principaux producteurs de F.A se trouvent en général au sein des différents marchés du pays. En ce qui concerne le nombre de foyers produits l’AMADER détient des chiffres de ses coopératives productrices de F.A. mais ceux-ci ne couvre pas l’ensemble des producteurs de F.A.
- Les foyers Améliorés sont fabriqués à base de la tôle neuve ou des fûts provenant de la société Huicoma-Sa.

**Légende 4: Cas des foyers améliorés**

	Décideurs politiques (appuis institutionnels, gouvernance)
	Services d’assistance (appuis techniques et financiers)
	Corps du marché (Environnement propice aux affaires, chaîne de commercialisation)
	
	
	
	appuis institutionnels au marché
	Liens directs entre les différents acteurs du marché
	Liens indirects entre les différents acteurs du marché
	Liens entre les services d’assistance et les différents acteurs du marché
	Liens entre la partie institutionnelle et les différents acteurs du marché

Figure 7: Cas des biocarburants (biens de consommation-équipements non marchants)



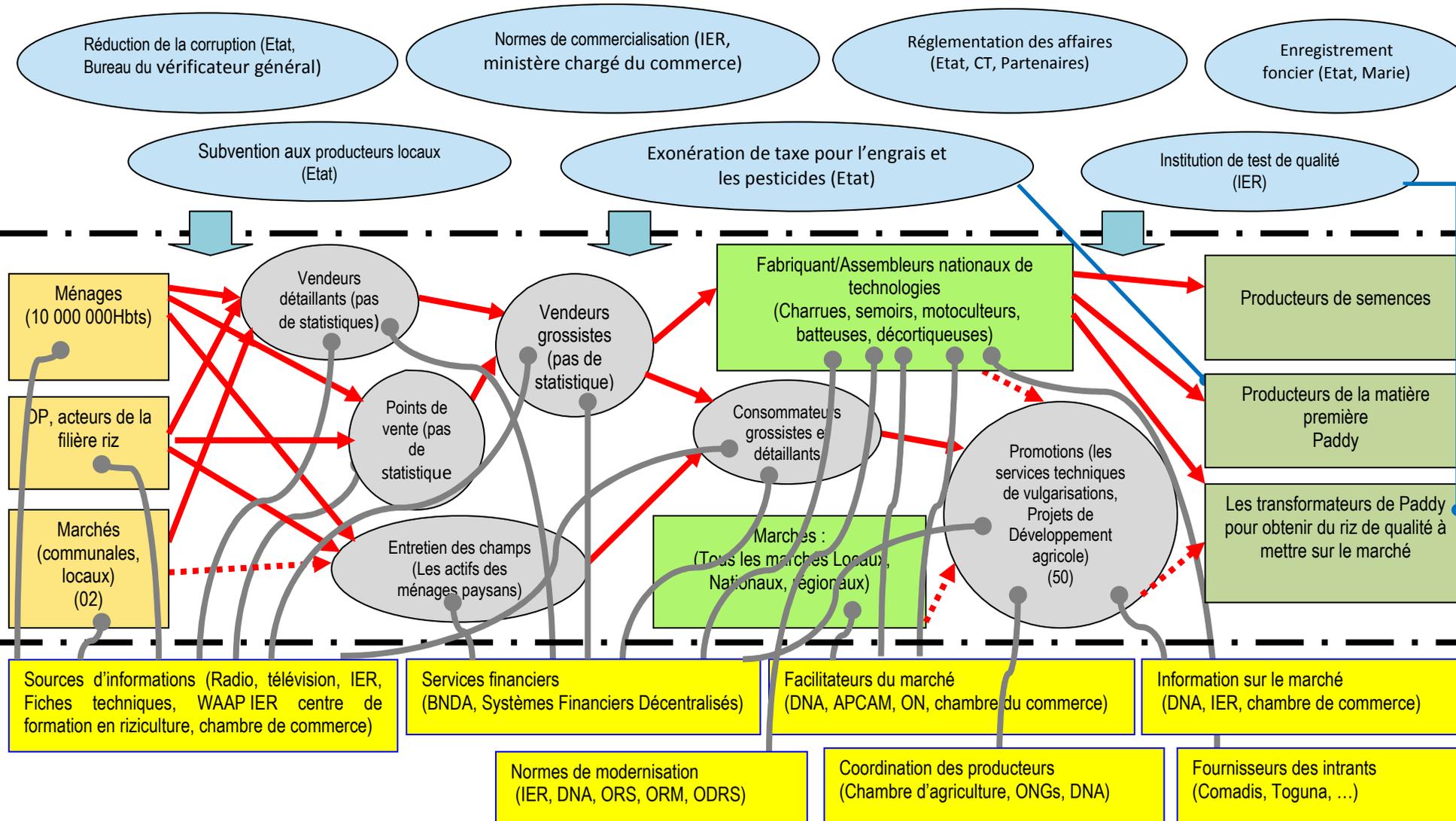
**Figure 8: Cas des biocarburants**

- Il existe (02) unités de productions de biocarburants, il s'agit de la société SUKALA-Sa et du Mali-biocarburant et ils sont aussi les vendeurs du produit.
- Quant à la maintenance elle est assurée par les techniciens qui s'occupent de la maintenance des moteurs fonctionnant avec le biocarburant. L'utilisation des biocarburants provoque l'encrassement des chambres à combustions et le gommage des injecteurs. Actuellement l'Ecole Nationale D'ingénieurs du Mali (ENI) fait des recherches sur les moteurs biodiesels.
- Quant à la vente du biocarburant elle est faite par les deux unités de production, il s'agit du Mali-biocarburant qui vend du biodiesel et la société SUKALA-Sa qui vend du Bioéthanol dont la plupart est destinée pour l'exportation.
- Les plus grands consommateurs de biocarburants sont les usines Sada Diallo, le Mali-Biocarburant, l'ANADEB, et les Grands moulins du Mali.

**Légende 5: Cas des biocarburants**

	Décideurs politiques (appuis institutionnels, gouvernance)
	Services d'assistance (appuis techniques et financiers)
	Corps du marché (Environnement propice aux affaires, chaîne de commercialisation)
	
	
	
	appuis institutionnels au marché
	Liens directs entre les différents acteurs du marché
	Liens indirects entre les différents acteurs du marché
	Liens entre les services d'assistance et les différents acteurs du marché
	Liens entre la partie institutionnelle et les différents acteurs du marché

Figure 9: Cas des Systèmes de Riziculture Intensive – SRI (biens de consommation)



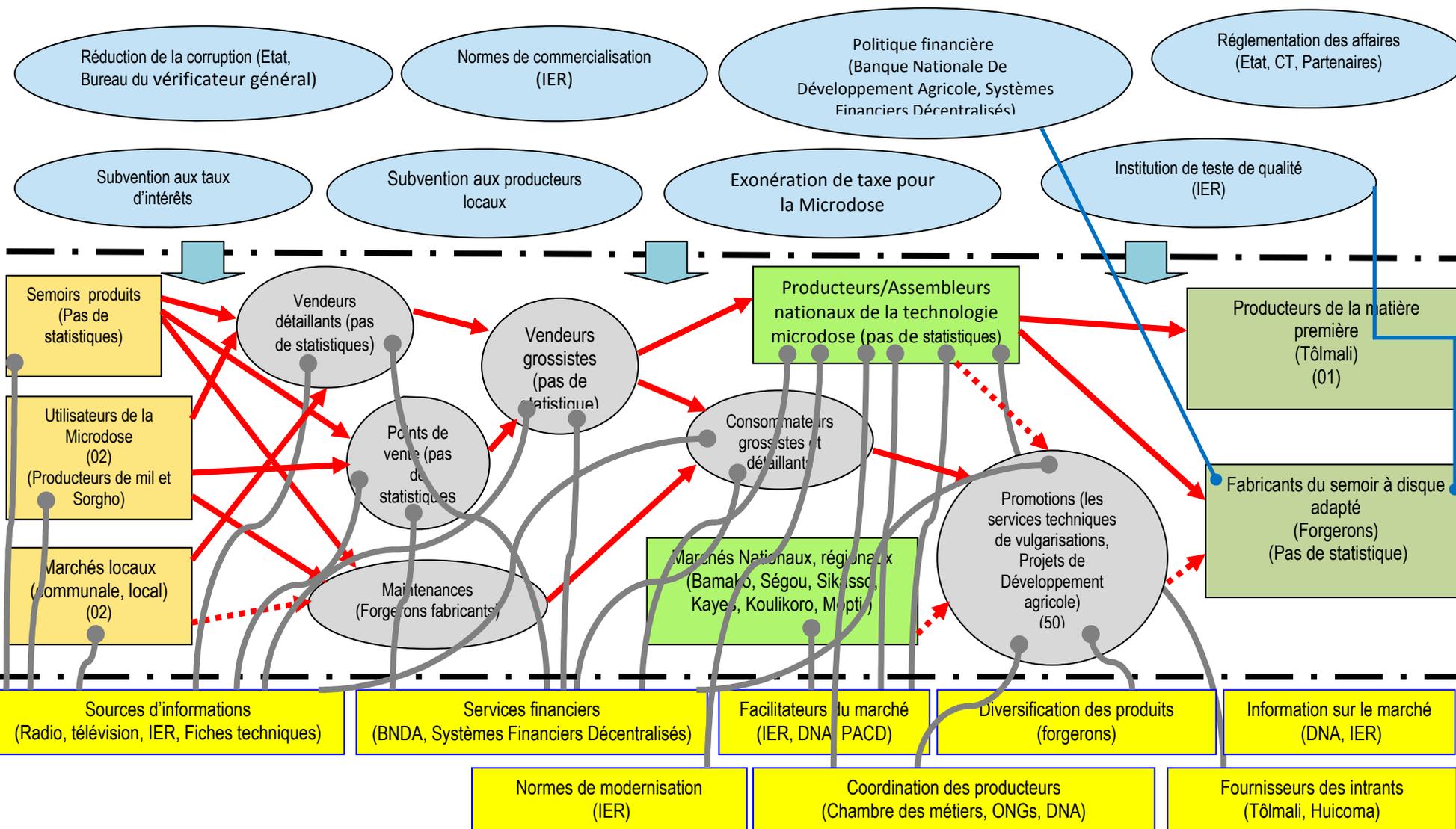
**Figure 10: Cas des Systèmes de Riziculture Intensive-SRI**

- Dans le pays il existe une cinquantaine de services techniques qui assurent et de Projets de Développement agricole qui assurent la vulgarisation de la technologie SRI.
- Le riz est vendu près que dans tous les marchés du pays et plus de la moitié de la population consomme le riz.

**Légende 6: Cas des Systèmes de Riziculture Intensive – SRI**

	Décideurs politiques (appuis institutionnels, gouvernance)
	Services d'assistance (appuis techniques et financiers)
	Corps du marché (Environnement propice aux affaires, chaîne de commercialisation)
	
	
	
	appuis institutionnels au marché
	Liens directs entre les différents acteurs du marché
	Liens indirects entre les différents acteurs du marché
	Liens entre les services d'assistance et les différents acteurs du marché
	Liens entre la partie institutionnelle et les différents acteurs du marché

Figure 11: Cas de la microdose (liée à l'utilisation des engrais)



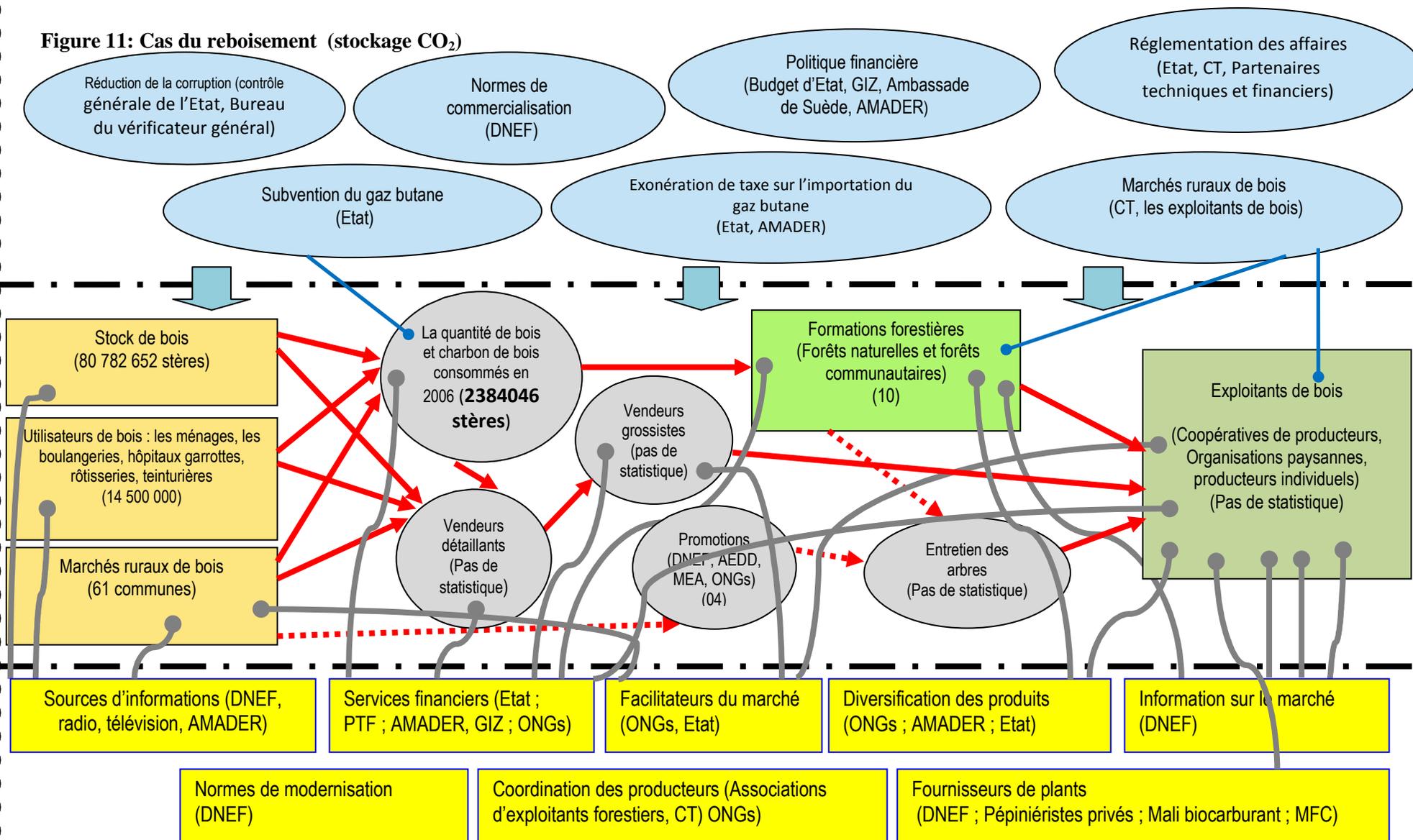
**Figure 7: Cas de la Microdose (lier à l'utilisation des engrais)**

- Pour la fabrication des semoirs la matière première utilisée est la tôle neuve. L'usine Tôlmali est la seule unité fabricante de tôle au Mali, mais toute fois il existe des commerçants importateurs de tôles neuves.
- Les principaux utilisateurs de la technologie Microdose sont les producteurs de mil et de sorgho, et le produit est vendu dans près que tous les marchés locaux du pays.

**Légende 7: Cas de la Microdose (lier à l'utilisation des engrais)**

	Décideurs politiques (appuis institutionnels, gouvernance)
	Services d'assistance (appuis techniques et financiers)
	Corps du marché (Environnement propice aux affaires, chaîne de commercialisation)
	
	
	
	appuis institutionnels au marché
	Liens directs entre les différents acteurs du marché
	Liens indirects entre les différents acteurs du marché
	Liens entre les services d'assistance et les différents acteurs du marché
	Liens entre la partie institutionnelle et les différents acteurs du marché

Figure 11: Cas du reboisement (stockage CO<sub>2</sub>)



Dix (10) types de formations forestières ont été identifiés et déterminés sur la base de la nomenclature PIRL, des résultats de l'interprétation des images satellitaires LANDSAT 7 TM et des informations dendrométriques issues de l'évaluation des ressources ligneuses. Le tableau ci-dessous récapitule les types de formations forestières et leur superficie:

**Tableau 16 : Superficie des formations forestières au Mali**

n°	Formations forestières	Superficies (ha)
1	Savanes arborées + savanes vergers	1 118 122
2	Savanes boisées	683 989
3	Savanes arbustives	861 875
4	Jachères	583 613
5	Savanes vergers	365 109
6	Forêts claires	174 366
7	Galerias forestières	18 212
8	Savanes herbeuses ou /et bowé arborés	14 043
9	Plantation	7 247
	<b>Total</b>	<b>3 826 576</b>

Source : Etudes cartographiques SDA Bamako 2006.

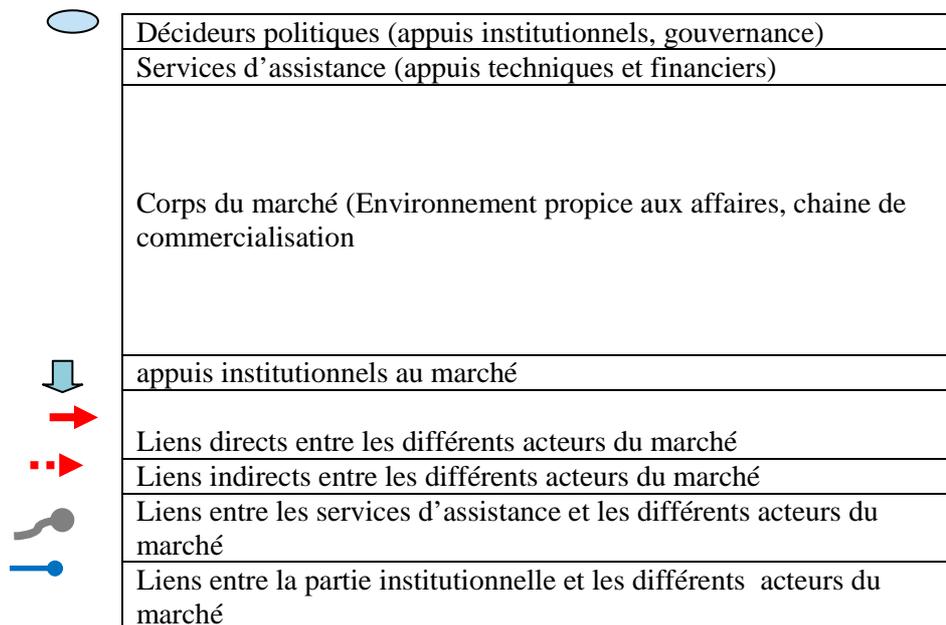
**Figure 8 : Cas du reboisement (stockage CO<sub>2</sub>)**

- Le *stock brut* de bois est le volume total de bois sur pieds, toutes espèces confondues. Il peut être exprimé en m<sup>3</sup>, en tonne ou en stère.
- Le *stock bois énergie* est le volume de bois des essences forestières utilisées ou utilisables comme combustibles ligneux. Il peut aussi être exprimé en m<sup>3</sup>, stères ou tonne.

**Les résultats obtenus sont :**

- un stock brut de 80 782 652 stères.
- un stock bois énergie de 47 506 090 stères
- Un (01) m<sup>3</sup> = 2,3 stères ; Un (01) stère est égal 0,33 tonne
- La quantité de bois et charbon de bois consommés en 2006 est 2384046 stères ;
- Il existe (05) grand marché de bois dans le pays Bamako, Kayes, Koulikoro, Ségou, Sikasso, repartis dans 61 communes.

**Légende 8 : Cas du reboisement**



Mali

## Annexe IV. Idées de projets/programmes pour la diffusion des technologies

### 4.1 Secteur Energie

#### A- Projets/Programmes: Réalisation de microcentrales hydroélectriques.

##### 1. Introduction/Contexte :

Les enjeux énergétiques ont amenés le Mali à se doter d'outils adéquats en vue d'apporter une solution à l'accès des populations aux énergies modernes. Le cadre de référence pour l'électrification rurale et la politique énergétique en sont les outils essentiels.

Le constat actuel est que la demande d'énergie électrique dans le périmètre de concession de la société Energie du Mali et en milieu rural croît rapidement, notamment avec l'urbanisation et l'industrialisation. Cela exige le renforcement du potentiel de production pour suivre la demande.

A cette situation s'ajoute le coût élevé d'acquisition du fuel pour faire fonctionner les centrales thermiques ce qui a pour conséquence le renchérissement du coût de cession du kWh pour la société EDM-Sa et les opérateurs de l'Agence Malienne pour le Développement de l'Electrification Rurale (AMADER). En effet la production électrique des zones rurales est quasiment assurée par des centrales thermiques fonctionnant aux énergies fossiles dont le Mali est importateur net avec une influence négative sur la balance commerciale.

Ainsi, la construction de microcentrales hydroélectriques se justifie pour contribuer à renforcer les systèmes énergétiques par une production d'énergie à grande potentialité de réduction des émissions de GES, avec un coût de KWh abordable.

##### 2. But et objectif :

Le projet vise à construire des microcentrales hydroélectriques dans les régions de Kayes (Billy, Koundji, Keniéto), Sikasso (Woroni 1 et 2, Farako1, Nimbougou), et Ségou (Markala, Talo) et Diénné.

La construction d'un tel ouvrage se justifie pour contribuer à renforcer les systèmes énergétiques des zones enclavées du pays. Elle contribuera à diminué la déserte électrique, tout en contribuant au développement socioéconomique du pays et a la lutte contre la pauvreté au Mali par l'intégration

des énergies renouvelables dans les systèmes de production d'électricité en milieu rural.

Elle favorisera la croissance économique par la création d'emploi via les entreprises locales et internationales.

##### 3. Relations aux priorités de développement durable du pays

La politique énergétique nationale (PEN) adoptée en 2006, a pour objectif global de contribuer au développement durable du pays, à travers la fourniture des services énergétiques accessibles au plus grand nombre de la population et favorisant la promotion des activités socioéconomiques.

Cette politique énergétique du Mali vise à satisfaire les besoins énergétiques à moindre coût et à accroître la couverture électrique du pays de 14% en 2004 à 45% en 2010 et 55% en 2015. Elle met l'accent sur l'utilisation des énergies renouvelables dont l'hydroélectricité.

##### 4. Résultats attendu du projet

Le projet vise à atteindre les résultats suivants :

- développement socioéconomique du pays ;
- création d'emploi ;
- augmentation de la déserte électrique et satisfaction des besoins énergétiques des populations locales ;
- fourniture des services énergétiques modernes accessibles au plus grand nombre de la population et à moindre coût ;
- contribution à la lutte contre les changements climatiques par la réduction des émissions de GES.

##### 5. Portée du projet et la mise en œuvre possible

Le projet compte sur l'appui financier des partenaires technique et financier pour sa réalisation à travers la mobilisation des ressources locales et la participation des populations de la localité prévue pour son exécution, avec un coût de réalisation estimé à 555 milliards de Francs CFA, sur une période de (05) ans.

Le projet peu être évaluer en fonction des services énergétiques rendus aux populations et de son impact socioéconomique.

##### 6. Complications possibles et défis :

La mobilisation des ressources financières et matérielles est un défi important pour la réalisation de tels ouvrages.

Le projet est confronté à d'autres contraintes pour sa réalisation :

**Mali**

- manque de ressources humaines qualifiées dans la construction d'une installation hydroélectrique.
- manque de cohérence entre les différents acteurs du secteur de l'électricité.
- Prises de décisions unilatérales au niveau gouvernemental ;
- cadre institutionnel et réglementaire insuffisant ;
- coûts des équipements hydroélectriques et la construction d'un barrage hydroélectrique trop élevé.
- insuffisance d'octroi de financement auprès des institutions financières.

**7. Responsabilités et de la coordination :**

Le projet pourra être exécuté sous le contrôle de la Direction Nationale de l'Energie, avec l'appui des services techniques déconcentrés de l'Etat impliqués dans la réalisation des barrages Hydroélectriques et de l'apport des partenaires techniques et financiers (PTF).

## **B - Projets/Programmes: de production de transformation et d'utilisation locale des biocarburants comme substitut au combustible fossile**

**1. Introduction/contexte**

Une très grande part de nos importations d'hydrocarbures est destinée au transport (très cher pour l'Etat). Or, le biodiesel issue du pourghère peut être directement utilisé pour les mêmes moteurs à des proportions connues et limitées. Ainsi, l'Etat pourrait avec ses partenaires fixer un objectif de production de biodiesel égal à 25% des 1 millions de tonnes annuelles de pétro-diesel importé.

**2. But et objectif :**

Le projet a pour objectif de réduire la contribution des combustibles fossiles dans la consommation énergétique globale du pays de 40% d'ici 2020 et de développer la filière des biocarburants notamment le pourghère, pour divers usages (production d'électricité, transport, motorisation agricole etc.) ; etc.

**3. Relations aux priorités de développement durable du pays :**

La politique énergétique du Mali a pour objectif de contribuer au développement durable du pays par la promotion des biocarburants comme combustible de substitution aux pétro-diesels.

La production de biocarburant s'inscrit aussi dans le cadre de la lutte contre la déforestation par la plantation des plans de Pourghère.

**4. Résultats attendu du projet :**

- les résultats attendus de ce projet/programme sont les suivants :
- lutte contre l'exode rural et la promotion de l'emploi féminin;
- Création d'une source supplémentaire de carburant, favorable à l'indépendance énergétique et, éventuellement, substitut au pétrole qui se raréfie ;
- création d'un débouché agricole et d'une activité agro-industrielle nouvelle ;
- réduction des gaz à effets de serre (GES);
- diversification des activités agricoles et valoriser les coproduits.

**5. Portée du projet et la mise en œuvre possible :**

Le projet vise à substituer 25% de produits pétroliers importés, par la production de biocarburant. Pour son financement il compte sur l'appui financier du gouvernement du Mali et des partenaires techniques et financiers.

La durée des activités du projet peut s'étendre sur une période de (05), avec un financement estimé à 25 milliards de Francs CFA.

Le projet peut être évalué par le nombre d'unités fonctionnelles et les quantités produites de biocarburants à travers le Mali.

**6. Complications possibles et défis :**

Le manque de stratégie nationale formalisée pour le développement des biocarburants, l'insuffisance de l'implication des bailleurs de fonds et la coordination insuffisante des actions (absence de cadre de concertation entre les différents intervenants, cloisonnement sectoriel des projets et programmes, arbitrage inexistant entre les catégories d'investisseurs avérés ou potentiels) constituent des défis à lever pour la mise en œuvre du projet.

La filière se trouve confronté à d'autres contraintes telles :

- La disponibilité des espaces pour la culture des plantes destinées à la production du biocarburant ;
- Manque d'information et de sensibilisation sur la technologie ;
- L'implication massive des acteurs des filières ;
- Coût d'acquisition du produit fini trop élevé par rapport aux combustibles fossiles ;
- Moyens financiers et matériels ;

**Mali**

- Indisponibilité des crédits aux près des banques ;
- Insuffisance dans l'implication des bailleurs de fond.

**7. Responsabilités et de la coordination :**

Le projet pourra être exécuté sous le contrôle de l'Agence Nationale des Biocarburants (ANADEB), avec l'appui des services techniques déconcentrés de l'Etat impliqués.

**C- Projets/Programmes: Diffusion de foyers améliorés pour lutter contre la déforestation****1. Introduction/Contexte :**

Le Mali est un pays dont la forêt couvre 32 millions d'hectares de parc nationaux et de réserves fauniques. Le paradoxe est que dont 90% des besoins énergétiques des ménages proviennent des combustibles ligneux (bois et charbon de bois), avec une croissance démographique de la population de plus de 2.5 millions d'habitants entre 2000 et 2010, avec un taux de croissance annuel moyen de 3,6 sur la période 1998-2009. La consommation en bois énergie de la seule ville de Bamako est estimée en 2010 à 876 935, 652 tonnes équivalent de bois avec une projection de (1 066 926,52 et 1 282 624,35) tonnes équivalents de bois entre 2015 et 2020 (source: SDA-2010). La consommation énergétique du pays, provienne en grande partie (81%) du bois et charbon de bois, largement devant les produits pétroliers (16%) et l'électricité (3%). Cette surexploitation crée une pression forte sur les forêts et accélère la désertification. Une Promotion de l'utilisation intensive des énergies issues de la valorisation de la biomasse, des déchets : Biogaz, briquelette combustible, foyer amélioré contribue à diminuer la coupe abusive des bois, de lutter contre la déforestation, la désertification et de satisfaire aux besoins énergétiques dans les industries et dans les ménages.

**2. But et objectif :**

Le projet a pour but de lutter contre les changements climatiques, la désertification et de diminuer la pression sur les ressources forestières, par la mise aux points des foyers améliorés pour assurer un développement durable.

**3. Relations aux priorités de développement durable du pays**

Les foyers améliorés permettent d'économiser plus de 50% de la quantité de charbon de bois, et contribuent ainsi à la réduction de la pression sur le couvert végétal, à la lutte contre la déforestation, à

la désertification et permet aussi de satisfaire aux besoins énergétiques des ménages pour la préparation de leur aliments.

**4. Résultats attendu du projet**

Le projet vise à atteindre les résultats suivants :

- Le développement socioéconomique du pays est assuré;
- une réduction de la consommation et la coupe abusive du bois à travers tout le pays.
- Les normes pour la conception des foyers améliorés sont métrisées par es forgerons ;
- un label de qualité est instauré;
- Les besoins énergétiques des ménages sont satisfaits;
- La protection de l'environnement est assurée.
- Les maladies respiratoires du aux particules fines sont évitées.
- L'hygiène de la cuisine est améliorée ;
- Une économie du revenu familial est visible ;
- Les femmes ont une bonne gestion du temps de travail ;
- Une réduction de la consommation du bois et charbon de bois est visible chez les femmes dans les ménages ;
- Les femmes ont du temps à se consacrer aux soins de leurs enfants.

**5. Portée du projet et la mise en œuvre possible**

Le projet compte sur l'appui technique et financier des bailleurs de fonds pour sa mise en œuvre. Dans le cadre de sa réalisation le projet compte mobiliser un financement de 4 milliards de francs CFA auprès des bailleurs pour bien mener ses activités. Il sera exécuté sur une période de (05) ans renouvelables.

Le projet peut être évalué en fonction du nombre de ménages disposant d'un foyer amélioré, les statistiques sur la diminution de la quantité de bois coupée dans les forêts, le nombre de forgerons formés. Il pourra aussi être évalué durant tout son cycle sur la base de son taux de réussite des actions réalisées.

**6. Complications possibles et défis**

La mobilisation des ressources financières et matérielles et de trouver un partenaire engagé est un défi important pour la réalisation d'un tel projet.

Des problèmes et contraintes demeurent toujours dans le sous secteur ; il s'agit essentiellement :

- Des insuffisances de la fiscalité sur le bois-énergie qui ne permet toujours pas d'amener le bois-énergie à son coût économique réel ;

**Mali**

- De la faiblesse du contrôle forestier et de la marginalité de la production des briquettes combustibles.
- Les distorsions de prix des combustibles domestiques ;
- Insuffisance de financement pour les combustibles de substitution au bois-énergie ;
- Le coût de financement de la technologie des foyers améliorés élevé ;
- Le prix de la matière première pour la réalisation des foyers couteux ;
- Les difficultés dans l'acquisition de la matière première ;
- L'insuffisance d'information, sensibilisation, de la population locale sur la technologie ;
- Le cadre institutionnel, réglementaire et fiscal peu propice à la gestion des ressources ligneuses ;
- La très faible implication des opérateurs économiques privés et des collectivités rurales dans la gestion du sous-secteur des énergies traditionnelles ;
- Le transfert de la technologie n'est pas effectif ;
- L'acquisition des prêts bancaires quasi inexistants.

**7. Responsabilités et de la coordination :**

Le projet pourra être exécuté sous le contrôle de l'Agence Malienne pour le Développement de l'Energie Domestique et de l'Electrification Rurale (AMADER), avec l'appui des ONG.

**D- Projets/Programmes: Réalisation de centrales solaires photovoltaïques pour l'électrification rurale.****1. Introduction/contexte :**

Les enjeux énergétiques ont amenés le Mali à se doter d'outils adéquats en vue d'apporter une solution à l'accès des populations aux énergies modernes. Le cadre de référence pour l'électrification rurale et la politique énergétique en sont les outils essentiels. Le taux d'électrification rurale est d'environ 12%.

Le constat actuel est que la demande d'énergie électrique dans le périmètre de concession de la société Energie du Mali et en milieu rural croît rapidement, notamment avec l'urbanisation et l'industrialisation. Cela exige le renforcement du potentiel de production pour suivre la demande.

A cette situation s'ajoute le coût élevé d'acquisition du fuel pour faire fonctionner les

centrales thermiques ce qui à pour conséquence le renchérissement du coût de cession du kWh pour la société EDM-Sa et les opérateurs de l'Agence Malienne pour le Développement de l'Electrification Rurale (AMADER). En effet la production électrique des zones rurales est quasiment assurée par des centrales thermiques fonctionnent aux énergies fossiles dont le Mali est importateur net avec une influence négative sur la balance commerciale.

Ainsi, l'extension de la production et de la distribution de l'électricité par la réalisation de champs solaires photovoltaïques en substitution à des groupes diesel existant permettrait d'augmenter la déserte énergétique dans le pays.

**2. But et objectif :**

L'objectif principal du projet est de contribuer au développement socioéconomique et à la lutte contre la pauvreté au Mali par l'intégration des énergies renouvelable dans les systèmes de production d'électricité, notamment en milieu rural, par le renforcement de centrales thermiques existantes avec la réalisation des centrales solaires photovoltaïques dans 40 localités.

**3. Relations aux priorités de développement durable du pays :**

Un des atouts majeur du système énergétique au Mali est l'existence d'un potentiel important en énergie solaire, avec un potentiel d'ensoleillement de 6KWh/m<sup>2</sup>j. L'exploitation de ce potentiel par la construction de centrale solaire permet de contribuer au développement durable du pays.

**4. Résultats attendu du projet :**

Les résultats attendus de ce projet/programme sont les suivants :

- amélioration du cadre de vie des populations bénéficiaires ;
- augmentation du taux d'électrification ;
- création d'emploi ;
- réduction de la dépendance envers les produits pétroliers ;
- allègement du travail des femmes ;
- réduction des GES et absence de nuisance sonores.

**5. Portée du projet et la mise en œuvre possible :**

Le projet vise à électrifier 40 localités réparties sur l'ensemble du territoire national par des systèmes de centrales solaires photovoltaïques sur une période de (05) ans, avec un coût de financement estimé à 17 milliards de Francs CFA. Aussi dans le

**Mali**

cadre de l'électrification rurale se sont les localités ayant un besoin énergétique conséquent et une rentabilité économique avérée qui seront les plus concernées.

Le projet peut être évalué en fonction des services énergétiques rendus aux populations et de la quantité de KWh solaire vendu mais aussi des puissances installées et aussi au début des activités à mi-parcours et à la fin du projet par des audits internes et sur la base des activités réalisées.

**6. Complications possibles et défis :**

Le coût élevé d'acquisition des équipements solaires et l'acquisition de site d'installation constituent les défis majeurs du projet.

Les contraintes auxquels le projet fait face sont de plusieurs ordres :

**6.1 Les obstacles financiers et économiques:**

- Coûts élevés des équipements,
- Absence de crédit à l'importation au niveau des banques,
- Faible implication des banques dans le financement des systèmes solaires,
- Faible pouvoir d'achat des utilisateurs.

**6.2 Les obstacles d'ordres institutionnel et réglementaire**

- manque de collaboration entre les différents acteurs,
- absence de volonté pour la production interne de certains équipements,
- insuffisance de mesures d'incitations,
- insuffisance du niveau d'implication des compagnies d'électricité.

**6.3 Les obstacles liés à l'information**

- insuffisance d'information des décideurs qui se reflète par le faible niveau d'engagement politique,
- manque d'information des utilisateurs (ignorance de l'énergie solaire comme solution alternative),

**6.4 Les obstacles liés à l'adéquation Formation / Recherche & Développement**

- insuffisance de la recherche pour le développement des systèmes solaires,
- manque d'expertise nécessaire à la production et à la maintenance,
- manque de ressources financières pour soutenir la recherche.

**7. Responsabilités et de la coordination :**

Le projet pourra être exécuté sous le contrôle de l'Agence Malienne pour le Développement de l'Energie Domestique et de l'Electrification Rurale (AMADER), avec l'appui des services techniques déconcentrés de l'Etat, des ONG, des opérateurs privées évoluant dans les sous secteurs des énergiques renouvelables.

**4.2 Secteur Agriculture****A Projets/programmes de promotion de la productivité rizicole par le SRI****1. Contexte et Justification :**

La riziculture irriguée est pratiquée par des milliers de paysans au Mali. Cette riziculture repose sur une inondation quasi permanente des rizières, qui est source d'énorme production de méthane. Selon la communication initiale du Mali élaboré en 2000, la riziculture de submersion libre combinée avec l'utilisation des engrais chimiques constitue une importante source d'émission de méthane. C'est pourquoi il est important de promouvoir une agriculture durable en conciliant l'ambition d'une production agricole optimale avec le respect de l'environnement. Il existe des méthodes culturales innovantes comme le système de riziculture intensive qui peuvent être utilisées pour améliorer les rendements rizicoles. Ce système a été mis au point à Madagascar par le Père Henri de Laulanié et permet d'améliorer considérablement les rendements et sans avoir besoin de recourir à l'achat d'intrants souvent onéreux et difficilement accessibles aux petits paysans.

**2. But et objectif :**

Le projet a pour objectif d'améliorer les rendements rizicoles et de réduire les émissions de gaz à effet de serre à travers l'adoption à large échelle du système de riziculture intensive.

**3. Relations avec les priorités de développement durable du pays :**

Ce projet cadre parfaitement avec les priorités du pays comme indiqué dans le Cadre Stratégique de Croissance pour la Réduction de la Pauvreté (CSCR), seul cadre et unique de référence en vigueur de 2012-2017 pour toutes les stratégies de développement du Mali. Le CSCR a comme ambition dans le domaine du développement rural, de faire du Mali une puissance agro-pastorale sous régionale, où le secteur Agricole est un moteur de l'économie nationale, assurant la sécurité alimentaire des populations urbaines et rurales et générant des emplois et des revenus significatifs

**Mali**

dans une logique de développement durable et respectueux de l'environnement. Parmi les défis identifiés pour l'atteinte de cet objectif on peut noter entre autres:

- L'accroissement de la productivité et les rendements de la production végétale,
- Un accroissement de l'accès aux intrants,
- La diffusion des techniques et technologies d'amélioration des productions,
- L'amélioration de l'accès à une information de qualité sur l'amélioration des techniques agronomiques, les systèmes de production et la préservation de la qualité des produits, au moyen de services de vulgarisation agricole adéquats,
- La modernisation des exploitations agricoles familiales et faire du paysan, de l'éleveur et du pêcheur maliens de vrais entrepreneurs.
- L'amélioration du cadre institutionnel et des mécanismes d'incitation du secteur privé, à tous les niveaux de la chaîne de la production, de la transformation et de la commercialisation, notamment pour ce qui concerne le régime foncier et les droits de propriété, l'accès au crédit et les mécanismes de crédit pour les intrants (crédits de campagne).

**4. Résultats attendu du projet :**

Le projet vise à atteindre les résultats suivants :

- L'augmentation du rendement et de la production de riz au Mali,
- Réduction des émissions de méthane liées à la culture du riz,
- L'économie de l'eau et la gestion durable des sols,
- Augmentation des revenus des riziculteurs.

Pour atteindre ces résultats la stratégie du projet consistera à :

- L'élaboration de supports de formation
- Organisation de séries de formation des paysans,
- Mise en place d'un système d'information sur le SRI/réseau,
- Recherche pour le développement d'équipements pour réduire la demande en main d'œuvre

**5. Portée du projet**

Le projet va couvrir tout le territoire national. Le coût du financement est estimé à environ 15 milliards de FCFA sur 5 ans

**6. Risques**

**Les contraintes majeures sont :**

- Non disponibilité de la fumure organique
- Résistance aux changements des habitudes/pratiques
- Forte demande en main d'œuvre pour le repiquage,
- La disponibilité des équipements comme la sarcluse et la barre de nivèlement.

**7. Coordination**

Le projet sera placé sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et sera mis en œuvre à travers les institutions de recherche comme (IER, l'IPR, l'office du Niger, l'office riz Mopti et Ségou, etc) et les faitières des organisation paysannes.

**B-Projets/programmes : Réalisation d'unités de montage des équipements adaptés pour le développement de la technique de microdose.**

**1. Contexte et Justification :**

Le Mali est un pays essentiellement agricole. Le secteur de l'agriculture contribue pour 45% du PIB, 75% des recettes d'exportation et occupe environ 85% de la population.

L'indice de pauvreté est plus prononcé en milieu rural qu'en milieu urbain (66% contre 34 % selon le CSLP).

La promotion véritable et soutenue du sous secteur à travers des actions nouvelles et durables et subséquemment l'amélioration sensible des productions agricoles s'avère une nécessité pour le développement de l'économie nationale.

A l'heure actuelle, le sous-secteur de l'agriculture et spécifiquement le sol, l'un des principaux facteurs de production connaissent des difficultés:

- La faiblesse de l'intensification, elle-même liée au coût élevé des intrants dont les engrais minéraux. Le taux d'utilisation des engrais est estimé 23-30 kg/ha, inférieur au taux recommandé par la réunion d'Abuja sur l'utilisation des intrants agricoles (50 kg/ha)
- Le niveau d'équipement faible des exploitations agricoles. Selon le RGA (2004), seules 13 % en moyenne des exploitations possèdent un multicultureur, 53 % possèdent une charrue ,5% une houe asine et 15 % un semoir.
- La baisse de la fertilité des sols suite à leur utilisation abusive, l'érosion éolienne et hydrique , la faible compensation des pertes de nutriments exportés par les cultures dans

**Mali**

un système d'exploitation où domine l'agriculture extensive et le nomadisme agricole qui lui est lié, la coupe abusive de bois, etc.

Les rendements des principales cultures céréalières au Mali qui sont les cultures pluviales à savoir mil, sorgho, maïs et riz de bas fonds ou de décrue sont sérieusement affectés, entraînant des crises alimentaires plus ou moins sévères selon les années.

La baisse de la production agricole crée des phénomènes d'insécurité alimentaire avec ses corollaires : exode des jeunes vers les villes, paupérisation continue des populations rurales, notamment les femmes

Face à ce phénomène de dégradation et de la baisse des rendements agricoles, les producteurs en vue d'avoir une meilleure production ont recouru à l'utilisation abusive de la fertilisation minérale, qui a non seulement un impact négatif sur l'environnement mais aussi a un coût moins abordable pour les producteurs. Ainsi en vue de minimiser les coûts liés à l'utilisation des engrais minéraux et d'autre part d'augmenter la production agricole, il importe que des alternatives soient développées, afin de contribuer à la réalisation des objectifs de développement durable. C'est dans cette optique que le présent projet est élaboré.

**2. But et objectif :**

L'objectif du projet est faciliter l'accès des paysans aux équipements nécessaires pour pratiquer la microdose en vue d'accroître la productivité agricole.

**3. Relations avec les priorités de développement durable du pays :**

La réalisation de ce projet s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre du programme de Développement Economique et Social et en accord avec le Cadre Stratégique pour la Croissance et la Réduction de la Pauvreté.

**4. Résultats attendu du projet :**

Les résultats attendus des projets sont :

- Une unité de montage de semoirs équipés en disque adapté est disponible ;
- Les producteurs sont formés à la technique de placement mécanique ;
- L'expertise des forgerons fabriquant les pièces de rechanges est renforcée;
- Les conditions d'octroi de crédit des banques sont accessibles aux producteurs;

**5. Portée du projet**

Ce projet est un projet d'envergure nationale et à pour cible les producteurs de mil, sorgho, riz sésame, fonio. Pour la mobilisation des fonds le projet compte sur l'apport du gouvernement Malien, et la contribution des partenaires techniques et financiers pour un coût estimatif de 10 milliards de francs CFA, sur une période de (05) ans.

Un mécanisme de suivi-évaluation sera mis en place. Il comporte une évaluation interne sur la base des documents de suivi, une évaluation nationale par des spécialistes nationaux en suivi et évaluation des projets types, des audits internes. Une évaluation à mi-parcours par un spécialiste international, une évaluation finale qui détermine si le projet a atteint ses objectifs.

Les indicateurs ci-dessous permettent de mesurer l'atteinte des objectifs assignés au projet :

- l'augmentation du taux d'équipement des producteurs en semoirs adaptés à la microdose ;
- les pièces de rechanges sont disponibles dans les points de vente;
- 60% des producteurs maîtrisent la technologie microdose.

**6. Risques :**

- Le manque d'engagement politique des décideurs à soutenir l'idée du projet et de sensibilisation auprès des paysans ;
- L'instabilité de l'environnement politique.

**7. Coordination:**

Sur un plan institutionnel le projet sera mis en œuvre sous la responsabilité d'un comité de pilotage et la supervision d'un coordinateur de projet, sous le contrôle du ministère de l'Agriculture à travers l'IER.

**B-Projets/programmes national de reboisement****1. Contexte et Justification :**

Le Mali est un pays sahélien confronté depuis plusieurs décennies à de nombreux problèmes environnementaux liés d'une part à la dégradation des ressources naturelles suite aux sécheresses consécutives et d'autre part à la détérioration progressive du cadre de vie en milieu urbain due à l'action anthropique.

Les effets cumulés de la croissance démographique et la pauvreté ont contribué à amplifier ces problèmes à travers la forte pression exercée sur les ressources naturelles. Le bilan de la problématique de l'environnement et l'état des

## Mali

ressources naturelles au Mali ont mis en exergue la nécessité de répondre à un certain nombre de défis environnementaux non seulement en milieu rural, mais aussi en milieu urbain et périurbain.

Dans le cadre des missions du Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement, la volonté de relever ces défis à travers l'élaboration d'une stratégie nationale sur le reboisement élaborée en 2004 vise à contribuer à la lutte contre la désertification et la pauvreté avec comme toile de fond la satisfaction des besoins en bois des populations, la création d'emploi tout en accordant une attention particulière aux groupes vulnérables : les femmes et les jeunes. Cette stratégie est assortie d'un plan quinquennal de reboisement de plus de 500 000 ha pour la période 2010-2014.

### 2. But et objectif :

Le but du programme est de reboiser les terres dégradées au Mali pour restaurer la capacité productive de ces terres et de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Ce qui permettra de générer des crédits carbone pour assurer la durabilité du programme.

Les objectifs spécifiques sont :

- Intensifier l'information et la sensibilisation des collectivités pour une prise en compte des actions de reboisement dans les plans de développement locaux,
- Augmenter la couverture végétale à travers la restauration des terres dégradées,
- Promouvoir la foresterie rurale à travers l'incitation aux plantations de production de bois et l'agroforesterie,

### 3. Relations avec les priorités de développement durable du pays :

La réalisation de ce projet s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre du plan quinquennal de reboisement 201-2014 qui vise à reboiser 550,000 hectares de terres dégradées dont 500 000 ha par

reboisement et 50 000 ha à travers la régénération naturelle assistée.

### 4. Résultats attendu du programme :

Les résultats attendus des projets sont :

- L'information et la sensibilisation des collectivités pour une prise en compte des actions de reboisement dans les plans de développement locaux sont intensifiées,
- La couverture végétale à travers la restauration des terres dégradées a augmentée,
- La foresterie rurale à travers l'incitation aux plantations de production de bois et l'agroforesterie est promue.

### 5. Portée du programme

Ce programme est d'envergure nationale et à pour cible l'ensemble des acteurs (Services techniques, Collectivités Territoriales, ONG et autres partenaires) pour mieux soutenir les actions de reboisement. Pour la mobilisation des fonds le programme compte sur l'apport du gouvernement Malien, et la contribution des partenaires techniques et financiers pour un coût estimé à 34 milliards de francs CFA, sur une période de 5 ans (2013-2017).

### 6. Risques:

- La faiblesse des ressources financières de l'Etat,
- L'insuffisance de suivi des reboisements effectués faute de moyens,
- La faible motivation des promoteurs des reboisements individuels, due aux litiges pouvant émaner du régime foncier,
- Le manque de coordination entre les différents acteurs.

### 7. Coordination :

Sur un plan institutionnel le programme sera mise en œuvre sous la responsabilité d'un comité de pilotage et la supervision d'un coordinateur de programme, sous le contrôle du ministère chargé de l'environnement à travers la direction nationale des Eaux et forêts.

Annexes V : Liste des parties prenantes concernées avec leurs contacts

**Mali**

**Annexe V. Liste des parties prenantes concernées avec leurs contacts**

**V.1 Liste des personnes rencontrées secteur Energie**

Noms et prénoms	Structures	Fonctions	Contacts
<b>Dr. Bayoko Abdoulaye</b>	Programme des Nations Unies Pour le Développement (PNUD)	Maitre de conférences, expert en changement Climatique Chargé des C.C au PNUD	66 72 70 11
<b>Dr. Moussa Barry</b>	Initiative Pauvreté Environnement (IPE) Mali	Coordinateur National	79 40 02 95/ 20 20 74 17
<b>M. Adama KEITA</b>	Direction Nationale de l'Energie (DNE)	Chef Division Etudes Générales et Planification	76225977
<b>M. Ahmadou Houna Sidibé</b>	CSLP (Cadre Stratégique de Lutte Contre la Pauvreté)	Chef Unité d'Etude Infrastructures et Secteurs Politiques	66 96 26 30
<b>M. Birama Diourté</b>	DNE	Chef section suivi projets programmes	76 18 28 10
<b>M. Dembélé Pierre</b>	Mali-Folkecenter Nyetaa	Coordinateur Projet Politiques Energétique et Changements Climatiques.	76 23 97 80
<b>M. Hamadoun Toure</b>	L'Agence malienne pour le développement de l'énergie domestique et de l'électrification Rurale (AMADER)	Responsables des produits de substitutions	76443703
<b>M. Mohamed Ouattara</b>	AMADER	Chef Service Electrification Rurale	76188511
<b>M. Oussoubi Mary DIARRA</b>	L'Agence nationale de développement des biocarburants (ANADEB)	Chef du Département Promotion des Investissement	76 30 91 18
<b>M. Sadio Koly Keïta</b>	CSLP (Cadre Stratégique de Lutte Contre la Pauvreté)	Analyste à l'Unité Développement des Infrastructures et des Secteurs Produc	74 72 50 32 66 72 14 40
<b>M. Sambou Sissoko</b>	Energie du Mali (EDM-SA)	Responsable de Projets de centrales hydrauliques	66741881
<b>M. Sidy Mohamed Coulibaly</b>	Direction Nationale de l'Energie (DNE)	Chef Section Etudes Générales	66844162
<b>M. Sinalou Diawara</b>	Direction Nationale de l'Energie (DNE)	Directeur National de l'Energie	2022453
<b>M. Souleymane Diarra</b>	Centre National de l'Energie Solaire et des Energies Renouvelables (CNESOLER)	Chef section photovoltaïque	79 13 05 69
<b>M. Souleymane Traoré</b>	L'Agence nationale de développement des biocarburants (ANADEB)	Chef département technique	

Annexes V : Liste des parties prenantes concernées avec leurs contacts

**Mali**

<b>M. Traoré Lasséni</b>	Mali-Folkecenter Nyetaa	Assistant du Coordinateur Projet Politiques Energétique et Changements Climatiques.	76 18 72 13
<b>M. Traoré Oumar</b>	Mali-Folkecenter Nyetaa	Ingénieur Agronome Biocarburants au MFC	Chargé des 65 67 00 21
<b>Mme.Thèra Aminata</b>	ANADEB	Directrice adjointe	66 69 67 99

Annexes V : Liste des parties prenantes concernées avec leurs contacts

**Mali**

**Liste des personnes rencontrées secteur de l'Agriculture**

Noms et prénoms	Structures	Fonctions	Contacts
<b>M. Amidou Sacko</b>	Groupe de Coordination des Zones Arides (GCOZA)	Coordinateur national	76 41 32 58
<b>Dr Adama Coulibaly</b>	Institut de Recherche Rurale (IER)	chef du département recherche	76 26 42 11
<b>Dr Bayoko Abdou laye</b>	Programme des Nations Unies Pour le Développement (PNUD)	Maitre de conférences, expert en changement Climatique Chargé des C.C au PNUD	66 72 70 11
<b>M Demba Diallo</b>	Direction Nationale de l'Agriculture (DNA)	Chef du bureau statistique, suivi et évaluation	
<b>M. Dalla Diarisso</b>	Direction Nationale de l'Agriculture (DNA)	Chef de section liaison Recherche, Vulgarisation	66 72 26 81
<b>M. Etienne Coulibaly</b>	AVDS	Secrétaire chargé des relations extérieures	76 41 63 84
<b>M. Liteyi Touré</b>	Commerce matériel goutte à goutte.	Agent Commercial	79 30 08 23
<b>M. Mohamed Lamine Koné</b>	Groupe d'experts pour la promotion du crédit carbone au Mali (GEPCAM)		
<b>M. Mouhamadou Traoré</b>	AEDD	Coordinateur biosécurité	76 45 08 93
<b>M. René Dembélé</b>	GEPCAM	Secrétaire général d'AVDS	78 95 07 92
<b>M. Traoré Oumar</b>	Mali-Folkecenter Nyetaa	Ingénieur Agronome	65 67 00 21
<b>M. Zakalia Sogodogo</b>	Institut d'Economie Rurale (IER)	Coordinateur du projet micro dose	75 08 73 84
<b>M.Kouyaté Djiguiba</b>	IICEM	Responsable Riz	76 40 84 80
<b>M.Sékou Koné</b>	AEDD	Chef cellule carbone	66 76 29 61
<b>M. Traoré Oumar</b>	Mali-Folkecenter Nyetaa	Ingénieur Agronome Chargé des Biocarburants au MFC	65 67 00 21

Annexes V : Liste des parties prenantes concernées avec leurs contacts

**Mali**

**Liste des Participants à l'atelier de présentation du rapport provisoire aux parties prenantes le 7 Mars 2012**

N°	Prénoms /Nom	Structure / fonction	Téléphone	Email
1	Amidou Sacko	GCOZA/Mali/ Coordinateur	76 41 32 58	gcoza.mali@gmail.com
2	Youba Koné	IPE/Mali/ Expert senior	76 25 97 60	koneyouba@yahoo.fr
3	Mobido Cissé	DNEF/Chef section	66 79 59 34	modibcise@yahoo.fr
4	Moussa Dabitaou	ANADEB	79 35 58 21	moussa_dabitaou@yahoo.fr
5	Bagayogo Mariam Sidibé	CEMADI	74 05 90 67	bsmariam1@yahoo.fr
6	Soumana Dao	GEPCAM	76 47 22 30	soumanadao2000@yahoo.fr
7	Moussa Coulibaly	DNE/Chef section	66 87 94 32	mousslc@yahoo.fr
8	Daouda Dembélé	IER/Coordinateur scientifique	66 81 30 24	daoudad91@yahoo.fr
9	Boubacar Sidiki Dembélé	AEDD/DGA		boubacarsdembele@gmail.com
10	Issa D. Sangaré	SECO-ONG/ Assistant projet	76 44 20 13	sangareissa2000@yahoo.fr
11	Ousmane Traoré	DNA-MA	76 14 03 24	ousmanetraore97@yahoo.fr
12	Souleymane Cissé	CT/MEA		Souleymanecisse2002@yahoo.fr
13	Birama Diarra	DNM/Chef division/Coordonnateur National de l'Etude EBT Mali	76 10 34 28	biramadia@yahoo.fr
14	Ousmane Samassekou	Katène Kadji	76 41 77 00	sewakadji@yahoo.fr
15	Amadou Maïga	MEE/DNE	65 74 18 20	maïgadou@hotmail.com
16	Gaoussou Gakou	HORONYA	76 48 98 84	horonya@yahoo.fr
17	Ahamadou H Sidibé	CT/CSCR	66 96 26 30	sidibe61@yahoo.fr
18	Pierre Dembele	MFC-Nyetaa/ Coordinateur de Programme Energie Changements Climatiques	76 23 97 80	pierre.dembele@malifolkecenter.org
19	Mohamed Sokona	MFC-Nyetaa/Assistant	78 46 68 97	sokonamohamed@gmail.com
20	Lasséni Traoré	MFC-Nyetaa/Assistant	76 18 72 13	lassenitraore@gmail.com
21	Maman Zakara	MFC-Nyetaa/Assistant	70 82 31 33	m.zakara@hotmail.com

## ANNEXE VI: Termes de référence de l'étude

### 1. Contexte

Le projet Mondial EBT actuel, dérivé du volet (i) du Programme stratégique de Poznan sur le transfert des technologies, vise à aider 35 à 45 pays à mener des évaluations de leurs besoins technologiques dans le cadre de la CCNUCC. Il est mis en œuvre en deux phases, avec 15 pays engagés dans la 1<sup>ère</sup> phase et les 20 à 30 pays restants devant participer à la 2<sup>ème</sup> phase. Les activités nationales ont démarré en février 2010, et le projet se déroulera jusqu'à juillet 2011.

Le projet EBT a pour but d'aider les Parties Pays en Développement participants 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 pour faciliter le transfert de technologies vertes et l'accès au savoir-faire dans la mise en œuvre de l'article 4.5 de la convention CCNUCC. Par conséquent, les Evaluations des Besoins Technologiques sont essentielles au travail des Parties à la Convention sur le transfert des technologies et permettent d'évaluer les besoins en constante évolution de nouveaux équipements, techniques, connaissances pratiques et compétences, indispensables pour atténuer les émissions de gaz à effet de serre et/ou réduire la vulnérabilité de secteurs et de moyens de subsistance face aux effets néfastes des changements climatiques. Le projet vise principalement à :

- Identifier et hiérarchiser les technologies pouvant contribuer aux objectifs d'atténuation et d'adaptation des pays participants en s'appuyant sur des processus participatifs pilotés par les pays, tout en réalisant leurs objectifs et priorités nationaux de développement durable.
- Identifier les obstacles à l'acquisition, au déploiement et à la diffusion des technologies prioritaires.
- Elaborer des Plans d'Action Technologiques (PAT) décrivant les activités et les cadres propices pour surmonter les obstacles et faciliter le transfert, l'adoption et la diffusion des technologies sélectionnées dans les pays participants.

(Voir l'annexe I énoncé des travaux pour le document du projet)

Pour encadrer et gérer le projet EBT, des spécialistes nationaux en atténuation et/ou en adaptation sont recrutés comme consultants pour le Sénégal, pendant toute la durée du projet.

### 2. Tâche générales

Le consultant travaillera en étroite collaboration avec le coordinateur national du projet et l'équipe EBT nationale. Sa mission globale consistera à encadrer l'intégralité du processus d'EBT, depuis l'identification des besoins technologiques prioritaires jusqu'à l'élaboration de Plans d'Action Technologiques nationaux. Dans le respect des objectifs nationaux et mondiaux, le consultant sera chargé de fournir à l'équipe EBT nationale les services de conseil relatifs au processus et aux méthodologies et techniques dont elle a besoin pour l'EBT et l'élaboration du Plan d'Action Technologique (PAT) du Sénégal. Par conséquent, son rôle consistera à diriger et effectuer les recherches, les analyses et les synthèses entrant dans le cadre de l'EBT et en collaboration étroite avec l'équipe EBT. Le consultant aidera le coordinateur du projet à appliquer une approche participative au processus d'EBT, en impliquant un large éventail de parties prenantes et en assurant au projet une portée multisectorielle et pluridisciplinaire. En outre, le consultant aidera le coordinateur du projet dans ses tâches de coordination des communications avec les membres de l'équipe EBT, de sensibilisation des parties prenantes, de création de réseaux, de collecte d'informations, de coordination et de diffusion des résultats. En collaboration avec l'équipe EBT nationale et le coordinateur de projet, le consultant devra appuyer :

- l'identification des priorités de développement nationales sur la base de divers documents tels que les plans nationaux, les communications nationales, les plans énergétiques, les précédentes évaluations des besoins technologiques, etc. Cela englobe également l'identification et le classement des secteurs nationaux, ainsi que l'identification des technologies potentielles d'atténuation et d'adaptation, en collaboration avec les parties prenantes ;
- le pilotage en collaboration avec les groupes de parties prenantes du processus d'analyse de la manière dont les technologies prioritaires peuvent être mises en œuvre dans le pays et dont les conditions de mise en œuvre peuvent

**Mali**

être améliorées en éliminant les obstacles et en créant un cadre favorable.

- l'élaboration du PAT, qui présentera les éléments essentiels d'un cadre propice au transfert de technologies, comprenant des initiatives de développement du marché, des mesures institutionnelles, réglementaires et financières et des besoins de renforcement des capacités humaines et institutionnelles. Il comprendra également un plan d'action détaillé pour mettre en œuvre les mesures politiques proposées et évaluer la nécessité d'une assistance externe pour couvrir les coûts de mise en œuvre supplémentaires.
- l'élaboration des rapports (EBT et PAT) à moyen terme et du rapport final pour le pays.

Le tableau ci-après récapitule les tâches spécifiques qui seront confiées au consultant.

## 3. Tâches spécifiques

	Tâches	Produits livrables	Calendrier	Remarques supplémentaires
1.	<p><b>Identifier les technologies d'atténuation prioritaires</b></p> <p>Revue des documents nationaux existants (Communications Nationales, DSRPs, EBT etc).</p> <p>En collaboration étroite avec l'équipe EBT le consultant appuiera et encadrera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sur la base des secteurs retenus, les groupes de travail composés d'experts techniques et de praticiens dans chacun de ces secteurs.</li> <li>• L'identification, à l'aide d'un processus participatif, des technologies prioritaires sur la base du potentiel de réduction des gaz à effet de serre et de la contribution au développement durable.</li> <li>• La hiérarchisation des technologies prioritaires, sur la base d'une analyse multi-critère.</li> </ul>	<p>1. Portefeuille de technologies d'atténuation</p>		<p>Des instructions méthodologiques détaillées pour la hiérarchisation des technologies d'atténuation seront fournies lors des ateliers régionaux de renforcement des capacités, auxquelles les consultants vont participer.</p>
2.	<p><b>Préparer le rapport sur les technologies prioritaires (rapport EBT)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborer le projet de rapport à moyen terme sur les technologies prioritaires : rapport EBT qui sera validé par le coordinateur de projet et l'équipe EBT.</li> </ul>	<p>2. Un Rapport EBT décrivant les technologies prioritaires retenues, le processus suivi et la justification du choix de ces dernières.</p>		
3.	<p><b>Conduire l'évaluation du marché, l'analyse des obstacles et la création d'un cadre propice pour le développement, le déploiement et la diffusion des technologies prioritaires.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le Consultant sera responsable de : <ul style="list-style-type: none"> <li>1. l'évaluation du marché et l'analyse des</li> </ul> </li> </ul>	<p>3. Un Rapport sur les barrières et le cadre propice au déploiement</p>		<p>Les consultants et le coordinateur participeront à un atelier de renforcement des capacités dans le domaine de l'analyse des barrières des marchés et du développement d'un cadre propice.</p>

## Mali

	<p>barrières au développement, au déploiement et à la diffusion des technologies prioritaires, pour les 8-12 technologies retenues pour l'atténuation et l'adaptation.</p> <p>2. La Proposition d'un cadre propice pour surmonter les obstacles identifiés pour les 8-12 technologies retenues</p> <p>3. La présentation des analyses et des propositions pour discussion et validation aux groupes de travail</p>	et à la diffusion des technologies prioritaires.		
4.	<p><b>Préparer un Plan d'Action Technologique (PAT)</b></p> <p>En collaboration avec le coordinateur national, l'équipe EBT et les parties prenantes concernées, le consultant devra :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>élaborer un plan d'action (PAT) pour le déploiement et la diffusion des technologies priorisées dans le pays suivant les méthodologies présentées aux ateliers régionaux de renforcement des capacités .</li> <li>proposer des concepts de programmes/projets potentiels basés sur les technologies prioritaires sélectionnées.</li> </ul>	4. un PAT au format convenu pour le projet avec l'URC.		Canevas pour le PAT sera transmis aux consultants.
5.	<p><b>Rapport à élaborer et à soumettre à URC</b></p>	Un rapport final d'activités		

**MALI**

**4. Documents de base**

- Manuel EBT (PNUD, 2009)
- Bonnes pratiques pour l'évaluation des besoins technologiques (rapport d'atelier de la CCNUCC, 2007)
- Communications nationales, premières EBT, DSRP, etc.

**5. Qualifications**

Le consultant devra avoir des connaissances approfondies et de l'expérience en matière de stratégies et de technologies d'atténuation et de politiques nationales. Plus précisément, il/elle devra être familiarisé(e) avec les politiques sectorielles et les objectifs de développement nationaux, avoir des connaissances globales en matière de science des changements climatiques et des impacts potentiels du changement climatique. En outre, le consultant devra avoir de bonnes compétences en coordination et en facilitation, des capacités d'analyse avérées et d'excellentes aptitudes rédactionnelles.