



**PROMOTION D'UN DEVELOPPEMENT RURAL A  
FAIBLE CARBONE PAR L'UTILISATION EFFICACE  
DES RESSOURCES LOCALES  
POUR UN DEVELOPPEMENT DURABLE**

Centre International Japonais pour les Recherches en  
Sciences Agricoles (JIRCAS)

Ministère de l'Environnement, de l'Economie Verte et du  
Changement Climatique (MEEVCC) du Burkina Faso

Mars 2016

## AVANT-PROPOS

Le Ministère en charge de l'Environnement du Burkina Faso en collaboration avec le Centre International Japonais pour les Recherches en Sciences Agricoles (JIRCAS) s'est engagé en 2013 pour la réalisation d'une « Etude sur l'établissement de méthodologies à faible émission de carbone pour le développement rural par l'utilisation efficace des ressources locales ». Cette étude conduite à Guesna dans la Province du Kourwéogo eu pour objectif le développement de méthodologies et techniques utilisant les ressources naturelles locales pour répondre efficacement au changement climatique et assurer efficacement un développement rural durable. A cet effet, en 2014, un accord de collaboration scientifique a été conclu avec JIRCAS pour l'exécution de cette étude.

Trois années durant, l'étude a procédé avec les acteurs cibles de la zone d'intervention à la mise en place d'essais, à des collectes et analyses de données puis à une vérification des méthodologies éprouvées de lutte contre le changement climatique en utilisant efficacement les ressources naturelles locales. Ces activités ont été menées avec l'appui technique du personnel du ministère en charge de l'environnement ainsi que des acteurs d'autres organismes concernés. Les résultats atteints ont alors été validés par un Comité Scientifique et Technique (CST). Le CST a largement contribué à l'amélioration des méthodologies d'étude d'une part et de la qualité du contenu du présent document.

Le document récapitule ainsi les résultats atteints par l'étude dans sa zone d'intervention et se veut un outil efficace de vulgarisation de pratiques de réduction d'émission de carbone par la création de puits de carbone et l'utilisation d'énergies renouvelables.

Son utilité est reconnue par le Gouvernement du Burkina Faso pour servir les acteurs et les communautés intervenant dans les activités de lutte contre le changement climatique et pour le développement durable des collectivités territoriales.

Nous le recommandons alors au public, comme source d'information complémentaire, pour les pratiques de préservation de l'environnement et de développement durable tout en contribuant à la mise en valeur des ressources naturelles locales.

**Dr Lambert Georges OUEDRAOGO**

*Secrétaire Général, Ministère de l'Environnement, de l'Economie Verte  
et du Changement Climatique (MEEVCC)*

## TABLE DES MATIERES

<b>AVANT-PROPOS</b>	<i>i</i>
<b>ABREVIATION</b>	<i>vii</i>
<b>INTRODUCTION</b>	<i>1</i>
1- Contexte et objectifs	1
2- Orientation	2
3- Grandes lignes des actions entreprises	3
4- Contenu du document	5
5- Utilisation du document	5
<b>CHAPITRE 1 : CONTEXTE NATIONAL ET OBJECTIFS DU PNA AU BURKINA FASO</b>	<i>6</i>
<b>CHAPITRE 2 : EN VUE DE LA REALISATION DE L'APPROCHE CO-BENEFICES</b>	<i>9</i>
2.1 Qu'est-ce que l'approche co-bénéfices ?	9
2.2 En vue de la réalisation de l'approche co-bénéfices au Burkina Faso	10
<b>CHAPITRE 3 : LA PLANIFICATION</b>	<i>14</i>
3.1. Sélection de la zone cible	14
3.1.1. Définition de la zone d'exécution du Projet	14
3.1.2. Sélection des zones cibles (au niveau provincial)	14
3.2- Sélection des villages candidats et des villages cibles	18
3.2.1-Sélection des villages candidats	18
3.2.2-Sélection des villages cibles	21
3.3-Reconnaissance de la situation actuelle du village cible	23
3.4-Elaboration du plan d'action	24
3.4.1-Procédure de l'élaboration	24
3.4.2-Identification des problèmes et étude des mesures contre les problèmes	25
3.4.3-Elaboration de la proposition de plan d'action et criblage des activités	26
3.5-Les actions entreprises (contenu des activités définies et concept général)	28
3.6-Exploitation du document	29
<b>CHAPITRE 4 : LA MISE EN PRATIQUE – FOYER AMELIORE</b>	<i>31</i>

4.1- Contexte et objectif _____	31
4.1.1- Situation actuelle d'utilisation du bois au Burkina Faso _____	31
4.1.2- Mesure de type co-bénéficiaire contre changements climatiques _____	31
4.2. Organigramme de l'étude _____	33
4.2.1. Schéma de l'organigramme de l'étude _____	33
4.2.2. Considération de la méthodologie de MDP sur FA _____	34
4.2.3 Mise en œuvre de l'enquête de la méthodologie de MDP _____	34
4.2.4. Enquête de suivi _____	34
4.3 Méthode du calcul de la quantité de la réduction de l'émission de CO <sub>2</sub> _____	35
4.3.1 Sélection de la formule de calcul de la méthodologie du MDP _____	35
4.3.2 La méthodologie de AMS- II.G. _____	35
4.4. Sélection des zones ciblées et collection des informations de la situation actuelle sur les villages ciblés _____	42
4.4.1. Sélection des zones ciblées _____	42
4.4.2. Collection des informations de la situation actuelle sur les villages ciblés _____	42
4.5. Sélection de FA introduit _____	44
4.5.1. Organigramme de la sélection de FA introduit _____	44
4.5.2. Collection des données de la base sur FA _____	44
4.5.3. Considération du FA introduit _____	47
4.5.4. Sélection de type de FA introduit _____	47
4.6. Etablissement d'un plan d'action (PA) avec les villageois _____	49
4.6.1. Méthode d'établissement d'un plan d'action _____	49
4.6.2. Eléments de PA _____	49
4.7. Enquête sur la quantité de la consommation de bois _____	53
4.7.1. Aperçu de l'enquête _____	53
4.7.2. Problème de l'enquête et la mesure _____	53
4.7.3. Durée de l'enquête _____	54
4.7.4. Sélection des femmes ciblées (dénommé "femmes typiques" ci-après) _____	55
4.7.5. Explication des détails de l'enquête et démonstration de FA _____	55
4.7.6. Processus de l'enquête _____	56
4.8. Essai d'introduction de FA _____	60
4.8.1. Politique d'introduction de FA _____	60
4.8.2. Période propice à l'introduction _____	60
4.8.3. Processus d'introduction de FA _____	60
4.8.4. Création d'une organisation pour l'activité d'introduction de FA _____	61

4.8.5. Réunion d'explication sur l'activité d'introduction de FA auprès de toutes les femmes du village et des hommes qui s'y intéressent _____	61
4.8.6. Démonstration de FA _____	61
4.8.7. Travaux à partir de la distribution des papiers d'inscription d'introduction des FA jusqu'à la remise de FA _____	62
4.9. Evaluation de la quantité de la réduction de l'émission de CO <sub>2</sub> _____	69
4.9.1. Méthode de l'évaluation _____	69
4.10. Méthode de l'enquête sur le suivi _____	70
4.10.1. Objectif de l'enquête sur le suivi _____	70
4.10.2. Eléments de l'enquête sur le suivi _____	71
<b>CHAPITRE 5 : LA REALISATION DE L'AGROFORESTERIE _____</b>	<b>74</b>
5.1. Contexte et objectifs de l'étude _____	74
5.1.1. Contexte _____	74
5.1.2. Objectifs _____	75
5.1.3. Le programme d'activités _____	76
5.2. Identification des choix des volontaires _____	77
5.2.1. Proposition de plan d'action élaborée par les habitants _____	77
5.3. Analyse en vue de l'élaboration du plan d'action (adéquation entre souhaits et faisabilité) _____	77
5.3.1. Collecte d'informations et essais pour le choix des espèces d'arbres à planter _____	78
5.4. Désignation des paysans objets de la distribution _____	88
5.4.1. Conditions de participation aux activités _____	89
5.4.2. Points à considérer pour la promotion de la participation _____	89
5.5. Formation à la plantation d'arbres centrée sur les espèces locales sur ces parcelles agricoles _____	92
5.5.1. Aperçu de la formation à la plantation d'arbres _____	92
5.6. Distribution des plants d'arbres fruitiers locaux. _____	97
5.6.1. Méthode de distribution _____	97
5.6.2. Nombre de plants à fournir _____	97
5.7. Mise en œuvre de la plantation de plants d'arbres fruitiers locaux sur les parcelles agricoles _____	100
5.7.1. Intervalle de plantation _____	100
5.7.2. Méthode de plantation _____	101
5.7.3. Sélection de la culture intercalaire auprès des paysans _____	102

5.8. Suivi après la plantation sur les parcelles agricoles	102
5.8.1. Gestion de la plantation d'arbres et taux de survie	102
5.8.2. Mise en pratique de la culture intercalaire par les paysans	103
5.8.3. Résultats du suivi	103
5.8.4. Nombre de jours de travail et intrants pour la plantation d'arbres	104
5.9. Exemple de calcul de la rentabilité des activités de plantation d'arbres et d'agroforesterie	105
5.9.1. Définition de modèles de culture mixte pour l'agroforesterie	105
5.9.2. Cash-flow des frais d'exploitation par plantation	108
5.9.3. Evaluation de la rentabilité	116

## ***CHAPITRE 6 : MISE EN PRATIQUE—PRODUCTION D'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE—*** 117

6.1. Particularités de la production d'énergie solaire photovoltaïque	117
6.2. Réduction des émissions de CO2 par mise en place d'un système solaire photovoltaïque et création d'un mécanisme générateur de revenus	120
6.2.1. Contexte et objectifs de la présente étude	120
6.2.2. Aperçu de la présente étude	122
6.2.3. Déroulement de la présente étude	122
6.3. Sélection de l'installation de forage (source d'eau) existante	124
6.3.1. Présélection de la source d'eau cible	124
6.3.2. Sélection du forage (source d'eau) et définition du débit d'eau utilisable pour l'irrigation	125
Cas de la présente étude : Fixation du débit d'eau utilisable	125
6.4. Conception de l'installation de pompage solaire	131
6.4.1. Structure du système de pompage solaire de petite envergure	131
6.4.2. Déroulement de la conception du système de pompage solaire	132
6.4.3. Points à considérer pour la conception de l'installation solaire photovoltaïque et exemple de calculs	133
6.4.4. Mise en place de capteurs de niveau d'eau pour empêcher le pompage	138
6.4.5. Suivi de niveau de l'eau souterraine	138
6.5. Culture maraîchère participative pour la vente sur les marchés en saison sèche (activités Maraîchage : MG)	139
6.5.1. Déroulement des activités	139
6.6. Evaluation économique des activités de maraîchères avec le système d'irrigation au goutte-à-goutte solaire à petite échelle	143

6.6.1. Présentation	143
6.6.2. Méthode de l'évaluation économique	143
6.6.3. Analyse de la gestion par analyse du Seuil de rentabilité	144
6.6.4. Analyse de la rentabilité de l'investissement dans l'activité sur la base du taux de rendement interne (TRI)	149
6.7. Réduction des émissions de CO <sub>2</sub> par introduction d'une énergie renouvelable	159
6.7.1. Réduction des émissions de CO <sub>2</sub> par le projet	159
6.7.2. Méthodologies et outils MDP à adopter	160
6.7.3. Flux du calcul de la réduction des émissions de CO <sub>2</sub>	160
6.7.4. Méthode de calcul des émissions de base en recourant à la méthodologie MDP	161
6.7.5. Exemple de calcul de réduction des émissions de CO <sub>2</sub>	165
<b>REMERCIEMENTS</b>	<b>170</b>
<b>LISTE DES REDACTEURS</b>	<b>171</b>

## ABREVIATION

<b>Sigle</b>	<b>Désignation officielle</b>	<b>Nom français</b>
<b>AF</b>	Agroforestry	Agroforesterie
<b>AP</b>	Action Plan	Plan d'action
<b>APFNL</b>	Agence de Promotion des Produits Forestiers Non Ligneux	Agence de Promotion des Produits Forestiers Non Ligneux
<b>CCNUCC</b>	United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)	Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques
<b>CNSF</b>	Centre National de Semences Forestière	Centre National de Semences Forestière
<b>CNRST</b>	Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique	Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique
<b>C/P</b>	Counterpart	Homologue
<b>CVD</b>	Comité Villageois de Développement	Comité Villageois de Développement
<b>CVP</b>	Cost-Volume-Profit Analysis	Analyse coût-volume-profit
<b>CC</b>	Direct Current (DC)	Courant continu
<b>DERED</b>	Direction des Energies Renouvelables et de l'Energie Domestique	Direction des Energies Renouvelables et de l'Energie Domestique
<b>DIFOR</b>	Direction des Forêts	Direction des Forêts
<b>DGPV</b>	Direction Générale de la Production Végétale	Direction Générale de la Production Végétale
<b>FA</b>	Foyer Amélioré	Foyer Amélioré
<b>FAFASO</b>	Foyer Amélioré de Burkina FASO	Foyer Amélioré de Burkina FASO
<b>FCFA</b>	Franc Colonies Française d'Afrique	Franc Colonies Française d'Afrique
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization of the United Nations	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
<b>GES</b>	Greenhouse Gas (GHG)	Gaz à effet de serre
<b>GIEC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
<b>GIZ</b>	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
<b>GL</b>	Ground Level	Niveau du sol
<b>INERA</b>	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
<b>TRI</b>	Internal Rate of Return (IRR)	Taux de rendement interne
<b>IRSAT</b>	Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies	Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies
<b>JICA</b>	Japan International Cooperation Agency	Agence japonaise de coopération internationale
<b>JIRCAS</b>	Japan International Research Center for Agricultural Sciences	Centre International Japonais pour les Recherches en Sciences Agricoles
<b>JRA</b>	Joint Research Agreement	Accord de collaboration scientifique

<b>Sigle</b>	<b>Désignation officielle</b>	<b>Nom français</b>
<b>MAAH</b>	Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques	Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques (à partir de janvier 2016)
<b>MARHASA</b>	Ministère de l'Agriculture, de Ressources hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire	Ministère de l'Agriculture, de Ressources hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire (à partir de janvier 2015)
<b>MARP</b>	Participatory Rural Appraisal	Méthode Accélérée de Recherche Participative
<b>MASA</b>	Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire	Ministère de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire (jusqu'à janvier 2015)
<b>MDP</b>	Clean Development Mechanism (CDM)	Mécanisme de développement propre
<b>MEDD</b>	Ministère de l'Environnement et Développement Durable	Ministère de l'Environnement et Développement Durable (jusqu'à janvier 2015)
<b>MEEVCC</b>	Ministère de l'Environnement, de l'Economie Verte et du Changement Climatique	Ministère de l'Environnement, de l'Economie Verte et du Changement Climatique (à partir de janvier 2016)
<b>MERH</b>	Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutiques	Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutiques
<b>MG</b>	Market Gardening	Maraîchage pour la vente sur les marchés
<b>MME</b>	Ministère des Mines et de l'Energie	Ministère des Mines et de l'Energie
<b>MRSI</b>	Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation	Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation
<b>NEDO</b>	New Energy and Industrial Technology Development Organization	Organisation pour le Développement des Energies Nouvelles et des Technologies Industrielles
<b>ONG</b>	Non-Governmental Organization (NGO)	Organisation non gouvernementale
<b>PANA</b>	National Adaptation Program of Action to Climate Change (NAPA)	Programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques
<b>PFNL</b>	Non-Timber Forest Products (NTFPs)	Produits forestiers non ligneux
<b>PNA</b>	National Adaptation Plan (NAP)	Plan national d'adaptation
<b>PNUD</b>	United Nations Development programme (UNDP)	Programme des Nations unies pour le développement
<b>SP/CONEDD</b>	Secrétariat Permanent du Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable	Secrétariat Permanent du Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable
<b>SCADD</b>	Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable	Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable
<b>STC</b>	Scientific Technical Committee	Comité scientifique et technique
<b>UBTEC</b>	Union des Baoré Tradition d'Epargne et de Crédit	Union des Baoré Tradition d'Epargne et de Crédit

# INTRODUCTION

## 1- Contexte et objectifs

Dans son 5<sup>e</sup> Rapport d'évaluation, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) des Nations Unies a constaté à nouveau le réchauffement planétaire sur la base de ses observations des températures, de la température de l'eau de mer et du niveau de la mer, en disant que « le réchauffement du système climatique ne laisse aucune place au doute ». Le GIEC a également indiqué qu'il était très probable que ce réchauffement soit dû à des causes humaines, et que, dans un de ses scénarios, il y aurait un réchauffement mondial moyen de l'ordre de 0,3 à 4,8°C. Ce scénario indique également une hausse du niveau de la mer de l'ordre de 0,26 – 0,82 m jusqu'à la fin du siècle, et a noté que la réduction drastique et continue des émissions de gaz à effet de serre (GES) serait indispensable pour contrôler le changement climatique. Les GES liés à l'exploitation agricole et forestière, agriculture y compris, et les autres utilisations des sols sont considérées compter pour environ 1/4 des émissions nettes de GES d'origine humaine dans le réchauffement mondial, et les actions de réduction des émissions dans le secteur agricole et forestier sont considérées comme essentielles.

Par ailleurs, les ressources naturelles très limitées telles que l'eau, le pétrole et le gaz naturel constituant les sources d'énergie se trouvent dans une situation critique, et leur tarissement est à craindre. Il s'avère donc nécessaire de promouvoir l'utilisation efficace des ressources naturelles et le recours aux énergies renouvelables.

L'agriculture, l'activité principale au Burkina Faso, représente 33% du produit national brut, et la population travaillant dans ce secteur compte pour plus de 80% de la population active. Dans un contexte d'accroissement démographique important (2,8%), le taux de pauvreté atteint 44,5%<sup>1</sup> selon le seuil de pauvreté international, et l'indice de développement humain, indiquant le degré de vie humanisée classe le pays au 181<sup>e</sup> rang sur 187 pays<sup>2</sup>.

Beaucoup de pays en développement d'Afrique de l'Ouest, où se situe le

---

<sup>1</sup>Indicateurs du développement dans le monde, BM (2015)

<sup>2</sup>Rapport sur le développement humain, PNUD (2014)

Burkina Faso, et d'autres régions, souffrent de problèmes essentiels, tels que la pauvreté, la rareté des ressources en eau, des ressources naturelles et de l'énergie, l'amélioration des soins médicaux, etc. auxquels il faut s'atteler à résoudre en vue du développement durable. Au Burkina Faso, un Programme d'Action National d'Adaptation (PANA) aux changements climatiques est établi pour faire face à ces problèmes urgents.

D'autre part, n'ayant pas les capacités pour faire face au changement climatique (mesures d'adaptation et mesures de mitigation), la prise de mesures de mitigation peut faire obstruction au développement. De ce fait, l'adoption d'une approche de type co-bénéfices permettant de réaliser des avantages tout en faisant face au changement climatique, ainsi que de répondre aux besoins de développement hautement prioritaires des pays en développement est essentielle.

Tenant compte de cette situation, le projet faisant l'objet de cette étude se donne pour objectif de réaliser le développement agricole et rural efficace et efficient tout en contribuant aux mesures de mitigation et d'adaptation au changement climatique. Cela, par le biais du développement de méthodologies et techniques liées aux mesures de lutte contre le changement climatique utilisant efficacement les ressources naturelles locales, afin d'assurer des bénéfices impliquant les mesures contre le changement climatique via les actions de développement durable fondées sur les besoins du Burkina Faso.

## **2- Orientation**

Les nombreux projets de développement conventionnels réalisés jusqu'ici par de nombreuses organisations internationales et bailleurs de fonds ont permis la capitalisation de nombreuses méthodologies et techniques. L'approche participative favorisant la prise de conscience et la motivation des populations en est un exemple illustratif.

Le projet faisant l'objet de cette étude s'appuie sur les outils habituels existants en gardant à l'esprit, la réponse aux besoins des populations et l'établissement d'un consensus avec eux considérés comme les éléments essentiels dans l'exécution d'un projet de développement. On recherchera des bénéfices non seulement en suivant le même parcours, mais aussi en tenant compte de la lutte contre le changement climatique.

L'amélioration des conditions de vie, l'augmentation du revenu, ainsi que la conservation des ressources naturelles considérée également bénéfique dans la lutte contre le changement climatique, et l'utilisation efficaces des ressources constituent entre autres des bénéfices de développement attendus du projet objet de cette étude. Les bénéfices de la lutte contre le changement climatique consistent à développer les méthodologies de réduction des gaz à effet de serre (GES) et de quantification simple de la réduction des GES.

Quant à la méthode de calcul de l'effet de lutte contre le changement climatique, la méthodologie du Mécanisme de Développement Propre (MDP) actuellement appliquée au plan international a été adoptée pour permettre un calcul efficace. Le Mécanisme de Développement Propre (MDP) est un mécanisme permettant à un pays en développement ayant investi dans un projet de lutte contre le changement climatique d'obtenir des crédits d'émissions de GES (ou de la quantité absorbée). La réduction des émissions de GES assurée par la réalisation de ce MDP est calculée avec la formule quantitative définie par la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Ainsi, en utilisant la formule de calcul définie dans la méthodologie MDP, la réduction des émissions GES réalisable par le projet de lutte contre le changement climatique, égale aux bénéfices des mesures de prévention du changement climatique, peut être recherchée. Ce qui permet la quantification des bénéfices liées au changement climatique. Cela permet de quantifier du point de vue du changement climatique l'efficacité du projet de type co-bénéfice en tant que mesure de lutte contre le changement climatique répondant aux besoins de développement dans les pays en développement, et donc de proposer une méthodologie qui indique facilement l'efficacité du projet.

### **3- Grandes lignes des actions entreprises**

Dans « l'Etude de faisabilité pour le développement agricole et rural par l'utilisation efficace des ressources locales » (ci-après désignée « la présente étude ») financée par le Ministère de l'Agriculture, des Forêt et de la Pêche du Japon, les actions, s'appuyant sur l'orientation précitée, ont été entreprises en mettant l'accent sur trois activités principales, à savoir : (a) foyer amélioré, (b) plantation d'arbres et agroforesterie (AF) et (c)

production d'énergie solaire photovoltaïque, après identification des besoins des populations et établissement d'un consensus avec eux.

Dans l'activité «foyer amélioré», la méthodologie de calcul quantitatif, la méthodologie de diffusion de même que des cas pratiques de construction ont été présentés. Un processus expérimental a été développé pour le calcul de l'effet quantitatif et efficace de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. Ce qui a permis de proposer une méthodologie de diffusion des foyers améliorés dans les zones rurales.

Dans l'activité «plantation d'arbres et agroforesterie», l'organisation des connaissances et des enseignements accumulés jusqu'ici pour l'établissement de techniques de plantation d'arbres et d'agroforesterie pratiquées au niveau des parcelles agricoles ont été présentés. Les critères de sélection des variétés d'arbres fruitiers indigènes adaptés aux conditions locales ont été établis. Des formations théoriques et pratiques de plantation d'arbres fruitiers indigènes ont été dispensées aux paysans. Aussi, l'évaluation de la rentabilité en cas d'utilisation d'arbres fruitiers indigènes a-t-elle également été effectuée.

Dans l'activité «production d'énergie solaire photovoltaïque», visant l'évaluation de la pertinence économique de l'agriculture irriguée à petite échelle avec introduction du système solaire photovoltaïque, et l'évaluation quantitative de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, a été effectuée. La vérification expérimentale du maraîchage en vue de la vente sur les marchés en recourant au système solaire photovoltaïque pour l'agriculture irriguée à petite échelle en saison sèche a été faite. L'évaluation des revenus pendant la saison sèche, et sa rentabilité-réduction des émissions de CO<sub>2</sub> ont été également conduites.

#### **4- Contenu du document**

Le présent document présente les connaissances et méthodologies de lutte contre le changement climatique utilisant efficacement les ressources naturelles locales, acquises par le biais de la planification et de la mise en œuvre des 3 activités précitées. Il donne des orientations concrètes en vue de la planification et de la mise en œuvre du projet en question, et illustre des exemples concrets et des exemples de calculs et d'essais de calcul mis en pratique dans cette étude.

Le document est subdivisé en six (6) principaux chapitres :

Chapitre 1	Besoins de développement du Burkina Faso
Chapitre 2	En vue de la réalisation de l'approche co-bénéfices
Chapitre 3	La planification
Chapitre 4	La mise en pratique – Foyer amélioré
Chapitre 5	La mise en pratique – Plantation d'arbres et agroforesterie
Chapitre 6	La mise en pratique – Production d'énergie solaire photovoltaïque

#### **5- Utilisation du document**

Ce document est utilisable pour la formulation et l'exécution de projets de lutte contre le changement climatique en vue de résoudre les problèmes des zones rurales du Burkina Faso, ou bien en tant que mode d'emploi pour la mise en œuvre d'un projet similaire lors de la concrétisation - réalisation d'un projet dans le cadre des PANA ou du PNA.

Des personnes en charge de la formulation-exécution de projets, tels que personnels étatiques (services étatiques centraux ou régionaux), le personnel des bailleurs de fonds, des ONG internationales et nationales, en particulier ceux en charge de la réalisation des projets du PANA ou PNA, sont envisagés comme utilisateurs potentiels de ce travail.

## CHAPITRE 1 : CONTEXTE NATIONAL ET OBJECTIFS DU PNA AU BURKINA FASO

Le Burkina Faso, à l'instar de beaucoup d'autres pays en développement et de certains pays développés, a ratifié la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). L'implication de cette ratification pour la Communauté internationale était l'engagement de se préparer pour mieux cerner l'ampleur du phénomène des changements climatiques à travers des communications nationales, des politiques et mesures d'atténuation des gaz à effet de serre, des programmes d'adaptation aux changements climatiques et d'observation systématique sur le phénomène.

Après la ratification du Protocole de Kyoto en mars 2005, le Burkina Faso s'est engagé dans le processus d'élaboration son Programme d'action national d'adaptation à la variabilité et aux changements climatiques (PANA) qui fut adopté en novembre 2007 avec comme secteurs clés d'intervention : l'agriculture, les ressources en eau, les ressources animales et la foresterie/biodiversité.

Douze (12) projets prioritaires ont été identifiés dans les zones très vulnérables et développés pour leur mise en œuvre urgente sur le terrain. Plusieurs acquis majeurs ont été engrangés avec une adhésion parfaite des populations. Ces expériences ont servi de base pour l'élaboration du plan national d'adaptation aux changements climatiques (PNA) souhaité par la communauté internationale pour une mise en œuvre des actions dans le long terme.

Le Burkina Faso a ainsi adopté un nouveau cadre de programmation dénommé Plan national d'adaptation aux changements climatiques (PNA). Cette nouvelle vision aura l'avantage d'obtenir une plus grande prise en compte des changements climatiques dans les politiques et stratégies de développement dans le long terme. En effet, les PNA ont pour objectifs de :

- réduire de la vulnérabilité aux impacts des changements climatiques à travers le développement des capacités d'adaptation et de la résilience ;
- faciliter l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques, d'une manière cohérente, dans des politiques, des programmes ou des activités, nouveaux ou déjà existants, dans des processus particuliers de planification du développement et des stratégies au sein de secteurs pertinents et à différents niveaux.

## **Vision et objectifs du PNA**

La vision du PNA du Burkina Faso s'intitule comme suit : « **Le Burkina Faso gère plus efficacement son développement économique et social grâce à la mise en œuvre de mécanismes de planification et de mesures prenant en compte la résilience et l'adaptation aux changements climatiques à l'horizon 2050** ».

A partir de cette vision, les objectifs d'adaptation à long terme sont les suivants :

- protéger les piliers de la croissance accélérée ;
- assurer une sécurité alimentaire et nutritionnelle durable ;
- préserver les ressources en eau et améliorer l'accès à l'assainissement ;
- protéger les personnes et les biens contre les événements climatiques extrêmes et les catastrophes naturelles ;
- protéger et améliorer le fonctionnement des écosystèmes naturels ;
- protéger et améliorer la santé des populations

## **Les secteurs identifiés dans le PNA et les actions d'adaptation**

Le PNA du Burkina Faso a retenu les secteurs et domaines vulnérables suivants dans sa formulation suite à l'analyse de vulnérabilité et les projections effectuées par le Laboratoire d'Analyse Mathématiques des Equations (LAME) de l'Université de Ouagadougou. Il s'agit de :

- L'agriculture
- Les productions animales
- L'environnement et les ressources naturelles
- La santé
- L'énergie
- L'habitat et les infrastructures
- Les questions transversales

Dans le cadre de ce projet, les secteurs de l'agriculture, de l'environnement et des ressources naturelles et l'énergie font l'objet de la recherche collaborative. Les principales actions d'adaptation dans ces secteurs sont présentées ainsi qu'il suit :

### **Secteur de l'agriculture**

- Mise en culture de variétés précoces ou résistantes à la sécheresse
- Mise en œuvre de techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, diguettes, diguettes filtrantes, terrasses, demi-lunes, agroforesterie, fixation des dunes, etc.)
- Promotion de la gestion durable des terres (GDT)
- Amélioration de l'accès à l'information climatique
- Mise en place de l'assurance agricole.

### **Secteur de l'énergie,**

- Diversification des sources d'énergie (solaire, éolien, biogaz)
- Réalisation des schémas d'aménagement et de gestion des eaux dans la zone soudanienne où les prévisions climatiques annoncent une légère augmentation de la pluviométrie
- Promotion des technologies d'économie d'énergie dans l'industrie et le bâtiment
- Promotion de l'utilisation des foyers améliorés pour réduire substantiellement la consommation de bois et de charbon de bois

### **Secteur de l'environnement et des ressources naturelles**

- Mise en œuvre des bonnes pratiques forestières et agroforestières (coupe sélective du bois de feu, régénération naturelle assistée, défrichement contrôlé, etc.)
- Gestion Communautaire et Participative des ressources forestières et fauniques
- Exploitation accrue et durable des produits forestiers non ligneux (PFNL)

## CHAPITRE 2 : EN VUE DE LA REALISATION DE L'APPROCHE CO-BENEFICES

### 2.1 Qu'est-ce que l'approche co-bénéfices ?

Les co-bénéfices (avantages conjugués) sont les bénéfices générés dans différents domaines en tant que résultats d'une politique, d'une stratégie ou d'un plan d'action.<sup>3</sup>

Le présent projet d'approche co-bénéfices vise simultanément la production de deux profits différents à partir d'une politique, stratégie ou activité unique, en considérant d'une part les besoins de développement du pays en développement et d'autre part les besoins en matière de lutte contre le réchauffement planétaire en tant que domaines d'application. Ici, l'approche co-bénéfices est une approche de lutte contre le changement climatique prise tout en considérant les besoins de développement ; le bénéfice du projet répondant aux besoins de développement est appelé « bénéfice de développement » et le bénéfice du projet répondant au changement climatique « bénéfice climatique ». La Figure 2.1.1 présente une image de l'approche co-bénéfices.

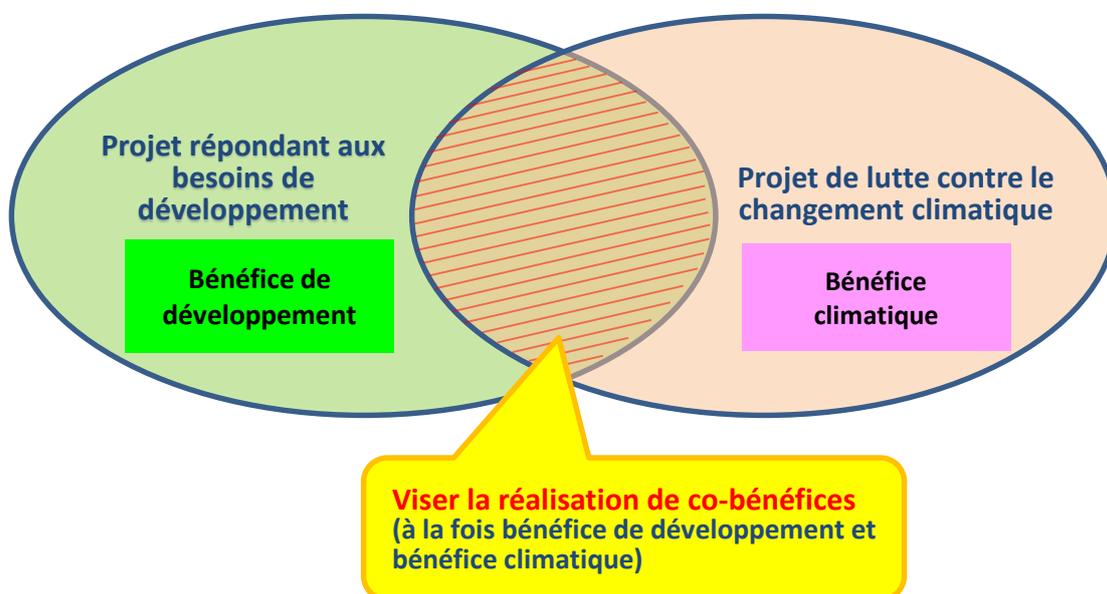


Figure 2.1.1 Schéma de l'approche co-bénéfices

<sup>3</sup> Agence de protection de l'environnement (Etats-Unis) (2007) Co-bénéfices de la mitigation du changement climatique : coordinateur en Asie

Le GIEC mentionne également dans son 5<sup>e</sup> Rapport d'évaluation l'importance du concept de co-bénéfices, et depuis son 4<sup>e</sup> Rapport, il renforce son degré d'attention sur des politiques établies en intégrant plusieurs objectifs, en vue de l'élargissement des bénéfices communs (co-bénéfices) et de la réduction des effets secondaires négatifs. <sup>4</sup>

## 2.2 En vue de la réalisation de l'approche co-bénéfices au Burkina Faso

Comme indiqué au Chapitre 1, il y a au Burkina Faso des objectifs de développement et le PANA (voir le Tableau 2.2.1 pour la liste des projets mentionnés dans le PANA). Le PANA a été mise en œuvre et le PNA du Burkina Faso a été adopté en juin 2015 en Conseil des Ministres. Il a été élaboré de manière participative et inclusive et a regroupé des autorités gouvernementales, des groupes de citoyens et des partenaires techniques et financiers et la société civile.

**Tableau 2.2.1 Liste des projets figurant dans le PANA**

	Mesures recommandées
1	Réduction de la vulnérabilité aux Changement Climatiques par le renforcement des dispositifs de prévention et de gestion des crises alimentaires
2	Sécurisation de la production céréalière par la promotion de l'irrigation de complément
3	Aménagement et gestion de la mare d'Oursi
4	Production fourragère et constitution de stocks de sécurité pour le bétail
5	Aménagement gestion rationnelle et valorisation des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL)
6	Lutte contre l'ensablement/envasement des cours d'eau
7	Développement des cultures irriguées
8	Sécurisation de zones à vacation pastorale
9	Sécurisation de la production agricole par l'utilisation de paquets technologiques appropriés
10	Promotion de la gestion de la faune et de son habitat par les communautés de base
11	Mise en place de périmètres de protection et de dispositifs de confortation contre la pollution des ouvrages de captage de l'eau souterraine et de surface
12	Promotion des équipements à économie d'énergie (foyers améliorés) et des technologies à énergie renouvelable

<sup>4</sup> GIEC (2014) Rapport 5, Groupe de travail 3, Rapport pour les décideurs politiques (SPM)

D'après le projet PNA, dans la Stratégie de croissance accélérée et de développement durable (SCADD) s'appuyant sur la vision à l'horizon 2025 du Burkina Faso, chacun des domaines de l'agriculture, de l'élevage, de la foresterie, de l'énergie et de l'infrastructure est positionné comme pilier principal de la croissance accélérée. Par ailleurs, chacun de ces piliers subissant l'influence des risques de l'environnement naturel, le caractère du changement climatique et l'ampleur de son impact ont été analysés en relation avec le développement socioéconomique. Ainsi, les domaines de développement les plus menacés par le changement climatique ont été définis comme suit :

- Les piliers de la croissance accélérée : agriculture, foresterie, énergie et infrastructures
- La sécurité alimentaire et nutritionnelle
- Les ressources en eau
- La sécurité physique des personnes et des biens
- Les écosystèmes naturels
- La santé

Afin de porter remède à ces domaines menacés par le changement climatique, la CCNUCC a apporté son soutien à l'élaboration du PNA dans le cadre de son aide aux pays les moins avancés.

Les objectifs à court, moyen et long terme, ainsi que les mesures à prendre, sont indiqués dans la version définitive du PNA, les objectifs à long terme étant les suivants :

- Protéger les piliers de la croissance accélérée
- Assurer une sécurité alimentaire et nutritionnelle durable
- Préserver les ressources en eau et améliorer l'accès à l'assainissement
- Protéger les personnes et les biens contre les événements climatiques extrêmes et les catastrophes naturelles
- Protéger et améliorer le fonctionnement des écosystèmes naturels
- Protéger et améliorer la santé des populations

Dans la version définitive du PNA, sont recommandées les différentes mesures pour chacun des objectifs à long terme cités ci-dessus. Le tableau 2.2.2 présente les principaux objectifs à long terme et les mesures recommandées. Ces mesures étant des mesures en réponse au changement

climatique s'appuyant sur la stratégie de développement nationale, beaucoup correspondent à l'approche adoptée dans le présent projet. La concrétisation de ces mesures constituera par conséquent une action en vue de la réalisation de l'approche co-bénéfices adoptée dans ce projet.

**Tableau 2.2.2 Mesures mentionnées dans le PNA**

Objectifs d'adaptation à court, moyen et long terme		Mesures d'adaptation préconisées	Court/moyen/long terme
Protection des piliers de la croissance économique	Agriculture	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en culture de variétés précoce ou résistantes à la sécheresse</li> <li>- Mise en œuvre de techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, diguettes, diguettes filtrantes, terrasses, demi-lune, agroforesterie, fixation des dunes, etc.)</li> <li>- Promotion de la gestion durable des terres</li> <li>- Amélioration de l'accès aux informations climatiques</li> <li>- Renforcement des capacités d'utilisation des données météo dans la planification d'actions du secteur agricole</li> <li>- Mise en œuvre des techniques d'irrigation économes en eau</li> <li>- Adaptation des systèmes d'irrigation au phénomène évapotranspiration des plans d'eau des périmètres aménagés</li> <li>- Mise en place d'assurance agricole</li> <li>- Appui à la surveillance et à la lutte antiacridienne</li> </ul>	<p>Court terme</p> <p>Court terme</p> <p>Moyen terme</p> <p>Moyen terme</p> <p>Moyen terme</p> <p>Court terme</p> <p>Moyen terme</p> <p>Long terme</p> <p>Court terme</p>
	Foresterie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en œuvre des bonnes pratiques forestières et agroforesterie (coupe sélective du bois de feu, régénération naturelle assistée, défrichement contrôlé etc.)</li> <li>- Gestion communautaire et Participative des ressources forestières, fauniques et halieutiques</li> <li>- Exploitation accrue et valorisation durable des produits forestiers non ligneux (PFNL)</li> <li>- Pratique de l'agroforesterie pour une gestion durable des ressources naturelles</li> <li>- Réalisation de schémas d'approvisionnement durable des villes en bois énergie et charbon de bois</li> </ul>	<p>Court terme</p> <p>Long terme</p> <p>Moyen terme</p> <p>Moyen terme</p> <p>Long terme</p>
	Energie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement de l'efficacité énergétique</li> <li>- Investissement dans des microcentrales de production hydroélectriques</li> <li>- Diversification des sources d'énergie (solaire, éolienne, biogaz)</li> <li>- Réalisation des schémas d'aménagement et de gestion dans la zone soudanienne où les prévisions climatiques annoncent une légère</li> </ul>	<p>Long terme</p> <p>Long terme</p> <p>Moyen terme</p> <p>Long terme</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>augmentation de la pluviométrie</li> <li>- Renforcement des ouvrages hydro-électriques</li> <li>- Promotion des techniques d'économie d'énergie dans l'industrie et le bâtiment</li> <li>- Promotion de l'utilisation de foyers améliorés pour réduire substantiellement la consommation de bois et de charbon de bois</li> <li>- Promotion des énergies de substitution comme le butane et biogaz</li> <li>- Promotion de l'utilisation de la biomasse (résidus de récolte) sous forme de briquettes</li> <li>- Information et sensibilisation des acteurs/consommateurs sur les économies d'énergie, le choix des équipements thermiques (moteur, machines frigorifiques)</li> <li>- Réduction des besoins de refroidissement dans les nouveaux bâtiments grâce aux techniques de conception bioclimatique</li> <li>- Développement et diffusion de nouvelles technologies de conditionnement d'air (climatisation solaire, climatiseur par évaporation)</li> </ul>	<p>Long terme</p> <p>Long terme</p> <p>Court terme</p> <p>Moyen terme</p> <p>Long terme</p> <p>Court terme</p> <p>Long terme</p> <p>Long terme</p>
	Préserver les ressources en eau et améliorer l'accès à l'assainissement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surveillance des retenues d'eau (digues et barrages, débit d'eau, fonctionnalité des vannes, etc.)</li> <li>- Réalisation de retenues d'eau : construction de puits modernes, de forages à grand débit, de barrages, aménagements de mares, dérivation de cours d'eau</li> <li>- Lutte contre l'ensablement des plans d'eaux</li> <li>- Réduction de la consommation d'eau pour les usages domestiques (arrosage, piscine) lors des pénuries</li> <li>- Utilisation plus efficace de l'eau</li> <li>- Développement de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE)</li> <li>- Réduction de la pénibilité d'accès des femmes à l'eau potable en période de sécheresse par des technologies appropriées</li> <li>- Réalisation d'infrastructures d'assainissement en milieu urbain et rural</li> <li>- Renforcement des connaissances sur les ressources en eau dans un contexte de changement climatique</li> </ul>	<p>Court terme</p> <p>Long terme</p> <p>Long terme</p> <p>Court terme</p> <p>Court terme</p> <p>Court terme</p> <p>Moyen terme</p> <p>Long terme</p>

## **CHAPITRE 3 : LA PLANIFICATION**

### **3.1. Sélection de la zone cible**

#### **3.1.1. Définition de la zone d'exécution du Projet**

Dans la méthodologie du MDP, il est exigé de déterminer d'abord la zone bénéficiaire du projet. Dans les projets ordinaires de développement rural la détermination de la zone cible est aussi requise selon l'envergure du projet. De ce fait, dans ce Projet de développement rural à faible carbone par l'utilisation efficace des ressources locales (ci-après désigné « Projet à faible carbone ») faisant l'objet de ce rapport, il est nécessaire de définir les zones et les villages cibles en tenant compte de son envergure et du nombre de personnes impliquées dans le Projet à faible carbone.

Le Projet à faible carbone a comme conditions préliminaires la participation des habitants de chaque village et l'assistance appropriée pour sa mise en œuvre. Le monitoring après exécution du Projet doit être, plus méticuleux que dans les projets de développement ordinaires y compris les ressources humaines impliquées dans l'administration du Projet. En fait, il sera essentiel de bien étudier ce point au stade initial de la planification du Projet pour définir le nombre de zones et de villages cibles du Projet.

Le processus de ce travail se présente comme suit : (1) Sélection des zones candidates (au niveau provincial) → (2) Sélection des zones cibles (au niveau provincial) → (3) Sélection des villages candidats → (4) Sélection des villages cibles.

Les personnes qui s'occupent de ces travaux seront les techniciens des zones cibles en matière de planification du projet (ci-après désigné « planificateur »), et les responsables des bureaux provinciaux du Ministère de l'Agriculture, des Ressources hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire (MARHASA) et du Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutiques (MERH) (ci-après désignés les « responsables des bureaux »).

#### **3.1.2. Sélection des zones cibles (au niveau provincial)**

Il est expliqué ici la méthode de sélection d'une province pour l'exécution du projet.

Après la collecte et le classement des informations concernant les critères de sélection, le planificateur tient des consultations avec les services étatiques en charge du Projet à faible carbone, et sélectionne 3 ou 4 zones cibles.

Ensuite, une enquête par interview auprès des responsables des bureaux des différentes provinces est établie avec une fiche de classement des différents critères de sélection. La province la mieux adaptée est sélectionnée sur la base de cette fiche.

### Cas de la présente étude

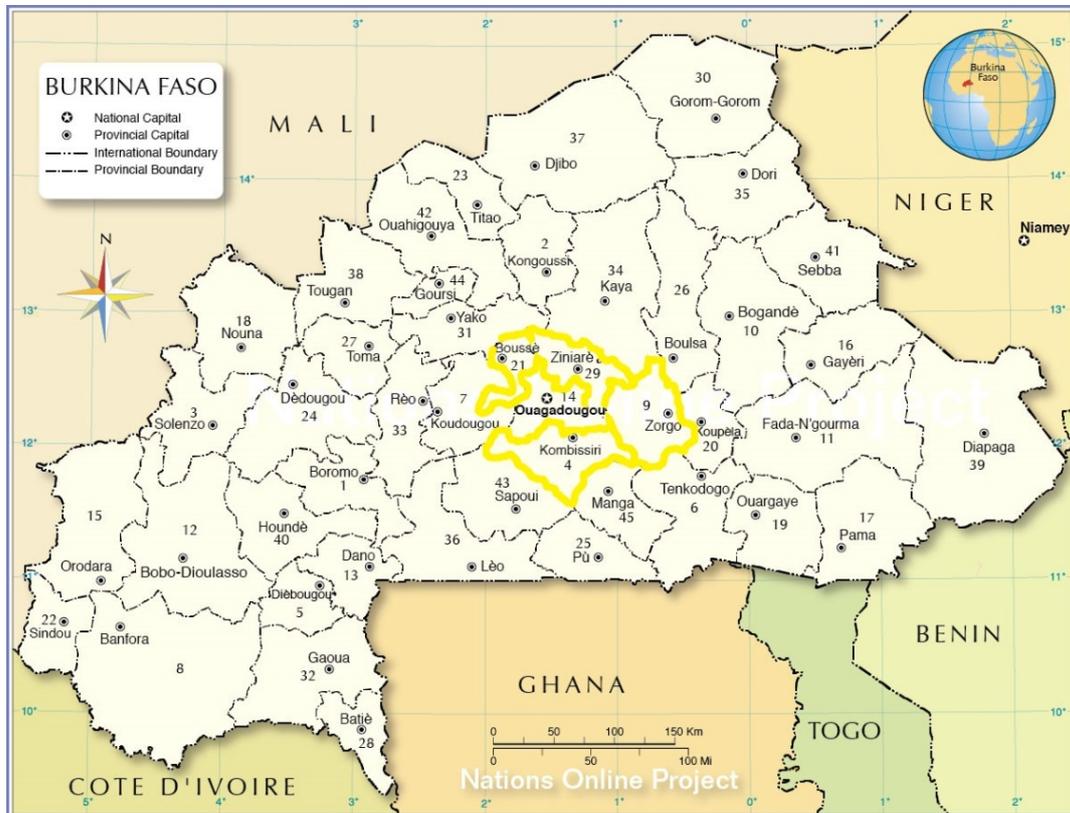
Les tableaux 3.1.1 et 3.1.2 donnent un exemple des critères de sélection établis réellement pour cette étude et de la fiche de classement de la comparaison des différentes provinces. A l'exécution du Projet, la sélection sera en principe effectuée conformément à cet exemple, mais la révision de son contenu sera dans une certaine mesure autorisée selon la situation des zones, etc.

**Tableau 3.1.1 Critères de sélection de la zone cible**

<b>Critères de sélection</b>	<b>Description</b>
Sécurité publique	Les zones où les actes d'obstructions à l'exécution du projet sont prévisibles à cause de l'instabilité politique et sécuritaire, ou bien les zones où la mise en œuvre du projet à long terme est jugée difficile seront exclues.
Conditions naturelles	Zones à précipitations annuelles moyennes supérieures à 600 mm où l'on peut espérer des effets de la plantation d'arbres et de l'AF
	Zones où la végétation est en diminution
	Zones où la dégradation des sols est avancée
Zones réservées	Ne pas être considérée comme zone de protection telle que réserve forestière nationale où sont limitées les activités de plantation d'arbres et d'AF
Réseau électrique national	Zone sans réseau électrique national ni plan de mise en place du réseau en faveur de l'utilisation de l'énergie solaire
Accessibilité	Du point de vue de la gestion du projet, zone accessible située dans un rayon de 1 à 1,5 h de distance de la base du projet

Des discussions ont eu lieu avec le JIRCAS et le Secrétariat Permanent du Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable (SP/CONEDD) du MERH, le ministère de tutelle de cette étude, sur la base

de ces critères, ce qui a conduit à la sélection de 4 zones candidates : (1) province de Kourwéogo de la région du Plateau-Central, (2) province d'Oubritenga de la même région, (3) province de Ganzourgou de la même région et (4) province de Bazèga de la région du Centre-Sud.



**Figure 3.1.1 Résultats de la sélection des zones candidates pour l'étude**

Source : [http://www.nationsonline.org/oneworld/map/burkina\\_faso\\_map.htm](http://www.nationsonline.org/oneworld/map/burkina_faso_map.htm) (19/05/2015)

Ensuite, une visite a été faite aux bureaux régionaux du MERH des 4 provinces précitées et une enquête par interview a été faite sur les éléments exigés pour juger de la nécessité de l'étude et de sa faisabilité. Le Tableau 3.1.2 en donne les résultats.

Suite à l'analyse de ces résultats effectuée en tenant compte des critères de sélection, il s'est avéré qu'un projet de foyer amélioré (FA) similaire au Projet était déjà réalisé dans la province de Bazèga (4) et que les problèmes sur le plan des conditions naturelles y étaient importants. La province de Bazèga (4) a donc été exclue et les autres provinces (1), (2) et (3) ont été retenues. Ensuite la province de Ganzourgou (3) a été éliminée du point de vue de l'accès parce que située à plus de 1,5 h de distance, et la province d'Oubritenga (2) a aussi été éliminée parce qu'un projet de recherche et d'étude japonais similaire y est déjà réalisé, et la province de Kourwéogo (1)

a donc été sélectionnée. Il a été constaté que les provinces (1) à (4) satisfaisaient tous les critères sauf celui du temps d'accès. Par ailleurs, un projet de foyer amélioré similaire à ce projet est réalisé dans la province (1), et en principe les zones à projet similaire doivent être exclues, mais étant donné que des projets de foyers améliorés sont réalisés dans la totalité de ces 4 provinces, et les zones d'intervention du projet FA ne sont qu'une partie de chacune des provinces, l'exécution du Projet à faible carbone dans la province de Kourwéogo (1) a été décidée à condition que l'absence de duplication de projets soit confirmée à l'étape de la sélection des villages cibles.

**Tableau 3.1.2 Résultats des enquêtes par interview dans les zones candidates**

	Province de Kourwéogo	Province d'Oubritenga	Province de Ganzourgou	Province de Bazèga
Personnes rencontrées	Directeur du bureau provincial	Directeur par intérim du bureau provincial	Directeur par intérim du bureau provincial	Directeur du bureau régional et directeur du bureau provincial
Région	Plateau-Central	Plateau-Central	Plateau-Central	Centre-Sud
Chef-lieu de la région	Ziniaré	Ziniaré	Ziniaré	Manga
Chef-lieu de la province	Boussé	Ziniaré	Zorgho	Kombissiri
Nombre de villes	5	7	8	7
Effectif du bureau provincial	9 au total 7 agents forestiers, 2 agents de la direction de l'environnement	15 au total 13 agents forestiers, 1 secrétaire, 1 gardien	11 au total 10 agents forestiers, 1 agent environnemental 1 dans chaque ville, et 2 agents forestiers affectés aux réserves forestières	19 au total 17 agents forestiers, 1 agent de la direction de l'environnement, 1 secrétaire 2 à 3 agents forestiers affectés par ville
Principaux problèmes	1. Abattage excessif 2. Réduction des terres agricoles par afflux d'habitants d'autres	1. Abattage excessif 2. Dégradation des sols (culture en continu, précipitations faibles)	1. Diminution de la végétation 2. Abattage excessif 3. Difficulté d'acquisition de terres	1. Abattage excessif 2. Diminution de la végétation 3. Dégradation des sols 4. Pollution de

	<b>Province de Kourwéogo</b>	<b>Province d'Oubritenga</b>	<b>Province de Ganzourgou</b>	<b>Province de Bazèga</b>
	provinces 3. Manque d'eau	3. Difficulté d'acquisition de terres agricoles suite à l'augmentation de la population	agricoles suite à l'accroissement démographique 4. Pollution de l'eau (due à l'utilisation de produits chimiques pour l'extraction de l'or)	l'eau/des sols
Projets similaires (développement rural, environnement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Foyer amélioré par ONG</li> <li>- Bio-digesteur du Ministère des ressources animales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Foyer amélioré par ONG</li> <li>- Foyer amélioré par groupe d'assistance aux femmes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prévention de l'érosion des sols par ONG</li> <li>- Projet de foyer amélioré par ONG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Développement rural intégré de petite envergure par ONG (foyer amélioré, plantation d'arbres, production de semences, culture d'engrais verts, renforcement des capacités)</li> </ul>
Réseau électrique national, électrification	Pas d'électricité dans les villages	Pas d'électricité dans les villages Electrification partielle des zones urbaines	Pas d'électricité dans les villages Electrification partielle des zones urbaines	Pas d'électricité dans les villages Electrification partielle des zones urbaines
Principales ethnies et conflits inter-ethniques	Ethnie des Mossis, pas de conflits particuliers	Ethnie des Mossis, pas de conflits particuliers	Ethnie des Mossis, pas de conflits particuliers	Ethnie des Mossis, pas de conflits particuliers
Accès *	75 min.	50 min.	115 min.	50 min.

\* Accès : La base étant à Ouagadougou, temps requis de Ouagadougou au bureau provincial

## 3.2- Sélection des villages candidats et des villages cibles

### 3.2.1-Sélection des villages candidats

Il est expliqué ici la méthode de sélection présupposant la sélection d'un village cible.

A cette étape, les activités sont conjointement réalisées par le planificateur et le responsable du bureau provincial. Le planificateur indique au responsable du bureau provincial les critères de sélection des villages candidats du Tableau 3.2.1 et lui demande de sélectionner 5 villages candidats de sa province. Le responsable provincial propose au planificateur 5 villages candidats satisfaisant les critères de sélection. En vérifiant les éléments de sélection du Tableau 3.2.1, les deux sélectionnent parmi ces 5 villages les 3 villages candidats répondant mieux aux critères de sélection.

### Cas de la présente étude

Dans le cas de la province de Kourwéogo, lors des discussions avec le directeur du bureau provincial du MERH situé à Boussé, les 5 villages de Y, K, Gu, Go et Ga ont été proposés. Le Tableau 3.2.2 donne les résultats de leur jugement.

**Tableau 3.2.1 Critères de sélection des villages candidats**

Critères de sélection	Description		Jugement
1. Conditions sociales	1-1	Pas de querelles dans le village ou avec les villages voisins	Oui/ Non
	1-2	Existence d'une personne clé dans le village	Oui/ Non
	1-3	Pas de projet « Vivres contre Travail » ou « Rémunération contre Travail »	Oui/ Non
2. Conditions liées à la production d'énergie solaire photovoltaïque	2-1	Pas de raccordement au réseau électrique national, ni de plan de raccordement	Oui/ Non
	2-2	Village d'environ 1.000 habitants (pour l'efficacité du monitoring)	Nombre d'habitants
	2-3	Les sources d'eau sont disponibles, ou faciles à obtenir	Eau facile à obtenir ou pas
3. Conditions liées au foyer amélioré	3-1	Pas de projet de foyer amélioré en cours	Oui/ Non
	3-2	Le foyer amélioré n'est pas vulgarisé	Vulgarisation ou pas
	3-3	Insuffisance de bois de feu	Degré d'insuffisance
4. Conditions liées à l'agroforesterie	4-1	Expérience de l'agroforesterie	Oui/ Non
	4-2	Végétation en diminution	Degré de diminution
	4-3	Erosion des sols avancée	Degré

Critères de sélection	Description		Jugement
			d'avancement
	4-4	Existence de terres en jachère ou d'anciens champs	Oui/Non
5. Accès	5-1	A moins de 30 m. du bureau provincial	Temps requis

**Tableau 3.2.2 Exemple de résultat de jugement sur la base des critères de sélection**

Différences entre les villages	Jugement par rapport aux conditions de sélection		Remarques
Commun aux 5 villages	1-1	Pas de querelles dans le village ou avec les villages voisins	
	1-2	Existence d'une personne clé dans le village	
	1-3	Pas de projet « Vivres contre Travail » ou « Rémunération contre Travail »	
	2-1	Pas de raccordement au réseau électrique national, ni de plan de raccordement	
	2-3	Les sources d'eau sont disponibles, ou faciles à obtenir	
	3-2	Le foyer amélioré n'est pas vulgarisé	
	3-3	Insuffisance de bois de feu	
	4-1	Expérience de l'agroforesterie	
	4-4	Existence de terres en jachère ou d'anciens champs	
Différent seulement dans le village Y	3-1	Projet de foyer amélioré en cours	Pas de projet en cours dans les 4 autres villages
Différent seulement dans le village Go	4-2	Végétation en « diminution »	Dans les 4 autres villages, on a constaté la « diminution importante de la végétation »
Différent seulement dans le village Go	4-3	Erosion des sols « avancée »	Dans les 4 autres villages, on a constaté l'érosion des sols « très avancée »

L'étude des 3 premiers villages considérés comme candidats sur la base des critères de sélection à l'aide du Tableau 3.2.2 a conduit de sélectionner le

village K, le village de Gu et le village de Ga de la ville de Boussé en tant que villages candidats, compte tenu du fait qu'un projet de foyer amélioré d'une ONG est en cours dans le village de Y et que la diminution de la végétation et la progression de l'érosion des sols sont moins avancées dans le village de Go que dans les autres.

### **3.2.2-Sélection des villages cibles**

Avec la collaboration du responsable provincial, le planificateur réalise une enquête par interview auprès des personnes clés des villages candidats qui sert de document de base pour la sélection, permettant d'apprécier la volonté de participation du village à cette étude, sa capacité d'exécution du projet (organisations dans le village et niveau d'alphabétisation) et sa situation (en particulier, besoins concernant les activités prévues dans le village).

Les personnes clés, à savoir, chef du village, membres du conseil municipal, représentants de groupes agricoles, représentants de groupes d'élevage des animaux, représentantes de groupes de femmes, représentants de groupes de jeunes, représentants de groupes religieux, représentants de groupes scolaires, représentants de groupes de gestion de postes de santé, etc. sont au nombre de 30 à 40.

Dans cette étude, après explication des grandes lignes de l'étude (objectifs, etc.), l'enquête par interview a lieu au moyen d'un questionnaire préparé. L'interview dure de 1h30 à 2h. Les rubriques de l'enquête sont les suivantes.

- Problèmes du village (les 3 à 5 principaux)
- Types d'organisations et contenu des activités
- Volonté de collaborer au Projet à faible carbone de l'enquêté
- Ressources en eau (accessibilité aux ressources en eau, nombre de ressources en eau (installations))
- Propriétaires terriens
- Niveau d'alphabétisation (nombre de personnes pouvant écrire en langue mooré, nombre de personnes pouvant lire et écrire en français)
- Energies (situation d'électrification, combustible des lampes)
- Foyer amélioré (situation d'utilisation, combustible, etc.)
- Plantation d'arbres et agroforesterie (AF) (existence ou non d'activités,

technique de production et d'entretien plants)

En cas de sélection d'un grand nombre de villages, il est possible de simplifier l'enquête en extrayant les rubriques indispensables. Lors de la sélection, l'utilisation d'une notation de base pour les rubriques de l'enquête ci-dessus a l'avantage de faciliter la comparaison, mais le planificateur en charge de l'enquête peut donner un jugement plus global.

### Cas de la présente étude

Le Tableau 3.2.3 donne le résultat de l'enquête menée dans les 3 villages candidats ; étant donné qu'il s'agissait de comparaison entre les 3 villages, la notation n'a pas été employée, et seule la sélection selon la supériorité a été faite après avoir étudié les différents éléments. Le détail de sélection est donné ci-après.

Après l'analyse des résultats de cette enquête, le village de Ga a été exclu en raison de l'inaccessibilité pendant la saison des pluies. Et dans la comparaison des villages de K et Gu, il n'y a pas eu de différence majeure dans la situation actuelle de 3 domaines d'activités, mais les problèmes de « perte de la végétation et difficultés pour l'obtention de bois de feu » et les problèmes « dans les activités maraîchères liées aux ressources en eau » ont été constatés dans le village de Gu et son potentiel vis-à-vis des activités de cette étude a été jugé élevé parce que beaucoup d'associations, par ex. association de plantation d'arbres sont actives, ce qui a conduit à la sélection du village de Gu comme village cible.

**Tableau 3.2.3 Sélection du village cible : cas du village Gu**

Nom du village	Village K	Village Gu	Village Ga
Accessibilité	Temps d'accès 30 min., distance de 27 km Route bifurquant d'une route principale (goudronnée) en relativement bon état	Temps d'accès 20 min., distance de 9 km Accessible même sous la pluie pendant la saison des pluies	Temps d'accès 50 min., distance de 16 km Route étroite, beaucoup de flaques d'eau même en novembre, accès impossible pendant la saison des pluies
Population, ethnies (population recensée)	996 hab., 6 quartiers, ethnie Mossi à 100%	1.061 hab., 6 quartiers, presque totalement Mossi, quelques Peuls	1.712 hab., 7 quartiers, presque totalement Mossi, quelques Peuls
Problèmes du village	(1) Insuffisance de matériaux et d'engrais pour l'exploitation agricole, et denrées alimentaires insuffisantes	(1) Problèmes de santé (beaucoup d'habitants atteints du paludisme, infrastructures sanitaires et	(1) Manque d'eau (2) Route d'accès à la zone urbaine en mauvais état (3) Pas de poste de santé dans le village. Routes

Nom du village	Village K	Village Gu	Village Ga
	<p>(2) Poste de santé trop petit ne pouvant accueillir tous les malades, manque de médicaments</p> <p>(3) Manque d'eau pendant la saison sèche</p> <p>(4) Pas de travail pour les femmes pendant la saison sèche</p> <p>(5) Stagnation des activités d'alphabétisation des adultes, il n'y a des salles mais pas d'enseignants</p>	<p>équipements de santé insuffisants)</p> <p>(2) Pas de travail pendant la saison sèche, le maraîchage est impossible pendant la saison sèche parce qu'il n'y a pas de barrage ou de réservoir d'eau</p> <p>(3) Les sols sont asséchés parce que la végétation a diminué, le contrôle de la collecte des bois de feu impossible</p> <p>(4) Pas d'hébergement pour les enseignants</p>	<p>d'accès aux postes de santé d'autres villages en mauvais état</p> <p>(4) Connaissances et fonds insuffisants pour augmenter la productivité agricole</p>
Organisations	Existence de groupes de femmes pratiquant l'agriculture, de groupes agricoles	De nombreux groupes agricoles, groupes de jeunes, associations des usagers de l'eau, associations de plantation d'arbres, etc. en activité	Groupes agricoles, groupes d'élevage, associations des usagers de l'eau, etc. en activités
Collaboration aux activités de l'étude	Accordée	Accordée	Accordée
Ressources en eau	Accès facile aux sources d'eau 9 forages, 5 puits (3 en panne)	Accès facile aux sources d'eau 9 forages, 1 puits	Accès facile aux sources d'eau 10 forages (1 en panne), 4 puits
Propriété des terres	Chef du village propriétaire	Droit de propriété à l'Etat, autorisation du chef du village requise pour l'acquisition des nouvelles terres	Chef du village
Alphabétisation	4 hab. en mooré, 10 hab. en français	1 hab. en mooré, 6 hab. en français	Beaucoup en mooré, aucun en français
Energies	Pas d'électricité, ni plan d'électrification Lampe à huile non utilisée Lampe à pile sèche utilisée	Pas d'électricité, ni plan d'électrification Lampe à huile non utilisée Lampe à pile sèche utilisée	Pas d'électricité, ni plan d'électrification Lampe à huile non utilisée Lampe à pile sèche utilisée
Foyer amélioré	Foyer traditionnel (foyer à 3 pierres) utilisé Combustible : bois de feu, résidus de mils	Foyer traditionnel (foyer à 3 pierres) utilisé Combustible : bois de feu, résidus de mils	Foyer traditionnel (foyer à 3 pierres) utilisé Combustible : bois de feu, résidus de mils
Plantation d'arbres/AF	Groupes et individus expérimentés Formation insuffisante sur les techniques d'ensemencement et de culture des plants	Groupes et individus expérimentés Plusieurs individus ayant l'expérience des techniques d'ensemencement et de culture des plants, projet réalisé dans le passé	Groupes et individus expérimentés 2 fermes ayant des pépinières personnelles

### 3.3-Reconnaissance de la situation actuelle du village cible

Avant le début des activités du Projet à faible carbone, il faut définir le plan des différentes activités et en discuter avec les habitants. Cela va permettre

au planificateur de bien comprendre les informations de base sur le village, et établir un projet de chaque plan sur cette base. L'étude menée dans ce sens est appelée « l'étude de reconnaissance de la situation réelle du village cible ».

Le contenu de cette étude se subdivise en éléments généraux et en éléments spécifiques exigés pour élaborer un plan d'action de chaque domaine, ces derniers doivent être classés selon les objectifs dans chaque domaine.

Ce qu'il faut considérer dans ce cas c'est l'effort de simplifier l'étude au strict minimum pour les informations à collecter. Toutefois, une étude complémentaire sera faite à chaque fois qu'on rencontre de nouvelles informations pendant le déroulement du Projet à faible carbone.

Veillez-vous référer aux résultats de « l'étude de reconnaissance de la situation réelle du village cible » menée dans le village de Gu figurant dans les annexes.

### **3.4-Elaboration du plan d'action**

#### **3.4.1-Procédure de l'élaboration**

Vu que les résultats des activités du Projet à faible carbone doivent être utilisés de manière durable et autonome par les habitants, il a été décidé de définir les activités à réaliser dans le village cible via une procédure d'élaboration du plan d'action utilisant la MARP. L'élaboration d'une proposition de plan d'action par les habitants qui est les acteurs principaux, vise à favoriser leur prise de conscience sur leur propre responsabilité et à les motiver à la participation au plan d'action, voire aux activités du Plan à faible carbone lui-même.

La procédure d'élaboration du plan d'action est la suivante.

- (1) Identification des problèmes
- (2) Analyse des moyens et méthodes pour résoudre les problèmes identifiés
- (3) Elaboration d'une proposition de plan d'action et ciblage des activités
- (4) Elaboration du plan d'action

Ici, les points (1) à (3) sont réalisés sous forme d'atelier regroupant les habitants, et le point (4) exécuté séparément au lancement de chacune des activités.

### 3.4.2. Identification des problèmes et étude des mesures contre les problèmes

La méthodologie adoptée pour l'Identification des problèmes et l'étude des moyens et méthodes pour résoudre ces problèmes est la suivante.

#### (1) Préparatifs

- Affectation des facilitateurs (des personnes ayant suivi la formation de MARP sont souhaitables)
- Rassemblement des représentants du village (chef du village, membres du Comité de développement du village (CVD), leaders des groupes de femmes, etc.).



**Photo 3.4.1 Les habitants d'expriment en séance d'atelier)**

(Rassembler des participants de milieux divers permet d'obtenir des avis plus élargis, mais résumer les avis devient plus difficile s'ils sont trop nombreux.)

- Préparation des feuilles et d'un tableau pour afficher et réunir les avis des habitants (Photo 3.4.1).

#### (2) Mise en œuvre

- Via le facilitateur, des questions sont posées aux participants sur le contenu concret des principaux problèmes du village et leurs causes, et les réponses classées.
- Des questions sont posées aux participants sur les moyens et méthode de résoudre ces problèmes, et les réponses classées.

### Cas de la présente étude

Le Tableau 3.4.1 présente les problèmes identifiés par le biais de l'atelier et les moyens et méthode de les résoudre étudiés.

**Tableau 3.4.3. Problèmes identifiés et contremesures étudiées**

Principaux problèmes	1. Soins de santé	2. Activités génératrices de revenus	3. Diminution de la végétation	4. Infrastructure scolaire	5. Eau potable	6. Gestion des animaux
Causes	1-(1) Infrastructure sanitaires et équipements de santé (postes de santé) insuffisants	2-(1) Maraîchage non dynamique	3-(1) Abattage excessif pour l'obtention de bois de feu	4-(1) Pas d'hébergement pour les enseignants	5-(1) Points d'eau potable insuffisants	6-(1) Manque de matériaux pour l'élevage à l'étable
	1-(2) Taux de prévalence du paludisme élevé chez les habitants	2-(2) Manque d'eau pendant la saison sèche	3-(2) Précipitations faibles	4-(2) Pas de collège	5-(2) Collecte des frais pour la construction/maintenance des puits impossible	6-(2) Manque de suivi vétérinaire
Mesures prises/remèdes	1-(1) Pharmacie, trousse médicale, électrification du poste de santé	2-(1) Fourniture de semences de légumes et de matériels de maraîchage	3-(1) Plantation d'arbres, production de plants d'arbres, utilisation du foyer amélioré	4-(1) Aménagement de l'infrastructure scolaire (hébergement), panneaux solaires	5-(1) Construction de forages	6-(1) Mise en place de clôtures pour l'élevage à l'étable, formation à la gestion de l'élevage à l'étable
	1-(2) Médicament préventif contre le paludisme, moustiquaires, amélioration de l'hygiène publique	2-(2) Construction d'un barrage, d'un réservoir d'eau	3-(2) Pas de mesures ni remèdes	4-(2) Construction d'un collège, panneaux solaires	5-(2) Maintenance et nettoyage périodique des forages	6-(2) Stage pour la formation des vétérinaires travaillant sur place

### 3.4.3. Elaboration de la proposition de plan d'action et criblage des activités

L'étendue des domaines traitables par le Projet est limitée, et il faut sélectionner des domaines objets du Projet. Et le projet de plan d'action dans les domaines sélectionnés sera élaboré par les habitants. La procédure à cet effet est la suivante.

- (1) Il faut expliquer les domaines et les problèmes traitables par le projet aux habitants et obtenir leur accord.
- (2) Il faut expliquer la méthode d'élaboration de la proposition de plan d'action pour les domaines et les problèmes traitables par le projet aux habitants.
- (3) Il faut sélectionner les activités concrètes traitables par le Projet sur la base de la proposition de plan d'action établi par les habitants et définir ces activités en tant qu'activités cibles du Projet.
- (4) Le plan d'action concret de chaque activité sera fixé après ajustements

définitifs de l'organisme d'exécution du projet avec les participants aux activités.

Ce qui est important ici, c'est qu'il faut bien expliquer aux habitants et obtenir leur accord au moment de la définition des activités du Projet. De plus, beaucoup d'habitants ont souvent la fausse idée que l'exécution du Projet permettra de résoudre tous les problèmes identifiés ou bien d'entreprendre toutes les actions proposées dans ce projet de plan d'action. Par conséquent, lors de l'explication de l'élaboration de la proposition du plan d'action au moment de la tenue de l'atelier, il faut expliquer à tout moment aux habitants que les domaines traitables par le projet sont limités, et que même si les domaines ne sont pas limités, il y a des limites pour le nombre, l'envergure et la durée, etc. parce que les activités doivent être réalisées en tenant compte des possibilités financières et de la disponibilité du personnel.

Si les domaines traitables par le projet sont limités et que le contenu et la durée applicable aux activités sont limités, il faut organiser l'atelier et élaborer la proposition de plan d'action, ou bien réduire la série de processus, en supprimant par exemple une partie des procédés, après leur avoir donné d'amples explications à ce sujet. Mais la volonté de participation à l'élaboration du plan des habitants s'effritant avec la réduction des efforts assurés pour ces processus, la motivation et l'appropriation du plan d'action et des activités du projet elles-mêmes par les habitants, qui sont l'objectif poursuivi, ont tendance à devenir difficiles. L'organisme d'exécution doit aussi prendre en compte ces points en gardant un œil sur les procédés de l'ensemble du Projet.

### Cas de la présente étude

Les « activités génératrices de revenus » et la « diminution de la végétation » sont traitables dans la présente étude parmi les principaux problèmes indiqués dans le Tableau 3.4.2, et le contenu des activités suivant a été défini.

**Tableau 3.4.4 Problèmes à faire face et contenu des activités définies**

Problèmes à faire face	Contenu des activités
Manque d'eau pendant la saison sèche	Introduction de l'irrigation de petite envergure ayant recours à l'énergie solaire (culture de légumes pour les marchés en saison sèche → sécurisation professionnelle pendant la saison sèche, redynamisation des activités maraîchères)
Maraîchage non dynamique	
Activités génératrices de revenus insuffisantes	Introduction de la plantation d'arbres, arbres fruitiers y compris, et de l'agroforesterie (production de fruits et de bois de feu, etc. → revenu en liquide, contrôle de la diminution de la végétation)
Diminution de la végétation à cause de l'abattage excessif pour l'obtention de bois de feu	
	Introduction du foyer amélioré (réduction de la consommation de bois de feu (limitation de la diminution de la végétation))
Vulnérabilité de l'infrastructure scolaire (manque de lampes électriques)	Introduction de lampes solaires

Lors de la définition du contenu des activités, une occasion de donner des explications au chef du village et aux membres du CVD a été prévue, pour leur expliquer que seulement des activités sélectionnées seront réalisées dans le Projet, le contenu de ces activités et qu'une certaine prise en charge pour les fonds, les matériaux et le travail sera requise pour les participants, afin d'obtenir leur compréhension.

Après ces parcours, la mise en œuvre des différentes activités retenues ont commencé.

### **3.5-Les actions entreprises (contenu des activités définies et concept général)**

#### **Cas de la présente étude**

On peut citer la diminution de la végétation comme l'un des problèmes auxquels sont confrontées les zones rurales du Burkina Faso. Afin de résoudre ce problème, il a été prévu d'introduire le foyer amélioré en vue de réduire la consommation de bois de feu, de planter des arbres et d'exécuter l'AF pour rétablir la végétation, et d'utiliser l'énergie solaire pour fournir de l'eau aux plants, etc. Une approche co-bénéfices a également été employée dans cette étude en vue à la fois de la lutte contre le changement climatique et du développement rural. La figure ci-dessous présente le concept de l'étude.

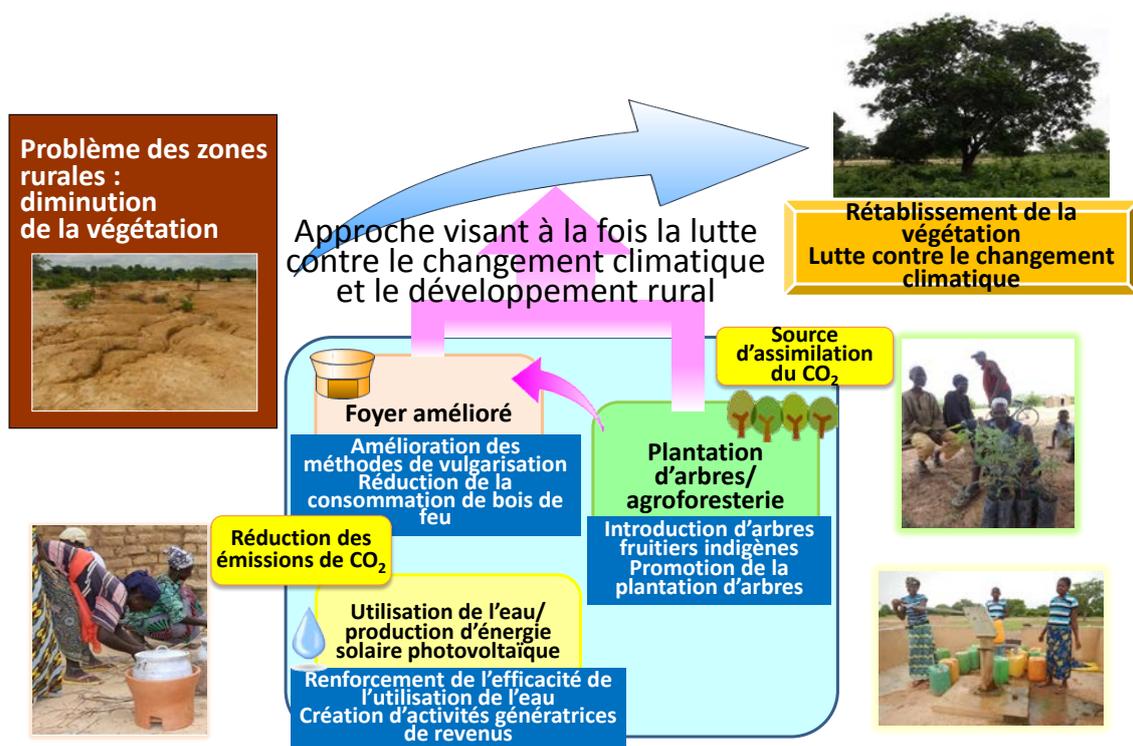


Figure 3.5..1 Schéma conceptuel de la présente étude

### 3.6-Exploitation du document

En ce qui concerne les 3 activités passées au crible comme indiqué ci-dessus, on résume dans le tableau 3.6.1 leur rapport avec les mesures recommandées dans le PNA. Les mesures jugées avoir une relation étroite sont marquées par « ○ » et celles ayant une relation dans une certaine mesure par « Δ ».

Tableau 3.6.1 Mesures recommandées et Rapport avec le Projet à faible carbone

Objectifs à long terme	Mesures recommandées	Contenu des activités du Projet à faible carbone	Niveau du rapport
Agriculture	Pratiques de techniques d'utilisation économe de l'eau d'irrigation	Petites surfaces irriguées à l'aide de la production d'énergie solaire PV	○
	Recours à une technique de préservation de l'eau et du sol (agroforesterie)	Plantation d'arbres et agroforesterie	Δ
Forêts	Pratique d'une bonne gestion	Plantation d'arbres et	○

Objectifs à long terme	Mesures recommandées	Contenu des activités du Projet à faible carbone	Niveau du rapport
	des forêts et de l'agroforesterie	agroforesterie	
	Gestion participative locale des forêts	Plantation d'arbres et agroforesterie	Δ
	Augmentation de l'utilisation efficace permanente de produits non-forestiers	Plantation d'arbres et agroforesterie	○
	Pratique de l'agroforesterie pour gérer en continu les ressources naturelles	Plantation d'arbres et agroforesterie	○
Energie	Renforcement de l'efficacité de l'énergie	Foyer amélioré, petites surfaces irriguées utilisant l'énergie solaire	Δ
	Diversification des énergies (énergie solaire PV)	Petites surfaces irriguées utilisant l'énergie solaire	○
	Promotion de l'utilisation du foyer amélioré pour largement réduire la consommation de bois de feu et de charbon de bois	Foyer amélioré	○
Conservation des ressources en eau et amélioration d'accès à l'eau potable et l'assainissement	Utilisation plus efficace des ressources en eau	Petites surfaces irriguées utilisant l'énergie solaire	○

Pour les mesures jugées avoir certains rapports avec le Projet, les méthodologies et effets de leurs activités principales ou bien d'une partie des activités ont déjà été vérifiées au cours de cette étude. La méthode d'évaluation quantitative de la réduction des émissions des gaz à effet de serre (GES) a été aussi mise en pratique. Ainsi, l'utilisation / application efficace de la méthodologie du JIRCAS aux activités principales ou à une partie des activités pourrait être proposée en tant qu'un des moyens pour en faire un projet PNA. Il est recommandé d'utiliser le présent document parce que l'orientation et/ou la méthode à suivre pour l'exécution des projets qui en font l'objet y sont classés globalement et systématiquement.

## **CHAPITRE 4 : LA MISE EN PRATIQUE — FOYER AMELIORE**

### **4.1- Contexte et objectif**

#### **4.1.1- Situation actuelle d'utilisation du bois au Burkina Faso**

Les pressions humaines et animales accentuent le phénomène de la désertification par la surexploitation des ressources végétales. Les feux de brousse, la coupe abusive du bois de chauffe, le déboisement des formations végétales pour usage de champs diminuent les ressources végétales. Ainsi, environ 105,000 ha de forêts disparaissent chaque année (MEE, 2002). De 1980 à 2000, la superficie des formations forestières du Burkina Faso est passée de 15,42 millions d'hectares à 11,29 millions d'hectares (FAO, 2000).

L'utilisation du bois issu des forêts est une des causes de la dégradation de ces forêts. En effet, plus de 90 % des besoins en énergie sont couverts par les combustibles traditionnels dont le bois et le charbon de bois en constituent l'essentiel. Le bois de feu est la principale source d'énergie pour la cuisine et le secteur des ménages en est le principal consommateur; comptant pour quelque trois millions de tonnes par an soit 98% de la demande en énergie primaire par les ménages et 89% de la demande d'énergie finale. Ainsi, le problème de bois est un des obstacles à une politique énergétique.

Pour les villages, 99% des ménages utilisent le bois comme source d'énergie. De ce fait, le problème de l'utilisation du bois dans les villages est plus grave qu'en milieu urbain.

#### **4.1.2- Mesure de type co-bénéficiaire contre les changements climatiques**

Le Burkina Faso fait face aux problèmes naturels, sociaux et économiques tels que la sécheresse, la pauvreté et la croissance démographique. La dégradation des forêts est l'un des grands problèmes au Burkina Faso. Ainsi, la conservation des forêts et de la végétation fait partie de l'un des objectifs nationaux les plus importants du développement.

Le Burkina Faso est exposé de plus actuellement à l'influence des changements climatiques comme l'apparition fréquente de la sécheresse et les inondations. On suppose que ces effets indésirables deviendront plus sérieux dans le futur. Ainsi la conservation des forêts est aussi un grand

problème du volet de l'adaptation des changements climatiques.

De ce fait, la mesure de la conservation des forêts a deux caractères de l'objectif de développement social et économique, et de l'objectif de l'adaptation des changements climatiques. Par conséquent elle est la mesure la plus convenable pour l'approche de type co-bénéficiaire contre les changements climatiques qui produit à la fois deux profits de l'objectif du développement national et de l'adaptation des changements climatiques.

Selon le quatrième rapport d'évaluation du climat de GIEC, " Un exemple typique sur l'effet synergique entre le développement durable et la réduction de l'émission de gaz à effet de serre est la promotion de l'utilisation de foyers de bonne qualité d'efficacité thermique contre les foyers traditionnels. Il est possible non seulement de réduire l'émission de gaz à effet de serre, mais de soulager le travail du ramassage de bois par les femmes et les enfants. On pourra ainsi freiner la demande de ressources naturelles." Cela signifie que l'introduction des Foyers Améliorés (ci-après dénommé FA) au Burkina Faso constitue à la fois une des mesures les plus appropriées contre les changements climatiques et une des mesures pour atteindre l'objectif de développement qui est la prévention de la dégradation des forêts. Ainsi donc, elle est une mesure effective pour la résolution des problèmes socio-économiques et pour la lutte contre les changements climatiques au Burkina Faso.

#### **4.1.3- Objectif**

Les projets de vulgarisation de FA se sont déroulés au Burkina Faso et leurs retombées sont espérées. Pour les appuyer, l'objectif de l'activité de FA dans ce document est le suivant :

- Le Développement de la méthode d'évaluation de l'effet quantitatif sur la réduction de l'émission de gaz à effet de serre par le projet FA
- La présentation d'un exemple de la méthode de vulgarisation de FA en milieu rural à travers le résultat de la vérification expérimentale de l'introduction de FA dans un village.

En ce qui concerne la méthode de l'évaluation de l'effet sur l'émission de gaz à effet de serre, la méthodologie de MDP est utilisée mondialement dans le cadre de la mesure des changements climatiques du GIEC pour une évaluation efficace.

## 4.2. Organigramme de l'étude

### 4.2.1. Schéma de l'organigramme de l'étude

Le schéma de l'organigramme de l'étude est présenté sur la figure 4.2.1 ci-après :

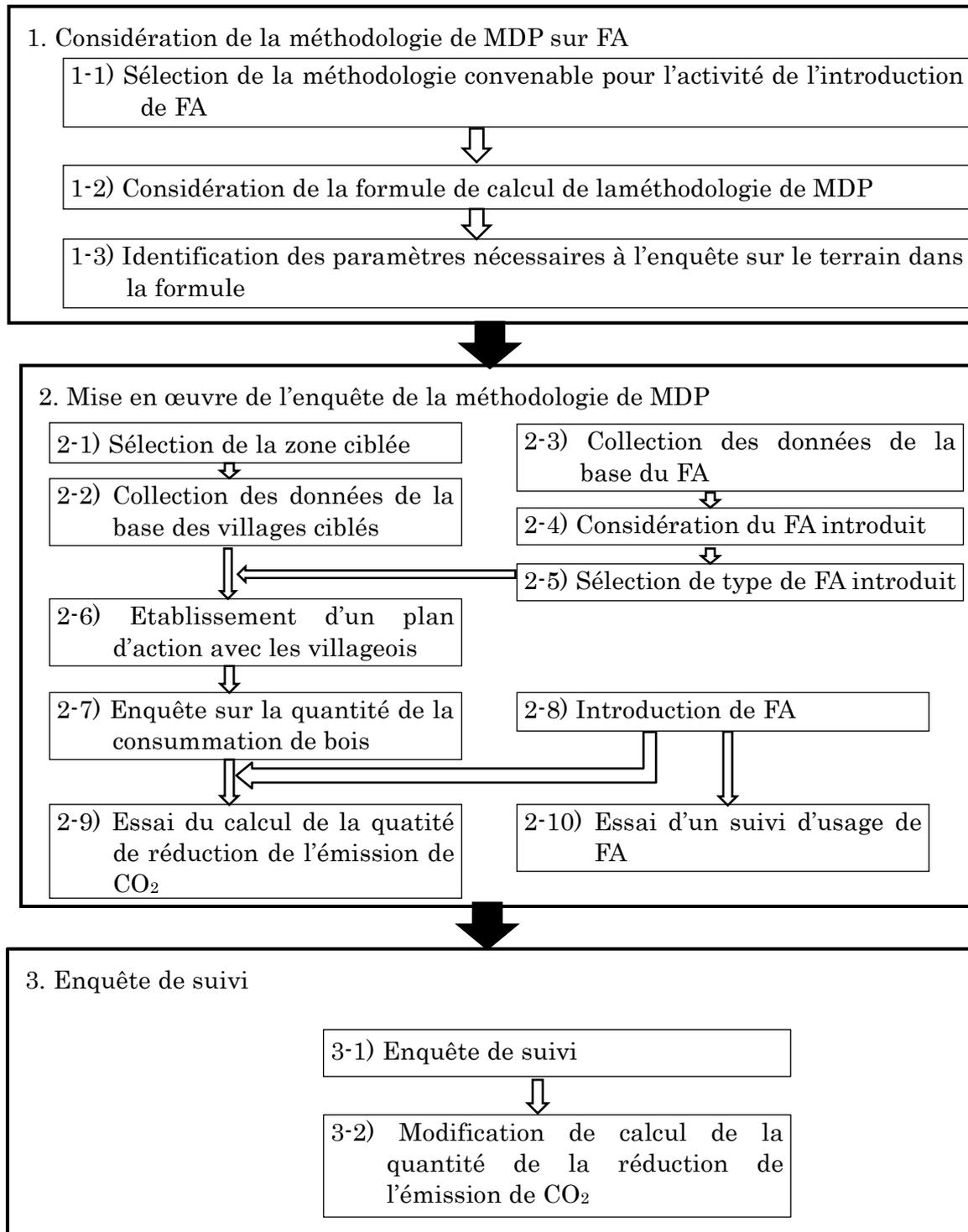


Figure 4.2.1 Schéma de l'organigramme de l'étude

Le schéma de l'organigramme de l'étude comporte trois niveaux ;

- Considération de la méthodologie du MDP sur les FA
- Enquête de la méthodologie du MDP
- Enquête de suivi

#### **4.2.2. Considération de la méthodologie de MDP sur FA**

On sélectionne une méthodologie appropriée à l'activité de l'introduction de FA dans les méthodologies du MDP pour le calcul de la quantité de la réduction de l'émission de CO<sub>2</sub> et saisit les facteurs nécessaires au calcul d'après la compréhension profonde de la méthodologie. On définit par la suite les facteurs de l'enquête sur le terrain sur la base du résultat du processus précédent.

Les méthodologies du MDP se composent de deux types de projet : projets de grande envergure et projets de petite envergure. Ce dernier est adopté dans ce document compte tenu de la situation actuelle dans les pays en voie de développement.

Seulement, les conditions pour l'application de chaque méthodologie sont déterminées et il est nécessaire de les vérifier. Ce point est mentionné à part dans la section "4.3 Méthode du calcul de la quantité de la réduction de l'émission de CO<sub>2</sub>".

#### **4.2.3 Mise en œuvre de l'enquête de la méthodologie de MDP**

Cette deuxième section comporte cinq étapes : la précision de la zone ciblée, la détermination de FA introduit, l'enquête de la quantité de la consommation de bois, la mise en œuvre de l'introduction de FA et le calcul de la quantité de la réduction de l'émission de CO<sub>2</sub> sur la base des quatre étapes précédents. Cependant, les activités de « 2-1 » Sélection de la zone ciblée" et «2-2» Collection des données de la base des villages ciblés", sont omises dans ce chapitre parce qu'elles sont mentionnées à part en raison de l'enquête à cheval sur trois domaines des activités.

#### **4.2.4. Enquête de suivi**

Ce point comporte l'enquête de suivi pour connaître le nombre de FA utilisé et la situation de l'usage de FA introduits et pour modifier le calcul de la quantité de la réduction de l'émission de CO<sub>2</sub>.

### **4.3. Méthode de calcul de la quantité de la réduction de l'émission de CO<sub>2</sub>**

#### **4.3.1 Sélection de la formule de calcul de la méthodologie du MDP**

La formule de calcul de la méthodologie du MDP est déterminée par la Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) en fonction des activités. On peut effectuer une recherche de la méthodologie de petite envergure du MDP à travers la page d'accueil du MDP-Méthodologie de CCNUCC :

(<http://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>). On a sélectionné "AMS-II.G.: Ennery efficiency measures in thermal applications of non-renewable biomass --- Version 6" comme la méthodologie la plus efficace à l'activité de l'introduction de FA. La formule ci-dessus de calcul est la version de mars de l'année 2015.

#### **4.3.2 La méthodologie de AMS- II.G**

Cette méthodologie comporte cinq points : "introduction", "domaine, applicabilité et admission de validité", "définition", "base de méthodologie" et "suivi". Un aperçu de chaque point est donné ci-dessous. De plus, les détails de chaque aperçu sont exposés comme référence dans l'annexe "4.3.1 Méthodologie" de ce document.

##### **(1) Introduction (Point 1)**

Des types de l'instrument qui est applicable à la méthodologie sont inscrits dans ce chapitre et ce sont le foyer dont le combustible est la biomasse non-renouvelable, le four et le séchoir.

##### **(2) Domaine, applicabilité et admission de validité (Point 2)**

###### **2-1) Domaine**

L'efficacité thermique se définit pour le foyer applicable et il est nécessaire d'être à plus de 20%. Comme il est indiqué dans cet article que l'efficacité des foyers de projet doit être basée sur la certification par un organisme national de normalisation, on adopte la valeur de mesures de l'Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT) au Burkina Faso.

###### **2-2) Applicabilité**

Il se définit comme la quantité de la réduction totale d'énergie par activités

de projet unique et ne doit pas dépasser l'équivalent de 60GWh par an. Ceci correspond à un niveau maximum de la taille d'un projet de petite envergure MDP, lorsqu'elle est calculée dans les conditions suivantes:

- Niveau maximum de la quantité de la réduction totale d'énergie = 60GWh
- Quantité de la consommation de bois par an et par personne = 400 kg
- Nombre moyen des personnes pour une famille = 8 personnes
- Amélioration de l'efficacité thermique de foyer; 10 % →20 %
- Nombre de ménages introduisant un FA par un ménage = N
- Confère "tableau 4.3.1" pour la formule de calcul

$$B_{y,savings} = 0.4 * 8 * (1/4) * (0.1/0.2)$$

$$= 0.4 \text{ t par an et par ménage}$$

$$60 \text{ GWh} > B_{y,savings} * N * f * NCV$$

$$f = 0.9, NCV = 0.015 * 10^{12} \text{ J}$$

$$60 * 10^9 * 3.6 * 10^3 \text{ J} > 0.4 * N * 0.9 * 0.015 * 10^{12} \text{ J}$$

$$N < 40,000 \text{ ménages}$$

En conséquence du calcul, la valeur de la limite supérieure est de 40000 ménages pour obtenir le crédit du MDP. L'objectif de ce document n'est pas l'acquisition du crédit de MDP, mais la mise en valeur de la formule du calcul de la méthodologie du MDP comme décrit dans le paragraphe "4.3.2". Au cas où on tiendrait compte de l'effectivité et de la commodité de projet dans les pays en voie de développement, il n'est pas aussi important de considérer le déroulement de la vulgarisation comme une condition et il est capable d'appliquer la formule de calcul de la méthodologie de petite envergure dans ce document indépendamment de la condition de la limite de la quantité de la réduction totale de CO<sub>2</sub> par projet. Cependant si on respecte la rigueur de l'application sur la formule de la méthodologie de MDP, la zone pourra être divisée en deux afin de tenir la limite supérieure de nombre de FA introduit par projet.

### (3) Définition (Point 3)

Les termes dans la méthodologie de MDP sont définis.

### (4) Base de méthodologie (Point 4)

#### 4-1) Limite de projet

Ce paragraphe demande d'indiquer les limites de la zone de projet. Le détail est décrit dans les paragraphes "3.1 Sélection des zones ciblées" et "3.2

Sélection des villages candidats et détermination des villages ciblés”.

4-2) Formule de calcul de la quantité de réduction de l'émission de gaz

Cette partie explique les formules de calcul de la quantité de réduction de l'émission de gaz de CO<sub>2</sub>. Une formule de calcul pour le foyer domestique est sélectionnée et elle est présentée dans le tableau 4.3.1.

Le paramètre  $ER_{y,i}$  est la quantité (unité ; tonne) de la réduction d'émission de CO<sub>2</sub> par les FA introduits par le projet au cours d'une année de  $y$ .  $y$  étant le nombre d'années à partir du début de projet et  $i$  veut dire le type de FA.

**Tableau 4.3.1 Formule de calcul de la quantité de la réduction de l'émission pour l'application à l'introduction de FA**

$$ER_{y,i} = \sum B_{y,savings,i,a} \times N_{y,i,a} \times (\mu_{y,i} \div 365) \times f_{NRB,y} \times NCV_{biomass} \times EF_{projected\_fossilfuel} - LE_y \quad \dots \quad (a)$$

$ER_{y,i}$  : Quantité de la réduction de l'émission de CO<sub>2</sub> au cours de une année de  $y$  par les FAs de type de  $i$  qui sont introduits par projet (unité ;tonne)

$\sum B_{y,savings,i,a}$  : Quantité de la réduction de la biomasse ligneuse par un FA de type de  $i$  dans l'année  $y$  (unité ;tonne)

$f_{NRB,y}$  : Fraction de la biomasse ligneuse économisée par l'activité de projet dans l'année  $y$  qui peut être établie comme la biomasse non-renouvelable en utilisant des méthodes d'enquête, les données du gouvernement ou les valeurs par défaut de la fraction spécifique non-renouvelable de biomasse ligneuse pour chaque pays

$NCV_{biomass}$  : Valeur nette de la calorie substituée de la biomasse ligneuse non-renouvelable

$EF_{projected\_fossilfuel}$  : Facteur d'émission des combustibles fossiles qui sont destinés à être utilisés comme la substitution de la biomasse ligneuse et non-renouvelable par les consommateurs similaires

$N_{y,i,a}$  : Nombre de FA de type  $i$ , l'âge  $a$  et l'année  $y$  à partir du début de projet (Le nombre doit être vérifié par l'enquête de suivi)

$\mu_{y,i}$  : Moyenne de nombre de jours de la durée où FA de type  $i$  et l'année  $y$  est utilisé

$LE_y$  : Quantité de l'émission de fuite dans l'année  $y$

$\sum B_{y,savings,i,a}$  signifie la quantité de réduction de la consommation de la biomasse ligneuse, qui est pratiquement le bois, par un FA de type  $i$  dans l'année  $y$  à partir du début de projet. Si l'on explique selon un tableau, ça doit être celui de

“4.3.2”. Le facteur  $a$  est le nombre d’années de la durée d’usage de FA et ce qui veut dire que les FA de chaque année de  $a_x$  sont utilisés et la valeur de  $B_{savings}$  est celle total dépendant des facteurs de  $y, a, i$ .

**Tableau 4.3.2 Conception de  $\Sigma B_{y,savings,i,a}$**

Type de FA		Type de $i$					
Année à partir du début de projet ( $y$ )		$y1$	$y2$	$y3$	$y4$	$y5$	$y6$
Durée d'usage (a:année e)	Année introduite: $y=1$	1	2	3	4	5	6
	Année introduite: $y=2$	$a_1$	1	2	3	4	5
	Année introduite: $y=3$		$a_1$	1	2	3	4
				$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$
$B_{y,savings,i,a}$		$By_{1,i,a_1}$	$By_{2,i,a(1+2)}$	$By_{3,i,a(1\sim3)}$	$By_{4,i,a(2\sim4)}$	$By_{5,i,a(3\sim5)}$	$By_{6,i,a(4\sim6)}$

Les autres des facteurs sont tel que l’explication du tableau 4.3.1.

4-3) Compréhension des variables de la formule (a)

4-3-1)  $\Sigma B_{y,savings,i,a}$

L’équation 5 de l’option 2 dans le paragraphe 17 de la méthodologie est adoptée.

$$B_{y,savings,i,a} = B_{old,i} \times (1 - \eta_{old} / (\eta_{new,i,a=1} \times \Delta \eta_{y,i,a})) \dots \dots (b)$$

$B_{old,i}$ : Quantité de la moyenne annuelle de consommation de la biomasse ligneuse par un foyer traditionnel qui est utilisé avant qu’un FA soit introduit (Unité; tonne/ an)

Ça peut provenir de données existant d’une enquête de l’usage par l’échantillon.

$\eta_{old}$ : Valeur de l’efficacité thermique de foyer traditionnel.

Le paragraphe 17 explique sur  $\eta_{old}$  tel que suivant, “Une valeur de défaut de 0,10 peut être éventuellement utilisée si le dispositif utilisé avant le projet est le type trois pierres dont le combustible est du bois de chauffage.” De ce fait, après avoir confirmé ce qu’on utilise presque des foyers de trois pierres et ce que ces combustibles sont en bois à travers l’enquête sur le terrain, la valeur par défaut de 0,1 peut être adoptée dans ce document.

$\eta_{new,i,a=1}$ : Valeur initiale de l’efficacité thermique de FA introduit de type de  $i$

$\Delta \eta_{y,i,a}$ : Facteur de la valeur d’efficacité thermique de FA de type  $i$  dans

l'année  $y$  contre la valeur initiale pour de tenir compte de l'appauvrissement par le nombre de l'année.

$$\Delta\eta_{y,i,a} = \eta_{new,i,a} / \eta_{new,i,a=1} \dots\dots(c)$$

La formule de " $\eta_{new,i,a=1} \times \Delta\eta_{y,i,a}$ " qui est une partie de l'équation (b) est comme suivant.

$$\begin{aligned} \eta_{new,i,a=1} \times \Delta\eta_{y,i,a} &= \eta_{new,i,a=1} \times \eta_{new,i,a} / \eta_{new,i,a=1} \\ &= \eta_{new,i,a} \end{aligned}$$

Par conséquent,

$$\begin{aligned} B_{y,savings,i,a} &= B_{old,i} \times (1 - \eta_{old} / \eta_{new,i,a}) \dots\dots(e) \\ &= (\text{Quantité de la moyenne annuelle de la consommation de} \\ &\quad \text{bois par un foyer traditionnel qui est utilisé avant qu'un} \\ &\quad \text{FA de type de } i \text{ soit introduit}) \times (1 - (\text{Valeur de l'efficacité} \\ &\quad \text{thermique de foyer traditionnel}) / (\text{Valeur de l'efficacité} \\ &\quad \text{thermique de FA dans l'année de } a)) \end{aligned}$$

#### 4-3-2) $N_{y,i,a}$ et $\mu_{y,i}$

$N_{y,i,a}$  ; nombre de l'usage de FA, et  $\mu_{y,i}$  ; moyenne du nombre de jours de l'usage de FA, sont vérifié premièrement lors de l'enregistrement de FA. Il est saisi désormais à travers l'enquête de suivi.

#### 4-3-3) $f_{NRB,y}$

$f_{NRB,y}$  est comme suivant selon le paragraphe de 28 sous condition de la démonstration des paragraphes de 26 et 27.

$$f_{NRB,y} = NRB / (DRB + NRB) \dots\dots\dots(f)$$

DRB; Quantité de la biomasse ligneuse renouvelable et démonstrative

NRB; Quantité de la biomasse ligneuse non-renouvelable

La biomasse ligneuse consommée comporte une quantité de la croissance annuelle de l'arbre qui est la partie renouvelable et une quantité de la biomasse ligneuse non-renouvelable qui est prélevée et brûlé pour la surcharge de la demande contre la quantité de la croissance.

Comme la figure 4.3.1 l'indique, la partie non-renouvelable dans la quantité de la réduction de la consommation de bois est seulement un but de calcul de la quantité de la réduction de l'émission de gaz. De ce fait, il est

nécessaire que le coefficient de  $f_{NRB,y}$  soit multiplié dans la formule de calcul de la méthodologie.

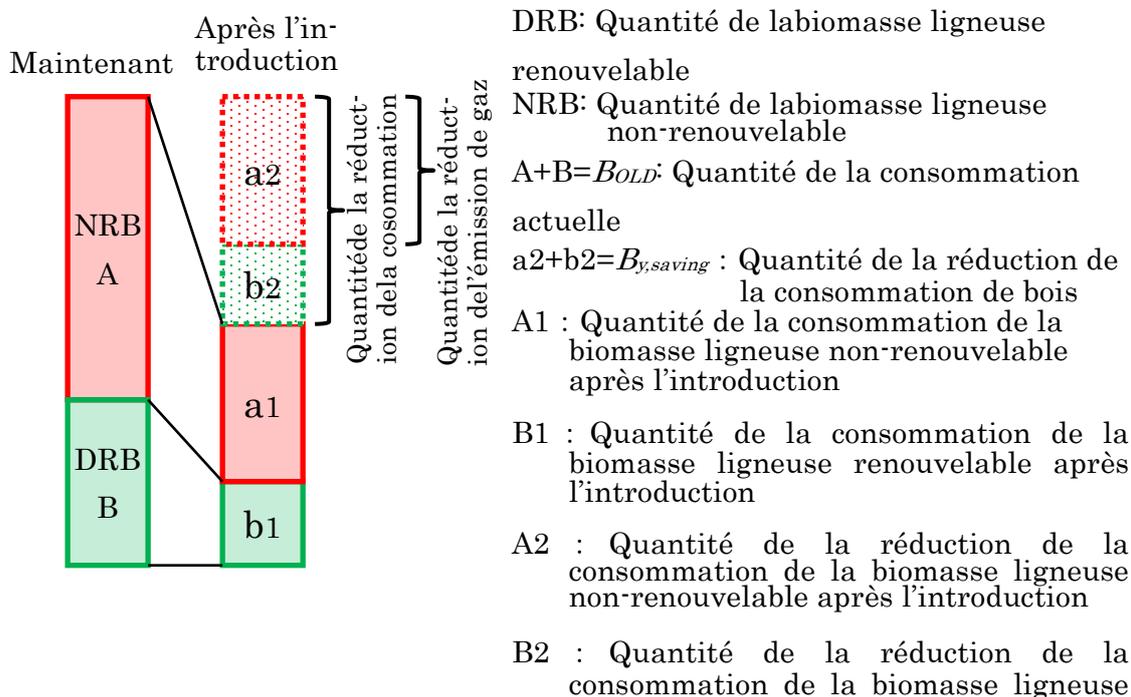


Figure 4.3.1 Schéma de la conception de  $f_{NRB,y}$

La valeur par défaut de  $f_{NRB,y}$  de Burkina Faso a été approuvée dans le document de l'annexe 22 par le conseil d'administration de MDP en mars 2013. C'est 0,9.

#### 4-3-4) $NCV_{biomass}$

Le paragraphe 13 de la méthodologie détermine la valeur par défaut de GIEC sur  $NCV_{biomass}$  qui est 0,015 TJ/ tonne.

#### 4-3-5) $EF_{projected\_ossilfuel}$

Le paragraphe 13 de la méthodologie détermine la valeur par défaut de GIEC sur  $EF_{projected\_ossilfuel}$  qui est 81,6 tCO<sub>2</sub> / TJ.

#### 4-3-6) $LE_y$

Il est possible de multiplier la valeur brute par le facteur d'ajustement de 0,95 pour chercher la valeur nette non compris des fuites selon le paragraphe 30 de la méthodologie. C'est ainsi que le facteur par défaut de 0,95 est adopté.

#### 4-4) récapitulation des coefficients

Coefficient	Contenu
$B_{old,i}$	Après la décision de type de FA, la valeur de $B_{old,i}$ est cherchée par l'enquête sur le terrain auprès des foyers de trois pierres correspondant au type de FA introduit
$\eta_{new,i,a}$	Après la décision de type de FA, l'efficacité thermique de FA est mesurée pour chaque type de FA. IRSAT peut faire le test. En ce qui concerne la méthode de test, "la Méthodologie Sahélienne de test des foyers améliorés" de la méthode de WBT, recommandée par le CILSS, est adoptée.
$\eta_{old}$	$\eta_{old}$ est 0,1 est la valeur par défaut du paragraphe 17 en cas de l'utilisation de foyer trois pierres avec le combustible de bois
$f_{NRB,y}$	$f_{NRB,y} = 0,9$ qui est la valeur par défaut du GIEC
$N_{y,i,a}$	L'enquête sur le terrain est pratiquée lors de l'introduction de FA et le suivi
$\mu_{y,i}$	L'enquête sur le terrain est pratiquée lors de l'introduction de FA et le suivi
$NCV_{biomass}$	$NCV_{biomass}$ est 0,015 TJ / tonne est la valeur par défaut du GIEC dans le paragraphe 13
$EF_{projected\_fossilfuel}$	$EF_{projected\_fossilfuel}$ est 81.6 tCO <sub>2</sub> / TJ est la valeur par défaut du GIEC dans le paragraphe 13
$LE_y$	$LE_y$ est 5%. C'est la valeur par défaut du GIEC dans le paragraphe 30

## **4.4. Sélection des zones ciblées et collection des informations de la situation actuelle sur les villages ciblés**

### **4.4.1. Sélection des zones ciblées**

Il faut se référer à “ 3.1 Sélection des zones ciblées” et “3.2 Sélection des villages candidats et la détermination des villages ciblés pour cet article.

### **4.4.2. Collection des informations de la situation actuelle sur les villages ciblés**

Le processus de l'identification des conditions préalables de l'application de la formule de la méthodologie est appelé scénario de la base de la méthodologie. Il faut mettre la formule en application après avoir confirmé la conformité des conditions préalables de ce scénario de la base avec celles mentionnées dans “4.3 : Méthode de l'évaluation de la quantité de la réduction de l'émission de CO2”. Le scénario de la base est vérifié selon l'enquête suivante.

Il vaut mieux confier l'enquête au CVD de village car il a assez d'information sur les villageois et il peut demander aux représentants des quartiers de faire l'enquête. Ainsi, le projet doit préparer un questionnaire comprenant :

- Procédé: L'unité de l'enquête est un village.

C'est l'enquête auprès de tous les ménages. La récapitulation de l'enquête est faite par quartier.

- Contenu: Nombre de personnes d'une famille, Nom et prénom de chef de ménage, Nombre de foyers par type de foyer, Nom du combustible principal

Un exemple de questionnaire et de récapitulation de questionnaires est indiqué ci-dessous.

### Tableau 4.4.1 Exemple de questionnaire et de récapitulation de questionnaires

Questionnaire sur le foyer actuel au scénario de la base de la méthodologie

Enquêteur : \_\_\_\_\_ Date de l'enquête : \_\_\_\_\_

Nom de village \_\_\_\_\_

Nom et prénom de chef de ménage : \_\_\_\_\_

Nombre de personne de la famille : \_\_\_\_\_

	Type	Résultat	Remarque
Foyer	Trois pierres	(pièce)	Cochez un type de foyer utilisé principalement (✓)
	FA en banco	(pièce)	
	FA en métal	(pièce)	
	autre	(pièce)	
Combustible		①bois, ②charbon, ③pétrole, ④propane	

#### Récapitulation de questionnaire de la base

Nom de village:

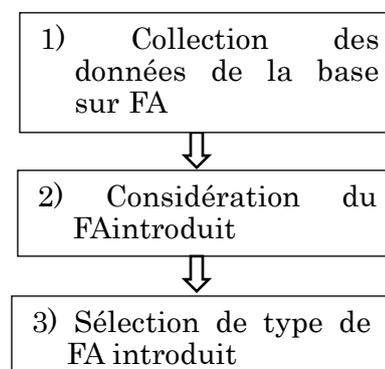
Nom de quartier	Nombre de famille	Foyer				Combustible			
		Trois pierres Nombre de pièce ✓	FA en banco Nombre de pièce ✓	FA en métal Nombre de pièce ✓	Autre Nombre de pièce ✓	①	②	③	④

\* Cochez un type de foyer utilisé principalement

## 4.5. Sélection de FA introduit

### 4.5.1. Organigramme de la sélection de FA introduit

Le responsable qui s'occupe du plan de projet sélectionne le FA introduit par le projet selon l'organigramme de la figure 4.5.1. Cependant en introduisant finalement un type de FA, il faut coordonner avec les demandes des villageois en expliquant les raisons de la sélection afin d'éviter les problèmes.



### 4.5.2. Collection des données de la base sur FA

Cet article se base sur les résultats de "Etude sur l'Etablissement de Méthodologies à faible carbone pour le développement rural par l'utilisation efficace des ressources locales (ci-après dénommé MECADE)". Cependant, l'enquête additionnelle sera faite au cas où la différence de la situation serait observée en comparaison de celle de MECADE.

**Figure 4.5.1**  
**Organigramme de la sélection de FA**

## Cas de la présente étude : Enquête de la base sur FA

Les résultats de MECADE sont mentionnés ci-dessous.

### (1) Historique de la vulgarisation de FA au Burkina Faso

L'importance de la conservation de la végétation naturelle s'est imposée suite aux problèmes de désertification consécutifs aux sécheresses des années 1970. L'on a procédé depuis les années 1980 à la vulgarisation de FA, qui est considérée comme une des mesures de lutte contre la désertification au même titre que la reforestation.

Depuis les années 2000, le CILSS (Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sècheresse dans le Sahel), les organisations gouvernementales et les agences d'aide sont devenus des facilitateurs de FA, ainsi que la promotion de la formation de fabricants et commerçants afin de vulgariser les FA principalement en milieu urbain. De nos jours, le FAFASO, l'organisation publique et des ONG mènent des activités de vulgarisation de FA. Le type de FA en banco était principalement diffusé en milieu rural

dans la perspective de faciliter de la préparation des matériaux et la réduction des frais de fabrication. Le FA métallique est essentiellement vulgarisé en milieu urbain.

## (2) Collection des données de base sur les FA

Les types de FA qui sont vendus ou utilisés sont en métal, en céramique et en banco. L'enquête de base sur le FA a été effectuée et les données sont exploitées comme des informations pour sélectionner le type de FA à introduire. Les points d'enquête sont les suivants :

- Généralité: Nom de FA, Combustible, Matériaux de fabrication, modèle, méthode de fabrication, durée de vie en utilisation
- Efficacité: Efficacité thermique, Proportion de la quantité de la réduction de la consommation du bois sur foyer de trois pierres
- Vulgarisation: Zone de la vulgarisation, Temps de commencement de la vulgarisation, Prix au vendeur, Système de la vulgarisation

Les FA ciblés dans l'enquête sont ceux qui sont capables d'être obtenus dans la zone de projet ou autour de la zone de projet et ce que la qualité tel que la stabilité de l'efficacité thermique est assurée.

Les informations sur FA peuvent être fournies par la Direction des Energies Renouvelable et de l'Energie Domestique (DERED) du Ministère des Mines et de l'Energie, la Direction des Forêts (Difor) du Ministère de l'Environnement et Développement Durable, Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT) du Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation et le FAFASO. DEREED et Difor s'occupent de la vulgarisation de FA comme une organisation gouvernementale, et IRSAT s'occupe de l'exploitation, l'amélioration et le test de FA. FAFASO est un projet de la GIZ pour la vulgarisation de FA en collaboration avec les structures gouvernementales.

## (3) Situation de la vulgarisation de FA en banco

Le FA en banco est vulgarisé en milieu rural principalement depuis les années 1980. Le projet a utilisé ce document cible de la zone rurale qui représente une zone importante du FA. Ainsi, ce type de FA peut devenir l'un des candidats importants de FA introduit. Cependant, il était impossible de l'évaluer car les informations sur les résultats de la vulgarisation du FA en banco n'existaient pas. En plus, on dit que la vulgarisation de FA en banco est difficile chez certaines personnes qui

s'occupent pratiquement des activités de FA. De ce fait, une enquête sur la situation actuelle de l'utilisation de FA en banco a été faite auprès de trois villages où les projets de FA en banco ont été réalisés.

Les résultats de l'enquête indiquent que deux femmes seulement continuaient à utiliser le FA en banco parmi 29 femmes qui avaient participé aux activités du projet. Ainsi, on a pu évaluer que la vulgarisation du FA en banco était difficile.

#### (4) Résultat de la collecte des données de base sur les FA

**Tableau 4.5.1 Résultat de la collection des données de base sur FA<sup>5,6</sup>**

	Numéro	1	2	3	4	5
	Nom du foyer amélioré	Le foyer céramique	Le burkina mixte	Le multi marmite	Le ouaga métallique	Trois Pierres
Général	Combustible	bois	bois et charbon	bois et charbon	bois	bois
	Modèle	taille: №2~ 3	taille: №2~ 6	taille: №3, 6, 10, 15, 20 et 30 Un modèle correspond aux quelques tailles de marmite	taille: №2 ~ 30	TP correspond aux toute les taille de marmite
	Matériaux de construction	Céramique	Tôle (neuve ou récupération)	Tôle (neuve ou récupération)	Tôle (neuve ou récupération)	Pierre
	Technique de la production	céramiste, four de cuisson céramique	artisan sur gabarit	artisan sur gabarit	artisan sur gabarit	production par usager
	Durée de vie en utilisation	3 ans	2,5 an en moyenne	2,5 an en moyenne	2,5 an en moyenne	longtemps
Efficacité	Pourcentage de l'efficacité thermique	N°2 : 20% ± 4% N°3 : 26% ± 3% ND	N°2 : 24% ± 3% N°3 : 23% ± 1% N°4 : 23% ± 1%	N°2 : 19% ± 2% N°3 : 18% ± 4% N°4 : 22% ± 1%	N°2 : 25 % ± 2 N°3 : 23% ± 4% N°4 : 24% ±3%	ND ND N°4 : 13.2% ± 0.8%
	Pourcentage de la quantité de la réduction de la consommation du bois (Laboratoire)	ND	Cuisine contrôlée N°3 : -35% ébullition N°4 : -51%	Cuisine contrôlée N°3 : -29% ébullition N°4 : -44%	Cuisine contrôlée N°3 : -43% ébullition N°4 : -44%	- -
Vulgarisation	Zone de la vulgarisation et Temps de commencement de la vulgarisation	1982	Tout le pays, 1985	Tout le pays, 1986	Tout le pays, 1984	-
	Prix au vendeur de détail (FCFA)	à partir de 750 FCFA	N°2 : 2.000 N°3 : 2.500 N°4 : 3.000	N°3 : 3.000 N°6 : 6.000	N°2 : 1.500 N°3 : 2.000 N°4 : 2.500	-
	Système de la vulgarisation	Commercial /Réseau d'artisan	Commercial /Réseau d'artisan	Commercial /Réseau d'artisan	Commercial /Réseau d'artisan	-
Remarque						

<sup>5</sup>Texte original: Dr. SANOGO (IRSAT)

<sup>6</sup>Photos originaux: Fiche Techniques des Foyers Améliorés (Roundé)

Le tableau 4.5.1 présente les résultats de la collecte des données de base sur les FA. Il y a encore quelques types de FA vendus sur le marché en dehors des FA mentionnés dans le tableau 4.5.1. Cependant, parce que la qualité de ces types de FA n'est pas stable, on ne les retient pas dans ce document cette fois-ci.

#### **4.5.3. Considération du FA introduit**

Les candidats de FA sont sélectionnés afin de choisir un FA le plus approprié à introduire sur la base des données collectées. Les critères sont établis pour la sélection. Les critères de choix des candidats sont les suivants :

- i. Le type de FA plus vulgarisé au Burkina Faso
- ii. Le type de FA qui possède une bonne qualité de stabilité
- iii. Le type de FA plus populaire auprès des femmes urbaines

#### **Cas de la présente étude : Sélection des candidats de FA introduit**

On indique un exemple de la sélection des candidats de FA introduit. Quatre types de FA dont trois en métal et un en céramique, que le FAFASO diffuse sont inscrits sur la liste du tableau 4.5.1, parce qu'ils ont un résultat positif en matière de vulgarisation. FAFASO les fournit en assurant la qualité à travers la formation des fabricants dans le respect des critères i et ii. En plus deux types de FA, en céramique et Multi marmite en métal, sont choisis selon le critère de choix iii.

#### **4.5.4. Sélection de type de FA introduit**

Les critères sont établis pour sélectionner finalement un FA introduit des candidats. Les critères de choix des candidats sont les suivants:

- iv. Le FA le plus utilisé pour la cuisine quotidienne
- v. Le FA dont l'efficacité thermique est la plus élevée (à plus de 20%)
- vi. Le FA le plus abordable

Il est recommandé que le planificateur de projet demande conseil sur le résultat de la sélection de FA introduit aux personnes suivantes :

- Les responsables de l'activité de FA dans les structures de l'INERA,

de MEEVCC, de FAFASO, ...

- Ceux qui possèdent de bonnes connaissances sur les FA

La décision finale sera prise à l'issue du processus.

### Cas de la présente étude : Sélection de FA introduit

On indique un exemple de la sélection de FA introduit.

En ce qui concerne le critère v, la méthodologie du MDP exige du FA, une valeur de l'efficacité thermique de plus de 20%. On respecte ce règlement cette fois-ci. Mais au cas où le projet serait actuellement mis en œuvre, le critère v peut être supprimé pour se conformer à la situation locale.

Le tableau 4.5.2 est un exemple du résultat de la sélection de FA introduit, et c'est le type de FA en céramique No 3 qui donne le meilleur résultat.

**Tableau 4.5.2 Exemple du résultat de la sélection de FA introduit**

Critère de la sélection		Foyer céramique		Multi marmite	
iv	type	No3	No5	No3	No4
v	E. T.	26%±3%	ND	18%±4%	22% ± 1%
vi	abordable	1,000	1,750	3,000	3,000

\* Le type est correspondant au taille de la marmite  
Texte original sur E.T. (Efficacité thermique) est IRSAT  
Le prix est au niveau de fabricant (FCFA)

L'explication sur le résultat de la sélection de FA s'est faite au FAFASO, à l'INERA et à la direction provinciale de l'environnement et du développement durable du Kourwéogo (DPEDD/KWG), et l'accord sur le FA sélectionné a été unanime.

## 4.6. Etablissement d'un plan d'action (PA) avec les villageois

Le plan d'action est établi après avoir confirmé l'accord de l'activité de FA dans le cadre de la section 3.4 Analyse des problèmes relevés, examen des méthodes de ces solutions et sélection des problèmes principaux”

### 4.6.1. Méthode d'établissement d'un plan d'action

La proposition de PA du villageois est de faire la synthèse selon les avis des participants aux activités avec l'appui du planificateur. Le planificateur élabore la proposition de PA du projet sur la base de la proposition des villageois, après échange avec le responsable de la direction provinciale de l'environnement, et il la présente et l'explique aux villageois, surtout les représentants de villages et les participants. A la fin, le PA est établi avec l'accord de tous.

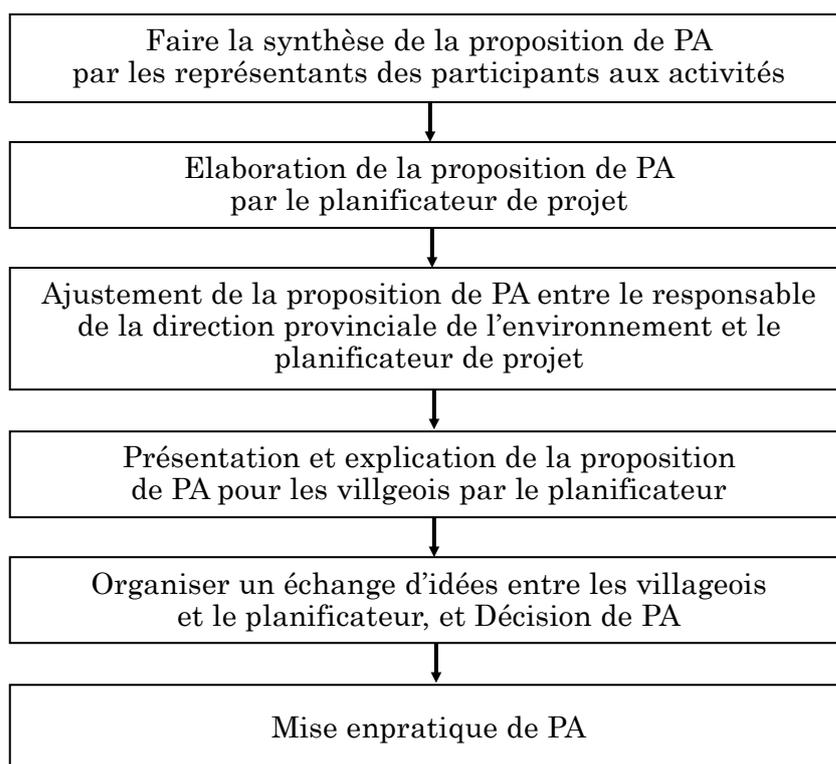


Figure 4.6.1 Organigramme de l'élaboration de PA de façon participative

### 4.6.2. Eléments de PA

Les éléments de PA sont les suivants : “participant”, “objectif d'activité”, “contenu d'activité”, “chronogramme d'activité” et “cotisation de participant”.

**Tableau 4.6.2 Exemple d’inscription de la proposition de PA des participants aux activités de FA**

Elément	Contenu
Participant	Elaboration d’un tableau où le nombre de participants par quartier est inscrit sur la base des données des noms de ceux qui veulent participer
Objectif d’activité	Inscription de quelques objectifs que les participants visent comme résultats attendus sur la base des avis qui sont vérifiés dans l’étape de “3.4 Examen des méthodes de ces solutions et sélection des problèmes principales”.
Détail d’activité	Inscription du type et la taille de FA que les participants veulent introduire.
Chronogramme d’activité	Inscription du temps de l’activité
Cotisation de participant	Inscription de la proposition de cotisation par les participants

Le planificateur élabore une proposition de PA que le projet proposera aux participants sur la base de la proposition de PA rédigée sur l’activité de FA par les participants. Les points à noter pour l’élaboration de la proposition de PA par le projet sont les suivants :

Principalement tous ceux qui veulent participer à l’activité de FA peuvent devenir les participants ; cependant le nombre de participants peut être ajusté conformément à l’envergure du projet.

L’objectif de l’activité proposée par les participants à la priorité sur celui visé par le projet. Les participants et le projet ensemble vérifieront le résultat de l’activité à la fin du projet.

En ce qui concerne le détail d’activités, le résultat de la sélection de FA introduit est proposé par le projet. Toutefois, le projet doit suffisamment s’expliquer sur la raison de la sélection au cas où l’avis des participants serait différent de celui du projet. Lorsque le projet n’a pas l’accord des participants, il est à réviser.

Le projet programme le chronogramme d’activités de l’introduction de FA après avoir saisi la situation du fournisseur de FA et la capacité de fabrication des FA. Le projet doit le décider en tenant compte de la période des événements religieux et de la saison des travaux agricoles.

Le projet de FAFASO qui actuellement vulgarise les FA au Burkina Faso,

pratique une politique pour la vulgarisation durable. Dans ce cas, le projet ne donne pas de subvention aux bénéficiaires et l'acheteur de FA paie tous les frais du FA. Le projet respecte cette politique. Cependant, s'il n'y pas un réseau de vente de FA près du village ciblé, il est possible que le projet se charge des frais de transport de FA. Il est important de réfléchir sur cette assistance.

#### Cas de la présente étude : Etablissement de PA

Un exemple d'étude réalisée en 2014 est le suivant. La mesure de l'introduction des FA était approuvée pour faire face au problème de la dégradation des forêts au niveau du schéma directeur. Chaque villageois qui veut participer à l'activité de FA inscrit les éléments de PA sur une formule. Après que le projet ait fait la synthèse de ses inscriptions, JIRCAS a élaboré la proposition du PA en tenant compte de celle des participants.

Le tableau de la comparaison de la proposition de PA entre les participants et JIRCAS est le suivant :



La proposition de JIRCAS contenu dans le tableau ci-dessus a été expliquée aux membres de l'exécutif du CVD et de deux conseillers municipaux qui sont les représentants de villages, avec l'aide du directeur provincial de l'environnement de Kourwéogo. Après la discussion et l'approbation du village, on a défini le PA. A la fin, les représentants ont fait connaître le PA défini aux participants.

## 4.7. Enquête sur la quantité de la consommation de bois

### 4.7.1. Aperçu de l'enquête

L'objectif de l'enquête est l'évaluation de la valeur de la mesure de  $Bold_i$ , qui est la quantité en moyenne par an de la consommation de la biomasse ligneuse par un foyer précédent correspondant à un FA introduit de type de  $i$ . Le chronogramme de l'enquête comporte une sélection des femmes ciblées, une explication sur l'enquête, une démonstration et une pratique de l'enquête avant l'introduction du FA. Si l'on veut connaître la quantité de la réduction de la consommation de bois, l'enquête de la consommation de bois après l'introduction de FA est réalisée en plus comme une option libre.

### 4.7.2. Problème de l'enquête et la mesure

(1) Détermination d'un foyer de trois pierres ciblé pour l'enquête

$Bold_i$  est la quantité moyenne de chaque année de la consommation de la biomasse ligneuse par un foyer précédent correspondant au FA introduit de type de  $i$ . De ce fait, il faut déterminer un foyer de trois pierres correspondant au FA et mesurer la quantité de la consommation de bois lors de la préparation avec ce foyer de trois pierres. Mais chaque ménage rural normalement a trois ou quatre foyers de trois pierres, un ou deux foyers sont différemment utilisés selon le menu de la cuisine ou la préférence de la femme qui s'occupe de la cuisine à ce au moment de l'enquête. Pour cela, il est difficile de déterminer un foyer ciblé.



**Photo 4.7.1 Situation actuelle des foyers de trois pierres sur la cour de ménage**

Au regard de ce problème, dans un premier temps, on fait une enquête sur les différents repas et les marmites utilisés pour chaque repas dans chaque ménage ciblé. Dans un deuxième temps on précise la marmite qui a la même taille que celle utilisée sur FA introduit et la cuisine à ce moment-là. Si la marmite qui a la taille précisée ci-dessus doit être toujours utilisée lors de la préparation de la cuisine, la quantité de bois consommée est mesurée dans les conditions de l'utilisation de cette taille de marmite précisée, et Bold,i arrive à être mesuré. Selon cette idée, on a adopté une règle de l'enquête, " On précise les repas préparés avec la marmite de la même taille coïncidant avec le FA introduit. La femme ciblée consomme le bois fourni pour l'enquête seulement au moment de la préparation de la cuisine précisée". Grâce à cette règle, Bold,i peut être obtenue par la mesure de la différence de poids du bois entre l'avant et l'après enquête.

(2) Présence des femmes qui s'occupent de la préparation dans un ménage

Celle qui est enquêtée pour la quantité de bois consommé, est une femme dans un ménage. Il faut préciser que la femme qui participe à cette enquête partage le travail de la cuisine.

Au regard du deuxième problème, il a été décidé que la femme ciblée toujours fait la cuisine chaque fois que la marmite qui a la même taille que celle de FA introduit est utilisée pendant l'enquête. Puisque cette mesure a une influence sur la distribution des travaux domestiques, il faut expliquer les grandes lignes de l'enquête et demander la collaboration de son mari qui est le chef du ménage, et aux autres membres du ménage.

#### **4.7.3. Durée de l'enquête**

La durée de l'enquête est de 7 jours en tenant compte de la charge des femmes ciblées et des enquêteurs et aussi du volume de travail de la collecte de bois pour l'enquête.

Tous les repas du ménage sont préparés durant 7 jours. De ce fait, on se dit que la quantité de la consommation quotidienne et moyenne de bois peut être évaluée au cas où l'enquête serait mise en pratique pendant 7 jours. On ne doit pas faire l'enquête durant la période de grande consommation de bois, tel que les jours de la fête religieuse comme le Ramadan, ou les jours de mariage, etc.

#### **4.7.4. Sélection des femmes ciblées (dénommé “femmes typiques” ci-après)**

A peu près trois villages sont choisis parmi les villages où l'introduction de FA par le projet est prévue, et puis dix femmes sont choisies par village ; finalement environ trente femmes sont sélectionnées comme femmes typiques. Toutefois, au cas où ce ne serait qu'un village que le projet touche, on sélectionne au total trente femmes typiques d'un village en choisissant également les femmes des quartiers de ce village. Le critère de sélection comporte trois points :

- Le nombre de personne d'une famille (7 à 9) ;
- La femme qui a la caution de la communauté féminine ;
- La femme qui veut avoir la collaboration avec le projet.

La méthode de la sélection, a été confiée au CVD établi dans chaque village.

#### **4.7.5. Explication des détails de l'enquête et démonstration de FA**

L'explication des détails de l'enquête est présentée par village aux femmes typiques après la sélection de celles-ci. A la fin de l'explication, le projet organise un échange sur l'enquête avec les femmes typiques pour une meilleure compréhension des détails. L'objectif de l'enquête est mentionné dans la section “4.7.1 Aperçu de l'enquête”. Le processus est décrit ci-dessous. Les points à noter sont les suivants :

- Il faut utiliser seulement du bois fourni par le projet chaque fois que la femme typique prépare avec la marmite qui a la même taille que la marmite de FA introduit ;
- C'est seulement elle qui prépare la cuisine chaque fois avec la marmite qui a la même taille que la marmite de FA est utilisée ;
- Il est interdit d'exposer le bois à la pluie ;
- Elle prépare comme d'habitude les mets ;
- Elle gère convenablement le bois ;
- Elle ne consomme pas d'autre bois en dehors de celui fourni par le projet pour l'enquête au cas où elle préparerait le met désignée ;
- Elle conserve en stock le reste de bois brûlé après la confirmation de l'extinction du feu sur le bois ;
- Elle respecte les consignes de l'enquêteur.

Ensuite, le planificateur ou l'animateur de projet explique les avantages du

FA, et la démonstration de foyer afin de comparer la qualité entre un FA introduit, l'autre type de FA et un foyer trois pierres.

En démonstration, il répartit les femmes typiques en trois équipes. Chaque équipe s'occupe séparément d'un foyer et prépare réellement les mets de la région. A la fin, on compare la quantité de la consommation de bois, la durée de la cuisine et le volume de fumée des trois foyers. A la suite de ce résultat, les femmes peuvent vérifier les avantages du FA introduit.

#### **4.7.6. Processus de l'enquête**

Le processus de l'enquête est le suivant :

L'enquêteur de projet fourni du bois des mêmes espèces d'arbres que les femmes consomment quotidiennement avant le début de l'enquête. S'il planifie l'enquête après l'introduction du FA, il prépare à la fois du bois aussi pour la deuxième enquête. Ceci pour que la différence de la proportion de l'humidité du bois avant et après l'introduction de FA soit négligeable ;

Il mesure le poids du bois de chaque espèce d'arbre et le stocke dans la caisse. Il met la bâche sur la caisse pour éviter l'exposition à la pluie ;

Avant le début de l'enquête, il confirme que les femmes typiques n'utilisent pas de FA et s'informe sur la composition de la famille, les différents mets, la fréquence de préparation des mets et la marmite utilisée par chaque cas ;

La durée d'enquête est de sept jours. La femme typique consomme le bois stocké dans la caisse pour l'enquête à partir du matin du premier jour d'enquête jusqu'au soir du dernier jour d'enquête. Elle remet le reste du bois brûlé dans le foyer à la caisse après avoir éteint le feu ;

L'enquêteur ou l'animateur de projet constate tous les jours la situation de la consommation de bois, les différents mets de cuisine et la fréquence de cuisine (cf. annexe 4.7.2) ;

L'enquêteur ou l'animateur de projet mesure le poids de bois dans la caisse de chaque espèce d'arbre au matin du dernier jour d'enquête ;

**Cas de la présente étude : Enquête de la quantité de la consommation de bois**

Exemple d'enquête faite par MECADE

(1) Période de l'enquête

C'était pendant sept jours à la mi-juin qui correspond à une période avant la saison d'hivernage en 2014

## (2) Femmes typiques

Le village ciblé de Guesna comporte six quartiers et chaque femme typique a été choisie dans chaque quartier par le CVD. Ce sont au total six femmes typiques. Les critères de sélection des femmes typiques sont identiques à ceux mentionnés ci-dessus. Le choix n'a porté que sur six femmes, parce que cette enquête a été faite afin d'exploiter et vérifier la méthode d'enquête et compte tenu de la limite budgétaire.

## (3) Explication des détails de l'enquête et démonstration de FA



Photo 4.7.2 L'explication sur l'enquête



Photo 4.7.3 Démonstration de FA

La présentation de l'enquête pour les femmes typiques s'est tenue avant le démarrage de l'enquête, et puis l'enquêteur leur a posé quelques questions sur les points de détails de l'enquête comme pré-test pour approfondir leur compréhension, et aussi pour que les difficultés liées à l'enquête soient réglés. L'animatrice de FAFASO (organisation de la vulgarisation de FA) a présenté les avantages du FA et les points remarquables sur l'usage des FA.

A la fin, on a fait la démonstration de la comparaison entre FA en céramique, FA en métal et le foyer de trois pierres en cuisinant un plat de riz gras. En conséquence, le résultat de la cuisine pratiqué avec les trois types de foyer a montré que la quantité que la consommation de bois par le FA en céramique était la moitié de celle du foyer de trois pierre et que la durée de la cuisine a diminué de 20%. Cela a pu servir à inciter les femmes à participer à l'enquête.

**Tableau 4.7.1 Liste des condiments de la démonstration de FA**

	<b>Alimentation</b>	<b>Unité</b>	<b>Quantité</b>
<b>1</b>	Riz	kg	6
<b>2</b>	Huile	bouteille	1
<b>3</b>	Tomate	boîte (500g)	3
<b>4</b>	Oignon	kg	1
<b>5</b>	Viande	kg	3
<b>6</b>	Maggi	cube	9
<b>7</b>	Sel	boîte	1

Le projet a préparé les FA, les marmites et l'alimentation de

riz gras et les femmes ont fourni de l'eau, du bois, les foyers trois pierres et la main-d'œuvre.

La liste des condiments du riz gras pour les trois marmites N<sup>o</sup>.3 est présentée dans le tableau 4.7.1.

La liste des femmes typiques est en Annexe 4.7.3. Un exemple de TDR pour l'enquête en cas de commande de l'enquête à un bureau d'étude est présenté à l'annexe 4.7.4.

#### (4) Préparation avant l'enquête sur le terrain

L'enquêteur du projet a demandé aux femmes de rassembler suffisamment de bois pour l'enquête. Il a évalué le poids du bois de chaque espèce d'arbre et les a stocké dans la caisse recouverte d'une bâche.



Photo 4.7.4 Stockage de bois



Photo 4.7.5 Mesure des poids de bois

### (5) Résultat de l'enquête

La quantité de bois consommée pendant sept jours par un foyer de trois pierres qui correspond à un FA introduit pour une marmite N°.3, a été évaluée. Les résultats variaient de 12kg jusqu'à 19kg (cf. Figure 4.7.1) et la moyenne était de 14kg pour un foyer de trois pierres avec la marmite N°.3.

Cependant les espèces d'arbres pour le bois sont différentes par rapport à la préférence de chaque femme, celle dominant étant le rameau de *Combretum micranthum*.

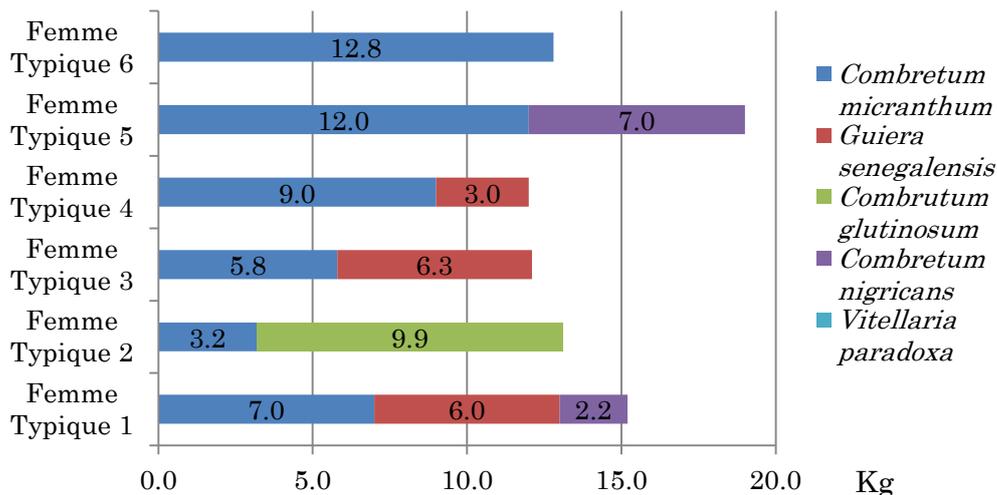


Figure 4.7.1 Quantité de la consommation de bois pendant sept jours par un foyer de trois pierres avec la marmite de N°.3

## **4.8. Essai d'introduction de FA**

### **4.8.1. Politique d'introduction de FA**

Le FAFASO qui a réussi la vulgarisation de FA surtout en milieu urbain, a adopté une politique de non-assistance financière aux bénéficiaires. Cette même politique a été adoptée pour le milieu rural. L'entente et la collaboration des hommes sont indispensables pour l'adoption des FA par les femmes, en raison de leur position sociale élevée. Pour cela, on crée des organisations composée principalement de femmes, mais comprenant aussi des hommes pour la gestion de l'activité de l'introduction (ou la vente) de FA.

### **4.8.2. Période propice à l'introduction**

La période pluvieuse n'est pas appropriée pour l'introduction des FA car les femmes sont accaparées par les travaux agricoles, de même que la période de la rentrée scolaire (septembre à octobre) car les revenus des femmes sont faibles en ce moment.

### **4.8.3. Processus d'introduction de FA**

Les FA sont introduits dans un village selon le processus suivant pour que le projet soutienne les activités initiatives des femmes.

- i. Création d'une organisation pour l'activité de l'introduction de FA
- ii. Réunion d'explication de l'activité d'introduction de FA auprès de toutes les femmes du village et des hommes qui s'y intéressent
- iii. Démonstration de FA
- iv. Distribution des affiches de la publicité de FA (Annexe 4.8.1) et des papiers d'inscription (Annexe 4.8.2), et récupération des papiers d'inscription
- v. Encaissement de prépaiements de FA
- vi. Commande de FA
- vii. Distribution et enregistrement de FA

Pourtant, au cas où il n'y aurait pas de base de production ou de vente de FA introduit dans la zone ciblée, il est important que le projet programme en même temps de former les fabricants de FA introduit en coopérant avec l'organisation

chargée de la vulgarisation de FA introduit. Mais ce document n'évoque pas la formation de ces derniers parce que c'est une tâche qui incombe à l'organisation de la vulgarisation de grande envergure des FA

#### **4.8.4. Création d'une organisation pour l'activité d'introduction de FA**

Un homme (ci-après dénommé "homme typique") et une femme (ci-après dénommé "femme typique") sont choisis dans chaque quartier comme des responsables d'activité, et le chef de CVD dirige des responsables comme un représentant de cette organisation qui fait avancer l'activité d'introduction du FA.

Les critères de sélection de l'homme et la femme typique sont les suivants :

- La personne qui aura la confiance des villageois
- La personne qui pour activement participer à l'activité

Le chef du CVD sélectionne les membres (des hommes et femmes typiques) suivant les critères ci-dessus.

Ce sont des femmes typiques qui s'occupent des activités mentionnées ci-dessus à partir de ii) jusqu'à vii) de leurs propres initiatives. Les hommes typiques les assistent, par exemple pour la prise des mesures contre les problèmes ou la facilitation de la compréhension des villageois sur l'activité.

#### **4.8.5. Réunion d'explication sur l'activité d'introduction de FA auprès de toutes les femmes du village et des hommes qui s'y intéressent**

L'introduction d'un grand nombre des FA a besoin de de la motivation de l'introduction de FA et la compréhension des villageois. Pour cela, la réunion d'explication sur l'activité de l'introduction de FA est ouverte auprès de toutes les femmes et les hommes qui s'y intéressent.

#### **4.8.6. Démonstration de FA**

L'activité de la démonstration a deux objectifs. Cela comporte la démonstration de la fonction de FA introduit par les femmes et la motivation pour l'activité des femmes typiques.

La démonstration de la comparaison est présentée devant l'assistance de la réunion à travers la cuisine pratique du riz gras par les femmes typiques en utilisant FA introduit et le foyer de trois pierres.

#### 4.8.7. Travaux à partir de la distribution des papiers d'inscription d'introduction des FA jusqu'à la remise de FA

##### (1) Processus des travaux

Le processus des travaux à partir de l'enquête de l'inscription d'introduction de FA jusqu'à la remise de FA après l'encaissement des préparations de FA est mentionné dans le tableau 4.8.1.

**Tableau 4.8.1 Le processus des travaux jusqu'à la livraison du FA introduit**

N°	Durée	Processus des travaux	Personne responsable
1	Un ou deux jour après la réunion d'explication	Distribution des papiers d'inscription de FA pour tous les ménages	Les femmes typiques
2	Une semaine	Récupération des papiers d'inscription	Les femmes typiques
3	Un ou deux jour	Remise des papiers d'inscription au projet	Les femmes typiques et le chef de CVD
4	Un ou deux jour	Récapitulation d'inscription	Projet
5	Une semaine	Encaissement de préparation	Les femmes typiques
6	Un ou deux jour	Remise de préparation au projet	Les femmes typiques et le chef de CVD
7	Un jour	Commande	Projet
8	Deux ou trois semaines après la commande	Transportation et livraison de FA	Projet

C'est principalement les femmes qui s'occupent des travaux à partir de l'inscription d'introduction du FA jusqu'à l'encaissement des préparations. Cependant c'est le projet qui leur fournit les fiches nécessaires à l'activité.

##### (2) Distribution des fiches d'inscription de FA

Chaque femme typique distribue aux femmes de son quartier la fiche de l'inscription de FA (cf. Annexe 4.8.2) et l'affiche du format A4 de la publicité de FA (cf. Annexe 4.8.1), et en même temps elle fait l'explication sur comment cette fiche est remplie et informe la date de la récupération des fiches. Cependant si la femme typique qui fait l'explication a quelque problème au niveau d'alphabétisation, le projet peut demander à son enfant (lycéen ou collégien) de l'aider. Le projet prépare préalablement les fiches nécessaires à l'activité et les remet aux femmes typiques.

##### (3) Récupération des fiches d'inscription

La femme typique récupère la fiche de l'inscription de FA des femmes qui veulent souscrire à FA dans une semaine, elle confirme le contenu de la fiche est remplie

correctement sur place. Au cas où elle aurait des problèmes au niveau de l'alphabétisation, elle pourra effectuer cette activité avec l'aide de son enfant scolarisé (lycéen ou collégien).

#### (4) Remise des fiches d'inscription au projet

La femme typique collecte les fiches de l'inscription de FA et elle les remet au CVD. Il informe le planificateur du projet de l'achèvement de récupération après la confirmation sur les remises des fiches par toutes les femmes typiques.

Le planificateur qui l'est informé reçoit les fiches de tout le village et il vérifie s'il y a quelque faute d'inscription ou quelque partie incertaine sur chaque fiche sur place. Et puis, S'il trouve quelques points incertains, il demande au CVD de la clarification, et au cas où ça serait impossible il visite immédiatement la femme relative au point incertain et préciser sur ce point.

#### (5) Récapitulation d'inscription

Le planificateur du projet élabore la liste des participants qui ont fait la souscription de FA (cf. Annexe 4.8.3) et la synthèse des souscriptions des foyers améliorés (cf. Annexe 4.8.4) sur la base des fiches d'inscription. Il doit prendre la constatation du CVD ou la femme typique à travers le CVD sur des questions quand il trouve quelques points incertains.

#### (6) Encaissement de prépaiement

Le planificateur élabore la liste des participants qui font le prépaiement (cf. Annexe 4.8.5) et le reçu (cf. Annexe 4.8.6) sur la base de la liste des participants qui ont fait la souscription de FA, et il les remet aux femmes typiques. A ce moment il leur explique encore une fois sur l'objectif et la façon de l'inscription de deux formulaires et appelle l'attention d'éviter le problème de paiement.

La femme typique visite la femme qui a remis la fiche d'inscription de FA selon la liste des participants qui font le prépaiement et perçoit le prépaiement. Elle fait signer la liste par la femme qui a fait le prépaiement afin de prouver le reçu du prépaiement, et au même temps elle lui remet le reçu qui n'est pas encore signé. Elle informe qu'il est nécessaire que ça soit apporté à la distribution parce que ce reçu doit être signé par le projet pendant la distribution de FA.

#### (7) Remise de prépaiement au projet

La femme typique se rend chez le CVD avec l'homme typique du même quartier pour remettre l'argent encaissé et la liste des participants qui font le prépaiement signé. Le CVD confirme l'équivalence entre le montant sur la liste et l'argent reçu, et en cas de différence il doit régler ce problème sur place. Il fait savoir au

planificateur du projet l'achèvement de l'encaissement et lui remet l'argent et la liste.

#### (8) Commande

Le planificateur doit déterminer un fabricant de FA et saisir sa capacité de production, la route de transport et le temps de transport avant de démarrer l'activité. Et puis lors de la commande il demande d'imprimer le poinçon de numéros de série sur surtout les foyers pour distinguer chaque foyer. Le numéro de série comporte par exemple la marque de projet, le nom de type et le chiffre de numéro par an.

Le planificateur du projet élabore le tableau récapitulatif des participants qui ont prépayé (cf. Annexe 4.8.7) par la liste des participants qui font le prépaiement et commande les FA selon ce tableau.

#### (9) Transport et livraison de FA

L'activité de la distribution est fait par quartier afin d'éviter la confusion. De ce fait, le planificateur du projet fait le plan de travail sur l'heure de début de la distribution de chaque quartier en tenant compte de la durée de transport et du nombre de FA, et il informe les femmes typiques de l'heure du commencement de distribution de chaque quartier et qu'elle accompagne les femmes qui ont fait le prépaiement (ci-après dénommé réceptionnaire).

Le planificateur du projet prépare une place de distribution de FA dans le centre du village et dispose trois équipes qui sont la réception, la livraison de FA et l'enregistrement de l'utilisateur de FA. A la réception un réceptionniste identifie la réceptionnaire sur la base de la liste des participants qui font le prépaiement et du reçu, et il signe le reçu. Il remplit les informations nécessaires non compris le numéro de série sur la fiche de livraison (cf. Annexe 4.8.8) après la constatation de la réceptionnaire et il la lui remet.

La réceptionnaire qui a reçu la fiche se déplace au guichet de la livraison et elle la passe à un livreur. Il confirme le type de FA et le nombre de FA inscrits sur la fiche et il lui livre le FA correspondant à la fiche. En ce moment-là il constate le numéro de série sur le FA et il le remplit la fiche. A la fin il la lui passe le FA.

La réceptionnaire se rend au guichet de l'enregistrement de FA et elle soumet la fiche à celui qui s'occupe de l'enregistrement. Il inscrit les informations nécessaires telles que le nom et le numéro de série sur le papier du tableau d'enregistrement d'utilisateur de FA (cf. Annexe 4.8.9) par la fiche et l'interrogation à la réceptionnaire.

Le réceptionniste appelle la femme typique suivante après la confirmation de la fin de distribution d'un quartier précédent, et annonce le commencement de livraison pour le quartier suivant.

## Cas de la présente étude : l'introduction de FA

### (1) Aperçu de l'enquête

La méthodologie de MDP demande l'enquête sur le terrain à quelques termes (par ex. nombre de FA et nombre de jours de l'utilisation) avec lesquels l'équation est résolue, ainsi est-il nécessaire de développer la méthode de l'enquête sur le terrain pour les termes. Et aussi le développement et la vérification de celle sont nécessaires dans le cadre de l'enquête de suivi. De ce fait il faut planifier une enquête de l'introduction de FA et exécuter cette enquête de la vérification à travers un projet d'essai pour l'introduction de FA sur le terrain. Ce projet d'essai a été la mise en pratique au village de Guesna dans le département de Boussé.

D'abord on a eu l'intention d'introduire seulement le type de N°3 de FA en céramique, cependant on a ajouté l'autre type de N°5 de FA en céramique car les femmes veulent fortement ce type de foyer.

### (2) Période de l'enquête

La période de l'enquête était à partir du 15 septembre 2015 jusqu'au 8 octobre 2015.

### (3) Processus de l'enquête

C'était le même que "4.8.3 le processus de l'introduction de FA" mentionné ci-dessus, mais la commande a exécuté avant l'encaissement de prépaiement parce que la durée était courte.

### (4) Création d'une organisation pour l'activité de l'introduction de FA

Une organisation était établie selon la description du paragraphe de 4.8.4. Les 6 femmes typiques et hommes typiques étaient sélectionnés contre 6 quartiers, ils ont participé à la réunion de l'explication sur l'objectif, l'activité et le programme et ils ont promis de s'occuper des activités de ses propres initiatives.

Les activités des femmes typiques étaient vivantes. On avait prévu qu'elles feraient face aux empêchements à cause du problème d'alphabétisation, mais elles ont rempli une série de ses travaux suivant le programme à partir de la distribution des fiches d'inscription de FA jusqu'à la livraison de FA sans problème. De ce fait, on s'est aperçu qu'il était important qu'elles éprouvassent de l'intérêt pour ses activités et qu'elles s'occupassent principalement d'activités avec une telle motivation.

En ce qui concerne l'activité des hommes typiques sélectionnés, elle n'a pas marché bien. Cependant, il est nécessaire de fonder les positions de l'homme typique afin de pousser l'activité des femmes sur la base de leur compréhension.

(5) Réunion de l'explication sur l'activité de l'introduction de FA auprès de toutes les femmes du village et des hommes qui s'y intéressent

On a fait la réunion en notant les points suivants pour que le plus de femmes possibles y assistassent,

- Les femmes typiques ont préalablement informé toutes les femmes de la réunion.
- La date et l'heure de la réunion était à deux heures de l'après-midi de vendredi juste après la prière de la mosquée pour faciliter d'y participer.
- La durée de la réunion était courte pendant 30 minutes.

En conséquence, les 65 femmes qui sont 20% de toute la femme du village de Guesna et les 40 hommes qui sont 14% de tous les hommes de ce village ont assisté.

La présentation de l'activité était faite avec un tableau d'explication (cf. Annexe 4.8.1) et un échantillon de FA introduit, et on a donné les informations sur l'objectif de l'introduction de FA, le type de FA (FA en céramique de N°3 et N°5), les points remarquable sur le mode d'emploi, les caractères tels que les points d'avantage et la faiblesse, le prix ( 1.000 FCFA pour N°3 et 1.500FCFA pour N°5, C'est le prix de marché non compris les frais de transport) et le chronogramme d'activité(Souscription, prépaiement, livraison et cetera).

On a efforcé de gagner la confiance à travers l'explication sincère sur les points d'avantage et de la faiblesse. Ce sont les points d'avantage présentés que FA en céramique réduit la quantité de la consommation de bois et que le prix est un tiers par rapport au FA en métal. Comme les points de faiblesse, la grille et son support dans le FA sont fragiles. Pour ce qui est des points remarquables du mode d'emploi, ce sont indiqués de ne pas mettre beaucoup de bois à la fois dans le FA, de ne pas utiliser la marmite de la différente taille de marmite correspondant et de ne pas mouiller le FA pendant l'usage de FA.

Les participants ont écouté la présentation sans quitter leurs sièges. En conséquence on peut estimer la méthode et le processus de la réunion efficaces selon ce résultat.

(6) Démonstration de FA

La démonstration de la comparaison est présentée devant l'assistance de la

réunion à travers la cuisine pratique du riz gras par les femmes typiques en utilisant trois types de foyer, le FA en céramique, le FA en métal et le foyer de trois pierres. Les femmes de village ont pu vérifier le résultat réellement par la démonstration, et à la fin les femmes typiques ont expliqué les avantages qu'elles ont trouvés.

On a peut estimer la démonstration efficace, parce que;

- Les participants étaient nombreux
- Le nombre des participants a augmenté avec le temps
- Il n'y avait personne qui a quitté le lieu de la démonstration
- Les battements de mains ont été forts

Par la suite de la démonstration, les femmes ont pu faire la confirmation visuelle de l'efficacité des fonctions de FA, et l'intérêt de participants s'est élevé. Cela a servi la montée de la motivation de l'usage de ce type de FA.

(7) Processus à partir de la distribution des fiches d'inscription jusqu'à la livraison de FA

Il a fallu deux semaines au minimum pour fabriquer le FA en céramique à partir de commande. Parce que la durée donnée pour pratiquer l'enquête était de 20 jours et c'était très court, on a élaboré le chronogramme modifié un peu par rapport au programme normal (cf. Tableau 4.8.3). Et on a essayé de pratiquer les activités

**Tableau 4.8.3 Exemple du processus des travaux**

N°	Date (2014)	Processus des travaux
1	18/09	Distribution des fiches d'inscription de FA pour tous les ménages
2	22/09	Récupération des fiches inscription
3	23/09	Remise des fiches d'inscription à JIRCAS et Récapitulation d'inscription par JIRCAS
4	24/09	Commande
5	24/09~29/09	Encaissement de prépaiement
6	30/09	Remise de prépaiement à JIRCAS
7	7~8/10	Transportation et livraison de FA

selon le tableau. La personne responsable respective sont aussi que le tableau 4.8.1.

On a prévu qu'il n'y aurait peu de femme qui voudrait acheter les FA sous la condition de sans subvention à cause de l'habitude de l'aide, et aussi on a prévu quelques femmes typiques ne pourraient pas faire face à des activités difficiles, qui sont des travaux de l'inscription sur la formulaire, de la confirmation sur le contenu de l'inscription, de la rédaction de la liste de personnes de l'encaissement

et de l'encaissement de prépaiement sur la base de la liste, à cause de ses problèmes de l'alphabétisation.

Mais heureusement ce que nombreuses femmes ont participé et ce que les femmes typiques ont pu régler des activités de l'inscription et cetera en étant supporté par les enfants lycéens ou collégiens, ils étaient confirmés.

#### (8) Résultat de l'enquête

Le tableau 4.8.4 indique le résultat de l'enquête.

**Tableau 4.8.4 Résultat de l'introduction de FA au village de Guesna**

Quartier	Nombre de ménage	Nombre de femme	Nombre de FA		
			N°3	N°5	Total
Sa	15	20	17	4	21
Ga	15	15	15	5	20
Vo	13	13	11	2	13
Ya	15	17	12	5	17
Ta	15	15	15	8	23
Si	15	15	14	3	17
Total	88	95	84	27	111

Le nombre de ménages qui ont introduit était 88 ménages, et c'est 59% du nombre de tous les ménages de village de Guesna (150 ménages). Le nombre de FA introduit par ménage était 1,3 FA, et la proportion par type de FA était 76% pour le type de N°3 et 24% pour le type de N°5. On estimait que les FA introduits seront quotidiennement employés désormais, car le type de N°5 sera utilisé pour la cuisine du riz ou tô qui est l'aliment principal et le type de N°3 sera utilisé pour la cuisine de la soupe.

On peut évaluer que cette enquête a produit d'un excellent fruit. C'est parce que 59% de ménages ont acheté les FA bien que ce fût le prix de marché non compris la frais de transport et aussi bien que ce fût la période de la rentrée des enfants, où les femmes n'eussent que peu de l'argent. On peut estimer que les raisons mentionnées ci-dessous ont produit de bon résultat,

- FA introduit est abordable
- Pratique de l'explication sur non seulement les points d'avantage, mais les points de faiblesse ;
- Pratique de la démonstration pour les présenter ;
- Organisation pour distribuer les FAs

## 4.9. Evaluation de la quantité de la réduction de l'émission de CO<sub>2</sub>

### 4.9.1. Méthode d'évaluation

Le PANA (Programme d'Action National d'Adaptation) a mis en place au Burkina Faso pour la mise en pratique de la mesure contre le changement climatique et aussi en, même temps du plan de développement national en étant dans une situation où l'on gagne mutuellement. Le projet de la vulgarisation de FA a été, adopté comme une des mesures du PANA. Aussi l'évaluation quantitative du volume de la réduction de l'émission du CO<sub>2</sub> par le projet de FA doit être une donnée essentielle et effective pour dérouler la mesure.

La valeur du calcul de la quantité de la réduction de l'émission de CO<sub>2</sub> par an selon le projet de la vulgarisation de FA est cherchée par la formule de (a) du paragraphe "4.3 Méthode du calcul de la quantité de la réduction de l'émission de CO<sub>2</sub>" avec les termes suivants,

- $B_{old,i}$  ; La quantité en moyenne par an de la consommation de la biomasse Ligneuse par un foyer précédent correspondant un FA introduit de type de  $i$ . Cette valeur sera évaluée à travers l'enquête sur la quantité de la consommation de bois.
- $N_{y,i,a}$  ; Le nombre de FA employé qui est introduit par le projet
- $\mu_{y,i}$  ; La moyenne des nombres de jours de l'usage de FA  
C'est évalué par l'enquête de suivi, pourtant on présente ici un exemple de l'évaluation dans la condition standard de la valeur de 365 jours.

#### Cas de la présente étude : La valeur du calcul de la quantité de la réduction de CO<sub>2</sub> par les FAs

On estime l'effet quantitatif de la mitigation contre le changement climatique sur la base des données de l'enquête au village de Gu dans le département de Boussé au cas où le type de No3 de FA en céramique sera introduit dans la zone rurale au Burkina Faso.

Dans ce cas-là, les données adoptées sont celles de l'enquête de MECADE;  $B_{old,i} = 730\text{kg/an}$ ,  $N_{y,i,a} = 50\%/village$ ,  $\mu_{y,i} = 365\text{jours}$ ,  $\eta_{new,i,a} = 0.26$  et le nombre du total de ménage dans la zone rurale au Burkina Faso<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup>Fichier des villages de recensement 2006 au Burkina Faso

Ce sont les formule de (a) et (d) qui sont employées ici. Le résultat du calcul est le tableau 4.9.1.

**Tableau 4.9.1 Résultat de quelques calculs à l'essai de la quantité de la réduction de l'émission de CO<sub>2</sub> par l'introduction de FA**

Cas	Nombre des menages en milieu rural au BF	Proportion de ménage qu'introduit FA	Nombre de FA introduit par ménage	$ER_{y,i}$	$B_{y,savings,i,a}$	$B_{old,i}$	$\eta_{old}$	$\eta_{new,i,a}$	$N_{y,i,a}$	$\mu_{y,i}$	$f_{NRBy}$	$NCV_{biomass}$	$EF_{p,f}$	$LE_y$
1	1,725,965	50%	1	405,505	0.449	0.730	0.1	0.26	862,983	365	0.9	0.015	81.6	0.95
2		50%	2	811,009					1,725,965					
3		100%	1	811,009					1,725,965					
4		100%	2	1,622,019					3,451,930					

La quantité de la réduction de l'émission de CO<sub>2</sub> égale 405.505tCO<sub>2</sub> par an si 50% des ménages dans la zone rurale au Burkina Faso introduisent un FA. Le taux de l'effet de la mitigation par l'introduction de FA dans le secteur de foresterie et changement de l'utilisation des terres pourra arriver à 9% ( $405.505/4.521.000^8=0,09$ ).

Par ailleurs, la quantité de la réduction de CO<sub>2</sub> égale 811.009tCO<sub>2</sub> par an si tous les ménages dans la zone rurale au Burkina Faso introduisent un FA, et Ça pourra arriver à 18% ( $811.009/4.521.000=0.18$ ).

Comme cela, ce que l'on peut évaluer quantitativement l'effet relatif à la mitigation contre le changement climatique par l'introduction de FA si l'on emploie la formule de la méthodologie de MDP est présentée.

## 4.10. Méthode de l'enquête sur le suivi

### 4.10.1. Objectif de l'enquête sur le suivi

L'objectif de l'enquête sur le suivi est principalement la confirmation si les FAs introduits sont utilisés. Non seulement on peut vérifier quantitativement l'effet sur le changement climatique d'après cette confirmation, et aussi cette enquête peut servir de faire durablement l'effet du projet à travers de trouver les problèmes et de mettre en pratique des contre-mesures.

<sup>8</sup>Communication nationale du Burkina Faso, p64,12/2001, SP/CONAGESE

#### 4.10.2. Eléments de l'enquête sur le suivi

(1) Enquête sur la confirmation d'emploi de FA

Il est nécessaire de saisir 4 points par type de FA comme les données de base. Ces points comportent la date d'introduction de FA, le nom et prénom d'utilisateur de FA, la place d'usage de FA (adresse), l'identification de FA (numéro de série)<sup>9</sup>. Ces données sont enregistrées sur le formulaire de tableau d'enregistrement de l'utilisateur de FA<sup>10</sup> lors de la livraison de FA.

La fréquence d'usage de FA (nombre de jours de l'usage de FA par semaine) est questionnée de façon additionnelle avec les 4 points ci-dessus afin du calcul de la formule de la méthodologie. Ça sert la détermination de  $\mu_{y,i}$  de la formule de (b).

La fréquence de cette enquête est une fois par deux ans.

La taille de l'échantillon est évaluée avec la formule de 4.10.2-(1) par type de FA et par année de l'introduction de FA. Cette formule exige ce que le pourcentage de l'erreur standard divisé par la proportion attendue ( $P$ ) est égale ou inférieur à 10% dans la condition de 95% de coefficient de confiance par population.

(cf. Annexe 4.10.1; Guideline Sampling and surveys for CDM project activities and programmes of activities version 03, p16, formule (1))

$$n \geq \frac{1,96^2 N \times P(1-P)}{(N-1) \times 0,1^2 \times P^2 + 1,96^2 \times P(1-P)} \quad 4.10.2- (1)$$

$n$  = Taille de l'échantillon

$N$  = Population

$P$  = Proportion attendue

1,96 = Valeur de coefficient de l'intervalle de confiance de 95%

0,1 = Pourcentage de la précision attendue de l'erreur standard

$(1,96 \times (P(1-P)/n)^2)$  sur  $P$

Cependant, si  $N$  la population est plus de 5.000, la formule de Wald de 4.10.2-(2) est adoptée.

$$n = \frac{1,96^2 \times (1-P)}{0,1^2 \times P} \quad 4.10.2-(2)$$

<sup>9</sup> cf. Paragraphe 33 de la méthodologie de MDP

<sup>10</sup> cf. Annexe 4.8.9

Conférez-vous à l'annexe 4.10.2 qui est un essai du calcul de la taille nécessaire de l'échantillon.

(2) Enquête sur l'efficacité thermique périodique de FA après l'introduction

La méthodologie de MDP de ce document exige de mesurer l'efficacité thermique par an et par type de FA après l'introduction de FA en supposant qu'elle diminue avec le temps (cf. Paragraphe 17 et 34 (b) de la méthodologie de MDP). On mesure l'efficacité thermique de chaque année seulement auprès de FAs introduits à première année du projet et on profite ses valeurs pour les FAs introduits à partir de deuxième année. S'il est dur à faire cette enquête à cause du problème budgétaire, il faut noter la situation dans le résultat de calcul.

La taille de l'échantillon est évaluée avec la formule de 4.10.2-(3) par type de FA. Cette formule exige ce que le pourcentage de l'erreur standard divisé par l'efficacité thermique moyenne est égale ou inférieur à 10% dans la condition de 90% de coefficient de confiance par population.

$$n \geq \frac{1,645^2 N V}{(N-1) \times 0,1^2 + 1,645^2 \times V} \quad 4.10.2- (3)$$

V = (SD / mean)<sup>2</sup>

n = Taille de l'échantillon

N = Population

mean = moyen attendu

SD = erreur standard attendu

1,654 = Valeur de coefficient de l'intervalle de confiance de 90%

0.1 = Pourcentage de la précision attendue

Cependant, si N la population est assez grande, on calcul la formule ci-dessous

$$n = \frac{1,645^2 \times V}{0,1^2} \quad 4.10.2- (4)$$

Conférez-vous à l'annexe 4.10.3 qui est un essai du calcul de la taille nécessaire de l'échantillon.

**Cas de la présente étude : L'enquête de suivi**

Premièrement les données nécessaires étaient enregistrées sur le formulaire lors de la livraison de FA au village de Guesna en posant les questions. Un essai de l'enquête de suivi était procédé sur la base de ces données après 4 mois de la

livraison. Les échantillons étaient tous les ménages qu'avaient introduits les FAs.

On a vérifié que la formule du tableau d'enregistrement d'utilisateur de FA était appropriée à l'enquête de suivi d'après le résultat de l'essai de l'enquête de suivi. Le pourcentage de la continuation d'emploi de FA était 78% bien qu'il y eût quelques FA qui eussent la pauvreté de la solidité. Parce qu'on aurait supposé que ça aurait été 100% s'il n'y avait pas eu cela, on peut estimer le pourcentage de la continuation d'emploi de FA à 80% au minimum.

En ce qui concerne le problème sur la pauvreté de la solidité qui est trouvée dans l'enquête de suivi, on a informé FAFASO qui dirige le projet de la vulgarisation de FA introduit et lui a demandé d'améliorer la qualité de FA en céramique. Et aussi on a proposé à l'association de femme des fabricants de FA trois points suivants, 1; considération sur les causes des cassées immédiates de FA, 2; discussion sur les mesures avec tout le monde et 3; la mise en pratique des techniques améliorées. Elle les a acceptés.

Cependant, parce que la durée de l'enquête était limitée, on n'a pas fait l'enquête de suivi de deux ans plus tard.

## CHAPITRE 5 : LA REALISATION DE L'AGROFORESTERIE

### 5.1. Contexte et objectifs de l'étude

#### 5.1.1. Contexte

Au Burkina Faso, les forêts occupent 5.589.000 ha, ce qui correspond environ à 20,4% de la surface du territoire (Banque mondiale, 2011). L'extension des terres agricoles dues à l'accroissement de la population, les sécheresses récentes liées au changement climatique ont provoqué une réduction rapide de la surface des forêts et des terres forestières ; ainsi, 1.200.000 ha de forêts (17,5%) et 850.000 ha de terres forestières (14,5%) ont disparu au cours des 20 dernières années (Tableau 5.1.1).

Une telle réduction des forêts fait du rétablissement de la végétation un objectif urgent à atteindre.

**Tableau 5.1.1 Modification de la surface des forêts au Burkina Faso (FAO, 2010)<sup>11</sup>**

Division	Surface (1.000 ha)			
	1990	2000	2005	2010
Forêts	6.847	6.248	5.949	5.649
Autres terres boisées	5.861	5.435	5.222	5.009

Note : Les « forêts », ici, signifient une surface de plus de 0,5 ha couverte par les arbres qui ont atteint une hauteur de plus de 5 m ou la hauteur maximale dans une terre adaptée, avec un taux de couverture supérieur à 10%. L'expression « autres terres boisées » signifient une surface de plus de 0,5 ha couverte par les arbres qui ont atteint plus de 5 m ou la hauteur maximale dans une terre adaptée, avec un taux de couverture de 5 à 10%. Le taux de couverture des arbustes (moins de 3 m), arbrisseaux (moins d'1 m) et d'autres arbres plus élevés, sera de 10%. Mais dans tous les cas, les terres adaptées à l'agriculture et les zones urbaines sont exclues.

De plus, la forêt, qui fournit divers produits forestiers non ligneux, est une source de revenus précieuse pour les habitants des zones rurales. Cela représente environ 45% du revenu familial.<sup>12</sup> Parmi ces produits, l'importance des fruits et des noix comestibles augmente parce qu'ils sont

<sup>11</sup> FAO (2010) Evaluation des Ressources Forestières Mondiales, Rapport National Burkina Faso <http://www.fao.org/docrep/013/al468F/al468f.pdf> (dernière consultation le 28 août 2015)

<sup>12</sup> Association japonaise pour la Collaboration Internationale de l'Agriculture et de la Foresterie (JAICAF, 2013) « Agriculture et Foresterie au Burkina Faso »

destinés non seulement à la consommation familiale, mais aussi à la vente, et leur développement est important pour l'augmentation des moyens d'existence des familles d'agriculteurs.

D'autre part, des projets conformes au PANA, un Plan d'Action du Burkina Faso, sont réalisés pour faire face au changement climatique. Ces projets ont défini comme axe prioritaire « la lutte contre les influences néfastes du changement climatique ».

Le 5<sup>ème</sup> des 12 projets prioritaires proposés dans le programme de la valorisation des produits forestiers non ligneux (PFNL) et de la, gestion rationnelle des formations naturelles<sup>13</sup>.

Ainsi la plantation d'arbres et l'agroforesterie utilisant les arbres fruitiers locaux présentent 3 avantages :

- le rétablissement de la végétation,
- l'amélioration du niveau de vie des populations dans les zones rurales en réduisant les effets du changement climatique,
- la conservation de la forêt pour le Burkina Faso.

Mais au Burkina Faso, la plantation d'arbres et l'agroforesterie utilisant les arbres fruitiers locaux n'est pas encore répandu. Les expérimentations pourraient permettre d'identifier et de consolider une technique en vue de la développer dans tout le pays.

### **5.1.2. Objectifs**

Une étude expérimentale est réalisée pour trouver des techniques d'agroforesterie efficace utilisant les arbres fruitiers locaux. Les tests sont conduits en parcelle paysanne afin d'accroître la couverture végétale, d'alléger le changement climatique en améliorant les conditions de vie des producteur.

Ce rapport présente les résultats des activités conduites dans la région de Guesna (Boussé).

### **5.1.3. Le programme d'activités**

Les éléments principaux du plan d'exécution requis pour la mise en œuvre du projet de plantation d'arbres et d'agroforesterie en utilisant les arbres fruitiers locaux sont énumérés comme suit.

- 1) Identification des souhaits des volontaires ;
  - Candidats à la participation
  - Les espèces et nombre d'arbres à planter souhaités
- 2) Analyse en vue de l'élaboration du plan d'action (adéquation entre souhaits et faisabilité) ;
  - Sélection des espèces d'arbres à planter ;
  - Possibilités de préparation des plants ;
  - Soutien aux bénéficiaires.
- 3) Fixation des exploitations pour la distribution
  - Fixation des participants aux activités
- 4) Formation au reboisement axé sur les arbres fruitiers locaux dans les parcelles paysannes ;
- 5) Distribution de plants d'arbres fruitiers locaux ;
- 6) Plantation d'arbres fruitiers locaux, sur les parcelles paysannes ;
- 7) Culture intercalaire sur les parcelles agricoles ;
- 8) Suivi après plantation sur les parcelles agricoles ;
- 9) Vérification du calcul de la rentabilité des activités de plantation d'arbres et d'agroforesterie.

## **5.2. Identification des choix des volontaires**

Les informations diverses telles que les choix concernant les activités de plantation d'arbres (volontaires, espèces et nombre d'arbres à planter...) sont identifiées avant de passer aux activités dans le village cible.

Sur la base des informations obtenues, le contenu à exécuter, l'étendue et l'importance de l'activité, sont étudiés à la lumière des objectifs, de l'orientation et de la durée du projet, ainsi que du budget.

### **5.2.1. Proposition de plan d'action élaborée par les habitants**

Pour obtenir les informations approximatives, on peut recourir à la proposition de plan d'action élaborée par les habitants.

#### **Cas de la présente étude :**

Dans la présente étude, la nécessité de la « plantation d'arbres » dans le cadre des activités plantation d'arbres – agroforesterie ayant été constatée comme décrit dans le paragraphe « 3.4.2 Identification des problèmes et étude des mesures contre les problèmes », nous avons demandé au village de nous présenter une ébauche de plan d'action à ce sujet.

Cette proposition de plan d'action comprend les points suivants : (1) personnes souhaitant participer aux activités (candidats à la participation), (2) objectifs des activités, (3) contenu des activités (espèces d'arbres à planter), (4) programme des activités, (5) lieux des activités.

Soixante-cinq exploitations indépendantes et 1 groupe ont souhaité à la participation. Le groupe a été une association de femmes fabriquant du beurre de karité, qui souhaitait la plantation de karités. Parmi les autres espèces d'arbres souhaitées, les arbres de fruitiers générateurs de profits tels que manguier, néré, tamarinier, anacardier étaient nombreux.

Un plan d'action de plantation d'arbres participatif a été établi sur cette base.

## **5.3. Analyse en vue de l'élaboration du plan d'action (adéquation entre souhaits et faisabilité)**

Les points ci-dessous sont en principe analysés à partir des informations

s'appuyant sur les souhaits, des habitants pour élaborer un plan d'action faisable.

- Sélection des espèces d'arbres à planter
- Possibilités de préparer les plants d'arbres
- Etendue de la prise en charge des bénéficiaires

### **5.3.1. Collecte d'informations et essais pour le choix des espèces d'arbres à planter**

#### (1) Orientation et critères de choix des espèces d'arbres

##### 1) Orientation du choix

Les critères du choix des espèces d'arbres varient selon les objectifs des activités de plantation. Par exemple, on sélectionne l'eucalyptus, une espèce à maturité précoce pour le rétablissement de la forêt et de la végétation, ou bien le néré ou l'eucalyptus, des arbres fruitiers locaux, pour la promotion de l'utilisation des produits forestiers non ligneux. Pour à la fois du rétablissement de la végétation et de l'amélioration des moyens de subsistance, en plus des espèces comme l'eucalyptus et le neem, ont choisi des espèces utiles pour l'agroforesterie introduisant des arbres fruitiers générateurs de revenus.

##### 2) Critères de sélection

Espèce choisie par le paysan lui-même,

espèce dont l'adaptabilité a été vérifiée dans un environnement de culture similaire,

espèce dont l'abattage est légalement interdit, et dont le rétablissement et la conservation sont nécessaires,

espèce facile à cultiver dans la zone d'intervention.

En cas de réalisation d'activités dans une exploitation, le respect de la volonté du paysan participant est essentiel.

Dans un projet de reboisement ordinaire, des espèces d'arbres utiles sont choisis après identification de l'environnement de culture. Comme espèces adaptées, il y a les espèces d'arbres fruitiers locaux telles que le karité, le néré et le baobab, et les espèces d'arbre originaires d'Afrique telles que l'acacia nilotica, ainsi que les espèces étrangères telles que l'eucalyptus et le neem.

#### (2) Espèces d'arbres recommandées dans d'autres projets

Considérer le prix des plants d'arbres, les résultats obtenus, la facilité de culture.

Dans le projet de reboisement ordinaire, on choisit normalement les Eucalyptus et neem à croissance rapide et résistants à la sécheresse

Parmi les arbres fruitiers, on recommande les espèces étrangères telles que le manguier, les agrumes et les pommes du Sahel, et les espèces locales telles que néré, baobab, karité et la liane (*Saba senegalensis*).

Les espèces d'arbres recommandés dans d'autres projets sont les suivants.

**Tableau 5.3.1 Espèces recommandées dans d'autres projets**

	Nom scientifique	Nom local (mooré)	Nom français	Nom anglais
10 espèces d'arbres prioritaires sélectionnées par le Ministère de l'Environnement burkinabè et la JICA (2013)				
1	<i>Acacia nilotica</i>	Pegenega	Nèbnèb, Gommier rouge	Nile-acacia
2	<i>Acacia senegal</i>	Go-payande	Gommier blanc	Arabic Gum tree, Gum acacia
3	<i>Adonsoniadigitate</i>	Toeega	Baobab	Baobab
4	<i>Azadirachaindica</i>	Nimma	Neem	Neem
5	<i>Eucalyptus sp.</i>	Kalbatiisi	Eucalyptus	Eucalyptus
6	<i>Faidherbiaalbida</i> ( <i>Acacia albida</i> )	Zaanga	Cad, kad	Winter thorn tree
7	<i>Mangifera indica</i>	Mangi-tiiga	Manguier	Mango
8	<i>Morigaoleifera</i>	Arzan-tiiga	Moringa	Moringa
9	<i>Parkiabiglobosa</i>	Roaaga	Néré	African locustbean
10	<i>Ziziphus mauritiana</i>	Mugenega	Jujubier	Chineeapple, Indianplum
Espèces d'arbres locaux recommandées par l'Agence de Promotion des Produits Forestiers non Ligneux (APFNL)				
11	<i>Vitellariaparadoxa</i>	Taanga	Karité	Shea Tree
12	<i>Saba senegalensis</i>	Wedga	Liane saba	Weda
13	<i>Tamarindus indica</i>	Pusga	Tamarinier	Tamarind

- 1) Le Nèbnèb (*acacia nilotica* – gommier rouge) est un arbre à épines, résistant à la sécheresse, pouvant mesurer jusqu'à 20 m même dans la zone à climat soudanais. Il est adapté aux sols sablonneux ou incluant des graviers. Ses applications sont nombreuses : ingrédient médicinal, bois de feu, bois de construction, teinture des peaux, fabrication d'objets d'artisanat, et sert aussi de fourrage pour le bétail. Pour cette raison, il est apprécié et cultivé par les nomades de l'ethnie Peuls.
- 2) Le gommier blanc (*acacia Sénégal*), de la même famille que l'*acacia nilotica*, pouvant mesurer jusqu'à 6 m. Cet arbre largement répandu en Afrique de l'Ouest allant du Sénégal jusqu'au Cameroun et au Soudan, pousse sans problème sur les sols sablonneux ou incluant beaucoup de graviers. Il est utilisé comme ingrédient médicinal, pour les bois de feu, le bois de construction, la teinture des vêtements, le tannage des peaux, les manches des outils agricoles,
- 3) Le baobab est un arbre répandu dans le Sahel, du Soudan à la Guinée, pouvant mesurer 25-30 m. Il y a paraît-il des arbres de plus de 100 ans ; il est beaucoup utilisé comme ingrédient médicinal, comme aliment (soupe des feuilles, transformation en jus des fruits), et aussi comme

- fourrage pour le bétail, pour les objets d'artisanat et aussi pour l'abri du soleil.
- 4) Le Neem est un arbre originaire d'Inde de taille moyenne pouvant mesurer de 5-20 m. Très résistant à la sécheresse, il est utilisé pour l'amélioration des sols dans les zones sèches. Il sert aussi comme ingrédient médicinal, pour les bois de feu, le bois de construction, en tant que fourrage pour le bétail, pour la teinture des vêtements, la gestion des cultures et la fabrication de savon,
  - 5) L'eucalyptus est très résistant à la sécheresse, et pousse très vite jusqu'à près de 20 m, même au Sahel. Il est principalement utilisé comme ingrédient médicinal, pour les bois de feu, le bois de construction, l'abri du soleil.
  - 6) L'Acacia albida ou Kad (kad) pouvant mesurer jusqu'à 20-25 m quel que soit la nature des sols, dans les zones à précipitations annuelles inférieures à 300 mm. Il perd ses feuilles pendant la saison des pluies mais croît rapidement. Il sert de fourrage pour le bétail, et aussi pour les bois de feu, le bois de construction, et comme ingrédient médicinal.
  - 7) Le manguiier est un arbre fruitier tropical de la zone humide, pouvant mesurer jusqu'à 10 m. Originaire des environs des montagnes de l'Himalaya en Inde, il aime les sols sablonneux. En plus de l'utilisation des fruits, il sert de fourrage pour le bétail, comme ingrédient médicinal, pour les bois de feu et l'abri du soleil.
  - 8) Le Morigaoleifera (moringa) est un arbre originaire d'Inde à croissance rapide et très résistant à la sécheresse, pouvant mesurer jusqu'à 6 m dans la zone sèche, à feuilles caduques. Les feuilles sont utilisées comme ingrédient pour la soupe, comme fourrage pour le bétail et comme ingrédient médicinal.
  - 9) Le Parkiabiglobosa (néré) pousse au Burkina Faso, même dans les régions à précipitations annuelles de 500 à 700 mm, et dans la région du Sahel du Soudan à la Guinée. Ses fruits sont transformés en soumbala (condiment riche en protéines), et il sert comme ingrédient médicinal, pour les bois de feu, la teinture des vêtements, les objets artisanaux,
  - 10) Le Ziziphus mauritiana (jujubier) est un arbre épineux à racines profondes, pouvant mesurer jusqu'à 4-5 m. Originaire d'Asie centrale, il est répandu jusqu'au Soudan. Ces fruits (jubes) sont comestibles, et à part le fourrage pour le bétail, il sert comme ingrédient médicinal, pour les bois de feu, et les objets d'artisanat.
  - 11) Le Vitellaria paradoxa (karité) originaire d'Afrique de l'Ouest, est connu comme l'arbre dont les noix servent à la confection du beurre de karité. Sa croissance est lente, ordinairement reproduit par semences, un intervalle de plantation de 8 à 10 m est nécessaire, et les fruits peuvent être récoltés 15 à 20 ans après la plantation.
  - 12) Le Saba senegalensis (liane saba) est une liane fruitière, dont les fruits sont comestibles crus, et sont transformés en jus. Les fruits collectés des arbres sauvages sont vendus sur les marchés, et récemment des plants greffés sont aussi produits, et attirent l'attention.
  - 13) Le Tamarindus indica (tamarinier) est un arbre de la famille des légumineuses originaire d'Afrique, largement cultivé dans la zone tropicale, en particulier en Asie, à feuilles persistantes pouvant mesurer de 6 à 20 m. Ordinairement, il est reproduit par semences, à un intervalle de plantation de 8 à 10 m, et les fruits peuvent être récoltés 8 à 15 ans après la plantation.

(Documents de référence)

-Ministère de l'environnement et du tourisme, Imprimerie nouvelle du centre (1993): «Manuel d'agroforesterie (2eme édition) »

-Ministère de l'Environnement / JICA (2013) : «Espèces d'arbres prioritaires au Burkina Faso»<sup>14</sup>,

et des espèces recommandées par la Direction des forêts

-PNUD (2008) : «Projet de Promotion de l'utilisation des produits forestiers non ligneux au Burkina Faso» et des espèces d'arbres locaux recommandées par l'Agence de Promotion des Produits Forestiers Non Ligneux (APFNL)<sup>15</sup>

<sup>14</sup> Présentation des espèces d'arbres prioritaires sélectionnées par le projet JICA au Japon (sur la base de l'enquête réalisée auprès de M. KAMBONE, Direction des forêts)

<sup>15</sup>L'Agence de Promotion des Produits Forestiers Non Ligneux (APFNL) est une agence sous tutelle du Ministère de l'Environnement burkinabè mise en place après le projet d'utilisation des arbres fruitiers locaux (utilisation traditionnelle comme aliment ou ingrédient médicinal des fruits et des feuilles) en tant que Produits forestiers non ligneux (PFNL) exécuté par le PNUD et la FAO.

(3) Essais de culture sur les parcelles expérimentales du JIRCAS

Pour étudier les espèces d'arbres adaptées à l'environnement de culture, des essais de culture ont été réalisés sur les parcelles expérimentales mises en place dans la ville de Boussé. Les essais ont montré que le taux de survie des Neem destinés à la plantation, du Néré ou du Baobab, arbres fruitiers locaux était élevé sous des pluies ordinaires, et ces espèces sont considérées utiles au rétablissement de la végétation dans la zone cible du projet à climat semi-aride.

**【Contenu des essais】**

1) Espèces d'arbres

Les espèces d'arbres choisis sont été l'eucalyptus et le neem considérées des espèces prioritaires pour le reboisement, ainsi que le néré, le tamarinier et le baobab, espèces locales à croissance lente mais très résistantes à la sécheresse.

2) Date de plantation

La plantation a eu lieu à la fin juillet 2014, sans engrais, sous conditions climatiques ordinaires.

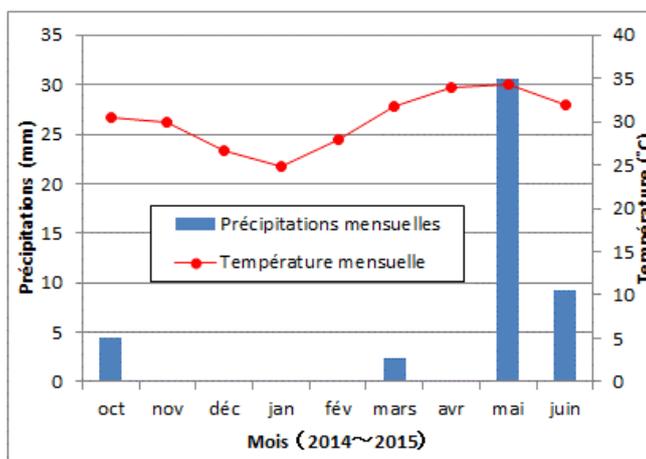
3) Intervalle de plantation

Il a été décidé que l'intervalle de plantation pour les espèces destinées au reboisement serait de 4m x 4m dans le cas de culture conventionnelle, et de 6m x 6m dans le cas de culture mixte. Et pour les arbres fruitiers, ce serait de 10m x 10m pour la culture conventionnelle et de 5m x 5m pour la culture intensive.

#### 4) Environnement de culture

Les données météorologiques ont été enregistrées avec le dispositif d'observation météorologique (Vantage Pro2) installé sur le terrain du bureau

environnemental de la ville de Boussé. Il n'a pratiquement pas plu entre octobre 2014 et avril 2015, les essais ont donc été réalisés sous des conditions sévères.



**Figure 5.3.1 Températures et précipitations dans la ville de Boussé**

#### 5) Résultats des essais

**Tableau 5.3.2 Intervalle de plantation et taux de survie des plants**

N°	espèce	Intervalle de plantation	Taille du trou de plantation (m)			Nbre d'arbres plantés	Nbre survivants	Taux de survie (%)
			Longueur	Largeur	Profondeur			
1	Eucalyptus camaldulensis	4m×4m	0,3	0,3	0,3	56	20	35,7
2		6m×6m	0,3	0,3	0,3	30	2	6,7
3	Neem	4m×4m	0,3	0,3	0,3	49	38	77,6
4		6m×6m	0,3	0,3	0,3	25	18	72,0
5	Néré	5m×5m	0,6	0,6	0,6	36	29	80,6
6		10m×10m	0,6	0,6	0,6	9	1	11,1
7	Tamarinier	10m×10m	0,6	0,6	0,6	9	4	44,4
8	Baobab	10m×10m	0,6	0,6	0,6	14	11	78,6

Note : L'étude du taux de survie a été faite 6 mois plus tard et 1 an plus tard. Comme les parcelles de plantation où les plants d'eucalyptus ont été plantés à intervalle de 6m et ceux de néré et de tamariniers à intervalle de 10 m étaient peu fertiles avec beaucoup de pierres, les jeunes plants n'ont pas pu s'adapter à ces conditions de culture.

#### (4) Diffusion de la culture des arbres fruitiers

En Afrique, dans le cadre de l'agroforesterie (AF), l'introduction de la culture d'arbres fruitiers, est encouragée en vue de l'amélioration de la nutrition et de l'obtention de revenus.

##### 1) Arbres fruitiers étrangers

- Diffusion des manguiers, jujubiers et agrumes. Plus de 30 espèces de

manguiers améliorés sont diffusés. La production de plants greffés des espèces améliorées s'est aussi bien implantée, et ils sont principalement vendus à destination de la capitale.

Au Burkina Faso, on pratique depuis longtemps, sur l'initiative de l'INERA, la production de plants greffés et la vulgarisation de la culture des arbres fruitiers exotiques, tels que les manguiers et les agrumes. De plus, chez plusieurs espèces améliorées introduites dans le passé telles que les manguiers, les agrumes et les jujubiers, la production de plants greffés s'est bien implantée et la fourniture vers la capitale est stable.

Pour la production de plants, la formation de techniciens à la production de plants greffés a été réalisée par le biais de projets de grande envergure d'organismes d'aide internationale, en particulier du gouvernement français. En particulier, l'introduction des espèces améliorées de manguiers, ainsi que la production de plants greffés sont réalisés depuis longtemps, et plus de 30 espèces améliorées dont le «Kent» a été constatées.

La production de plants greffés est réalisée principalement par des paysans indépendants ayant acquis les connaissances et l'expérience de la plantation de plants en participant à diverses formations réalisées par des organismes de recherche et des organisations internationales. Les arbres fruitiers dont la production de plants greffés s'est enracinée au Burkina Faso sont entre autres les manguiers, les agrumes, et récemment les jujubiers. Mais le problème, c'est que le niveau de connaissances concernant les espèces améliorées varie selon les paysans qui vendent leurs produits. Les plants greffés sont distribués mélangés avec d'autres espèces, et il arrive que l'espèce ne soit pas identifiable.



Photo 5.3.1 Plants greffés de manguiers (paysan producteur de plants de la ville de Boussé)



Photo 5.3.2 Plans greffés de jujubiers (INERA)

## 2) Arbres fruitiers locaux

- Il y a peu d'expériences d'introduction des arbres fruitiers locaux dans

les projets de reboisement d,

- Les techniques de greffe pour la domestication des plants sont encore au niveau du centre de recherches,
- La fourniture de plants, plants greffés y compris, sur les marchés est limitée,
- Dans les zones rurales, les arbres fruitiers locaux sont indispensables à la vie courante et servent à l'alimentation, et la pharmacopée et pour les matériaux de teinture.

En tant que mesure d'allègement du changement climatique, l'agroforesterie <sup>16</sup> avec des arbres fruitiers locaux adaptés à l'environnement de culture attire l'attention. Le Burkina Faso s'est engagé dans la promotion et l'utilisation de produits forestiers non ligneux avec l'assistance du PNUD.

Mais il faut, plus de 10 ans entre le semis et la récolte de fruits de la plupart des arbres fruitiers locaux, et une gestion de la culture de longue durée est donc nécessaire. Malgré la recherche-développement en vue de la récolte à court terme via la technique de plants greffés des organismes de recherche, la diffusion ne progresse pas. Pour cette raison, les eucalyptus à croissance rapide et les manguiers permettant la récolte au bout de 3 ans sont considérés comme prioritaires dans les projets de reboisement. Par ailleurs, les arbres fruitiers locaux tels que le néré et le baobab, utilisés pour l'alimentation, la pharmacopée et matériaux de teinture, sont considérés essentiels pour la vie quotidienne dans les zones rurales.

Pour les arbres fruitiers locaux, on utilise généralement des plants issus de semences, mais la production de plants greffés est également pratiquée récemment, comme pour les arbres fruitiers étrangers. Mais les plants greffés sont plus chers que les plants issus de semences. Les principales espèces des plants produits sont le baobab, dont on mange les feuilles et les fruits, le karité pour le beurre de karité, le néré pour la fabrication du « sombala » principal condiment traditionnel, et le tamarinier.

L'INERA et le CNSF produisent des plants greffés de karité et de baobab après sélection des espèces parmi les espèces sauvages. En particulier, le CNSF produit des plants greffés de baobab à partir de espèces sélectionnés

---

<sup>16</sup> BM(2013):<http://www.slmethiopia.info.et/index.php/download-center/summary/46-socioeconomic-marketing-and-others/99-wb-agriculture-and-rural-development-advance-web-edition>(dernière consultation le 28 août 2015)

de qualité (3 types pour les feuilles, 3 types pour les fruits) collectés et stockés dans tout le pays, et les vend (600 FCFA pour un plant).



Photo 5.3.3 Néré de 10 mois (INERA)



Photo 5.3.4 Plant greffé de karité (CNSF)

(5) Espèces d'arbres dont l'abattage est interdit

- Les arbres à préserver et rétablir sont le néré, le baobab, le karité, le tamarinier et le kapokier à fleurs rouges.

Au Burkina Faso, vu la réduction des forêts et du nombre des arbres, la sauvegarde des espèces d'arbres rares et leur rétablissement constituent un défi majeur de l'Etat. La loi de 2004 interdit l'abattage de 23 espèces d'arbres, et les 5 espèces ci-dessous sont des espèces prioritairement protégées.

Tableau 5.3.3 Espèces prioritairement protégées au Burkina Faso (5 espèces)

Nom d'arbre/ <i>nom scientifique</i>	En langue mooré	Priorité de protection	Principales utilisations	Prix de vente sur le marché (FCFA)
1 Néré <i>Parkia biglobosa</i>	Roaaga	◎	Alimentation (fruits, graines et pulpe)	Semences : 1.500/kg Pulpe déshydratée (en poudre) : 225/kg Soubala (produit transformé) : 50/3 paquets
2 Baobab <i>Adonsoniadigitate</i>	Toeega	◎	Alimentation (feuilles, fruits, graines, pulpe)	Feuilles : 50/1 tas Fruits : 50-200/pièce
3 Karité <i>VitellariaParadoxa</i>	Taanga	○	Alimentation (noix, beurre de karité)	Fruit cru : 5-20/pièce Noix : 220-500/kg Beurre : 500-1.000/kg
4 Tamarinier <i>TamarindusIndica</i>	Pusga	○	Alimentation (feuilles, fruits)	Feuilles séchées : 250/kg Fruits secs : 100/1 tas
5 Kapokier rouge <i>Bombax costatum</i>	Voaka	◎	Alimentation (fleurs, fruits)	Fleurs séchées : 2.000/kg Fruits secs : 1.000/kg

Note : Le prix est le prix au détail sur le marché à Boussé (en juillet 2015)

(6) Espèces d'arbres sélectionnées par les paysans

- Les plants greffés d'eucalyptus comme espèce pour la plantation, et de manguiers pour les arbres fruitiers sont prisés,
- Les motifs du choix sont : consommation domestique et revenu.

Les espèces d'arbres désirées par les paysans ont été confirmées au moment de l'élaboration du plan d'action de plantation d'arbres et au lancement des activités. Les espèces d'arbres définitives sont les suivantes.

**Tableau 5.3.4 Espèces d'arbres désirés par les paysans candidats à la plantation et motifs du choix**

Catégorie	Espèces	Nbre de choix	Motifs du choix
Espèces d'arbres destinées à la plantation	Eucalyptus	31	Utilisation pour les bois de feu, le bois de construction, revenu en liquide.
Arbres fruitiers étrangers	Manguiers (plans greffés)	53	Consommation domestique des fruits, utilisation pour l'abri du soleil, revenu en liquide.
	Orangers (plants greffés)	1	Consommation domestique des fruits, revenus en liquide.
Arbres fruitiers locaux	Néré	3	Alimentation (soumbala pour les mets traditionnels)
	Karité (plants greffés)	1 (groupe de femmes)	Matériau pour la transformation (beurre de karité)

Remarque : Les éléments enquêtés sont le nom du (de la) représentant(e), l'objectif de la participation, les espèces d'arbres et le nombre souhaités, matériaux et travail disponibles.

L'eucalyptus a été très prisé comme espèce d'arbre pour la plantation, et les personnes souhaitant des plants greffés de manguiers ont été les plus nombreuses. Le motif de choix le plus souvent évoqué par les paysans a été la consommation domestique, le reste étant vendu pour obtenir un revenu monétaire.

(7) Distribution des plants

### Cas de la présente étude : Distribution des plants

Sur la base des points (1) à (5) les plants des espèces suivantes ont été distribués dans cette étude.

**Tableau 5.3.5 Espèces des plants d'arbres distribués chaque année**

Année de distribution	Nbre d'espèces	Espèces d'arbres
2014	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour la plantation : eucalyptus, neem, <i>Acacia nilotica</i></li> <li>• Arbres fruitiers étrangers : plants greffés de manguier, anacardier, citronnier</li> <li>• Arbres fruitiers locaux : néré, tamarinier</li> </ul>
2015	13	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour la plantation : eucalyptus, neem, <i>Acacia nilotica</i>, le kaïcédra « kuka », moringa,</li> <li>• Arbres fruitiers étrangers : manguier, citronnier, plants greffés de jujubier,</li> <li>• Arbres fruitiers locaux : plants greffés de baobab, anacardier, citronnier, néré, tamarinier, baobab, karité</li> </ul>

(8) Prix de vente des plants d'arbres

Les prix de vente des plants d'arbres des paysans producteurs de plants des environs de la capitale, et ceux des organismes de recherche INERA et CNSF sont les suivants. Pour les plants greffés de manguier, le prix est fixé selon la taille des plants à la vente.

**Tableau 5.3.6 Prix de vente des plants d'arbres des paysans producteurs dans la ville de Ouagadougou (en juin 2014)**

Nom de l'arbre	Nbre de plants produits	Période des semis (reproduction)	Prix de vente (FCFA)
Anacardier	500	Avril 2014	250
Manguier	3 espèces locaux/ 7 espèces améliorées	Grefe en août 2013	1.000 (plante d'1 m) 2.500 (plante de 2 m)
Vigne (rouge/blanc)	20	Grefe en avril 2014	1.000
Citronnier	100	Pas de données	1.000
Oranger	200	Pas de données	1.000
Mandarinier	100	Pas de données	1.000
Cocotier	50	Pas de données	2.500(petit) 5.000(grand)
Eucalyptus (petit)	1500	Avril 2014	100
Eucalyptus (grand)	400	Avril 2014	400
Hibiscus	Pas de données	Pas de données	500
Jasmin	Pas de données	Pas de données	750



**Photo 5.3.5 Paysan producteur de plants vendant des plants greffés de Manguier**

**Tableau 5.3.7 Prix de vente des plants issus de semences d'arbres fruitiers locaux de l'INERA et du CNSF (en juillet 2015)**

Nom d'arbre	Semences séchées (FCFA/kg)	Plant issu de semence (FCFA/unité)	Plant greffé (FCFA/unité)	(Remarques)
Baobab	12.500	500	1.000	Production seulement après réception de la commande
Néré	22.500	300–500	—	Essais de production de plants greffés en cours
Liane saba	—	500	—	Essais de production de plants greffés en cours
Tamarinier	15.000	300–500	1.000	Essais de production de plants greffés en cours
Karité	Néant Semences à vie courte	2.500 (plante d'1 an) 5.000 (plante de 2 ans)	15.000 ~ 20.000	Vente de plants greffés seulement pour des essais

#### **5.4. Désignation des paysans objets de la distribution**

Lors de la désignation des participants aux activités, les conditions de participation aux activités sont soumises aux candidats et les personnes acceptant ces conditions sont désignées en tant que participants.

#### **5.4.1. Conditions de participation aux activités**

Avant de présenter le plan d'action étudié aux habitants, il est souhaitable de réaliser un ajustement final avec le MERH et les membres du CVD du village.

Les conditions de participation doivent être celles permettant une plantation d'arbre mieux adaptée et plus sûre par rapport aux souhaits des paysans. Ces conditions sont, par exemple, la participation à la formation à la plantation avant sa mise en œuvre, la préparation des fosses de plantation, la prise de mesures pour éviter des dégâts causés par les animaux.

Pour les charges prises par les candidats à la participation on peut proposer aux participants eux-mêmes la fourniture gratuite de la main d'œuvre aux activités de plantation et de reforestation, et le projet fournit gratuitement les plants.

#### **Cas de la présente étude : Conditions de participation aux activités**

Après avoir eu une coordination du plan d'action avec les membres du CVD et les villageois incluant des personnes instruites, sous la direction de l'agent forestier du MERH, les conditions de participation aux activités de plantation d'arbres et les conditions pour la distribution gratuite de plants d'arbres ont été définies comme suit :

- (1) Sélection des espèces d'arbres par les candidats à la participation,
- (2) Participation obligatoire à la formation de base avant la mise en œuvre de la plantation,
- (3) Plants d'arbres ne sont pas distribués sans préparatifs pour la plantation (creusement de fosses),
- (4) Une fois l'arbre en place, il faut une mise en place rapide de clôtures pour éviter les dégâts causés par les animaux.

#### **5.4.2. Points à considérer pour la promotion de la participation**

Pour promouvoir la plantation d'arbres, il faut comprendre les particularités des droits fonciers dans le village. Que faut-il prendre en considération pour que les habitants puissent participer aux activités de plantation d'arbres et d'agroforesterie de manière égalitaire ?

Quelques exemples:

- Prise en considération des questions liées au genre
- Prise en considération des questions liées aux ethnies

1) Prise en considération des questions liées au genre

Dans le système foncier de type patriarcal traditionnel africain (don des terres du père au fils qui lui succède), ordinairement, une femme n'est pas propriétaire de terre. Pour cette raison, si une femme veut planter des arbres fruitiers, elle doit obtenir l'autorisation de l'homme qui détient le droit foncier<sup>17</sup>.

Par conséquent, en vérifiant la volonté de participation aux activités de plantation d'arbre des femmes, il est souhaitable de réunir séparément les femmes et les hommes pour discuter. Mais il faut aussi obtenir l'autorisation préalable des maris avant de rassembler seulement les femmes pour discuter.

2) Prise en considération des questions liées aux ethnies

Dans les villages patriarcaux à taux de composition ethnique divers, en cas d'activités de plantation d'arbres, il faut prendre en compte les ethnies minoritaires. Dans le village cible, il y a des habitants de l'ethnie Mossi pour laquelle le droit foncier se perpétue de génération en génération seulement sur le fils en lignée directe et des habitants de l'ethnie Peul nomade qui se sont sédentarisés. Parmi les 150 familles, 36 (24%) sont les peuls. Beaucoup viennent d'ailleurs, et à la différence de l'ethnie Mossi à héritage et distribution des terres selon les liens de parenté, la plupart d'entre eux ne possèdent pas de terres ancestrales.

Les raisons pour lesquelles les habitants de l'ethnie Peul vivant dans la zone d'étude hésitent à se lancer dans les activités de plantation d'arbres sont les suivantes :

- Les terres où la plantation est faite peuvent être récupérées par le propriétaire ;
- N'ayant pas le droit de planter des arbres même en vivant longtemps sur les mêmes terres (par ex. plus de 20 ans), on ne peut pas planter d'arbres sans l'autorisation du propriétaire (de l'ethnie Mossi) ;
- L'eau pour le bétail est prioritaire, on ne peut pas utiliser l'eau pour arroser les plants :

---

<sup>17</sup>Kiptot E. et Franzel S.,(2011): *Gender and agroforestry in Africa: are women participating?*

- Les terres utilisables sont limitées, ou bien les sols sont pierreux et inadaptés à la plantation d'arbres.
- Absence du village pendant la période d'étude sur les souhaits pour la distribution des plants d'arbres (février, saison sèche),

### Cas de la présente étude : Prise en considération des questions liées au genre et aux ethnies

Dans la zone cible de la présente étude, comme beaucoup de femmes utilisent les fruits d'arbres locaux comme le karité et le néré et elles sont intéressés par le Projet, il fallait un mécanisme permettant aussi aux femmes de participer aux activités.

Aussi, les actions suivantes ont été prises dans cette étude pour encourager les activités du groupe de femmes.

- 1) Discussions avec le représentant du village (homme)
- 2) Négociations concernant l'utilisation des terres pour la plantation d'arbres
- 3) Demande de travail aux hommes lors de la plantation des arbres



**Photo 5.4.1 Séance de discussion avec les représentantes des groupes des femmes**

Suite aux arrangements ci-dessus, une parcelle de 25m x 25 m a été accordée au groupe de femmes, et lors de la

plantation des arbres, la fourniture de travail pour la mise en place de la clôture, a pu être obtenue du fournisseur du terrain (homme).

- Prise en considération des questions liées aux ethnies
- Les actions suivantes ont été prises dans cette étude pour encourager la plantation d'arbres par les peuls qui vivent en nomade.
- 1) Consultation préalable auprès du représentant et des anciens du village avant de faire appel à la participation des peuls ;
  - 2) Recommandation de espèces pouvant servir de fourrage pour le bétail à la sélection des espèces d'arbres (par ex. *Acacia nilotica*, kaïcédrat « kuka », jujubier) ;
  - 3) En début de la saison des pluies (à la fin juin – début juillet), sélection des espèces d'arbres et confirmation de leurs souhaits par rapport au nombre.

Il n'y avait que 3 des 36 familles peules qui ont accepté de participer aux activités en 2014 (8,3%), mais grâce aux actions citées ci-dessus, ce chiffre a augmenté à 9 familles (25,0%) en 2015.

### **5.5. Formation à la plantation d'arbres centrée sur les espèces locales sur ces parcelles agricoles**

Une formation pour les producteurs participants est réalisée pour améliorer leurs connaissances sur les techniques de plantation d'arbres et de gestion des parcs centrée sur les espèces d'arbres locaux sur des parcelles agricoles. Les points à prendre en compte pour la formation sont les suivants.

- Fixer la date de la formation après discussions avec les habitants
- Effectuer la formation par petits groupes sur plusieurs jours
- Expliquer aussi la gestion des plants après la plantation (méthode d'arrosage) pour les manguiers nécessitant l'arrosage
- Effectuer une formation de base à la plantation par espèce souhaitée,
- Comprendre les capacités techniques et les souhaits des participants, et si nécessaire étudier la possibilité d'une formation d'application à la plantation et au suivi des arbres fruitiers locaux,

**Cas de la présente étude : Exécution de la formation à la plantation d'arbres**

#### **5.5.1. Aperçu de la formation à la plantation d'arbres**

La méthode et le contenu de la formation de cette étude ont été les suivants.

##### (1) Participants à la formation

Tous les paysans indépendants et les représentants des groupes participant aux activités de plantation d'arbres

##### (2) Formateurs divers

Agent forestier du bureau de l'environnement provincial affecté à la zone cible, technicien du CNDF, chercheur de l'INERA

##### (3) Contenu de la formation

Formation de base sur les espèces d'arbres plantés et la méthode de plantation et de gestion des arbres fruitiers locaux, et formation appliquée sur la culture des arbres fruitiers locaux (semis, greffe), la mise en place

d'une pépinière.

#### (4) Détails de la formation

Le contenu de la formation réalisée dans cette étude a été le suivant.

##### 1) Formation de base

Méthode de base de plantation et de gestion

**Tableau 5.5.1 Formation de base**

Nbre de fois	Contenu des cours	Formateur
1 <sup>ère</sup> fois	<p>Cours pratique 1 : Méthode de plantation des arbres fruitiers</p> <p>1) Mesure de l'intervalle de plantation pour les espèces d'arbres fruitiers et d'arbres destinés à la plantation (utiliser des cordes de 4m/10 m avec nœuds tous les m)</p> <p>2) Méthode de creusement de la fosse pour la plantation et méthode de plantation</p> <p>3) Gestion après la plantation (mise en place d'une clôture, arrosage, mesures contre les termites)</p>	CNSF, agent forestier

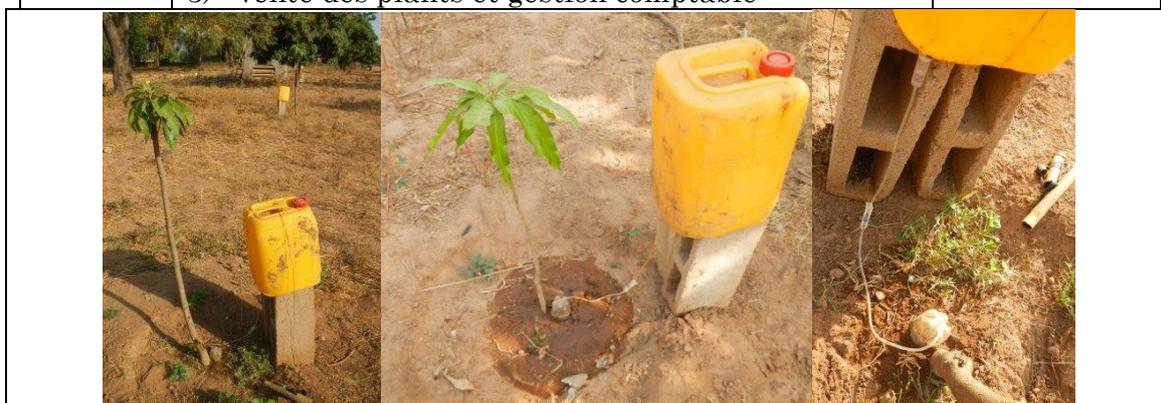
##### 2) Formation appliquée

Les techniques appliquées ont été données : technique de germination des semences d'arbres fruitiers locaux, arrosage goutte-à-goutte, mise en place de pépinière.

**Tableau 5.5.2 Formation appliquée**

Nbre de fois	Contenu des cours	Formateur
1 <sup>ère</sup> fois	Cours théorique 1 : Aperçu de la production de plants d'arbres	CNSF, agent forestier
2 <sup>e</sup> fois	<p>Cours pratique 1 : Méthode de traitement des semences d'arbres fruitiers locaux avant semis</p> <p>1) Traitement avant semis pour améliorer la germination des semences</p> <p>2) Traitement par immersion pendant 24 h et traitement à l'acide</p> <p>Espèces d'essai : acacia nilotica, tamarinier, baobab, néré,</p>	CNSF, agent forestier
3 <sup>e</sup> fois	<p>Cours pratique 2 : Méthode de traitement des semences avant semis</p> <p>Comparaison de la germination en divisant par section traitement pré-semis et section sans traitement pré-semis</p>	Agent forestier

Nbre de fois	Contenu des cours	Formateur
4 <sup>e</sup> fois	Cours théorique 2 : Mise en place de pépinière	CNSF, agent forestier
5 <sup>e</sup> fois	Cours pratique 3 : Mise en place de pépinière 1) Division des participants en groupes et sélection de l'emplacement pour une pépinière 2) Distribution des matériaux nécessaires aux groupes et mise en place des pépinières	Agent forestier
6 <sup>e</sup> fois	Cours pratique 4 : Production de plants d'arbres 1) Fertilisation de la terre de culture 2) Semis des semences prétraitées 3) Points à considérer pendant la période de croissance des plants d'arbres	Agent forestier
7 <sup>e</sup> fois	Cours théorique 3 : Aperçu de la production de plants greffés	CNSF, INERA, agent forestier
8 <sup>e</sup> et 9 <sup>e</sup> fois	Cours pratique 5 : Création de plants greffés d'arbres fruitiers locaux	CNSF
10 <sup>e</sup> fois	Cours pratique 6 : Culture de plants greffés d'arbres fruitiers locaux	Agent forestier
11 <sup>e</sup> fois	Cours pratique 7 : Méthode d'arrosage goutte-à-goutte simple à l'aide d'un bidon en plastique (25L) et de tuyaux de goutte-à-goutte médicaux Matériaux utilisés pour la formation pratique • Tuyau de goutte-à-goutte médical (200 FCFA) • Bidon en plastique 25L (700 FCFA) • Produit de nettoyage de bidon en plastique (50 FCFA)	INERA, agent forestier
12 <sup>e</sup> fois	Cours théorique 4 : Plan de vente des plants d'arbres et gestion 1) Etablir un plan de production annuelle de plants d'arbres 2) Fixer le prix de vente des plants 3) Vente des plants et gestion comptable	Agent forestier



**Photo 5.5.1 Arrosage goutte-à-goutte simple (micro-irrigation) de plants de manguiers de l'INERA à Banfora**

**【Formation sur le système d'arrosage goutte-à-goutte (micro-irrigation)】**

Les manguiers et les anacardiens ayant besoin d'un volume de précipitations annuelles de plus de 1.000 mm, il est nécessaire d'irriguer périodiquement après la plantation dans une zone comme la zone de l'étude où les précipitations sont insuffisantes. Pour cette raison, dans cette formation, nous avons présenté et mis en pratique un système d'arrosage goutte-à-goutte simple pratiqué en utilisant un tuyau de goutte-à-goutte médical et un bidon en plastique facilement disponibles sur place.

Ce système a été mis au point conjointement par l'INERA de Banfora et une entreprise privée. Malheureusement, il n'y a pas de manuel d'utilisation.

Jusqu'à présent, ce système a été introduit dans les nouvelles plantations de manguiers et anacardiens (chaque surface de plantation de 1 à 3 ha, 100 à 300 plants), et il y a des paysans indépendants qui l'ont introduit à leurs propres frais.

Les résultats des essais effectués par l'INERA de Banfora en matière de croissance 3 ans après la plantation, montre que ce système est trois fois plus efficace<sup>18</sup> que la culture pluviale.

1 ensemble est installé par plant d'arbre. Les frais de l'introduction sont : tuyau de goutte-à-goutte médical (200-300 FCFA) et bidon en plastique de 20-25L (700-800 FCFA) disponibles dans la capitale.

**【Traitement avant semis des semences des arbres fruitiers locaux】<sup>19</sup>**

- Scarification mécanique du péricarpe (enlever une partie des couches de péricarpe)
- Immersion dans de l'acide sulfurique fort (immersion pendant 2 heures)
- Immersion dans l'eau chaude (laisser dans l'eau chaude 48 h)



Photo 5.5.2 Formation aux plants greffés



Photo 5.5.3 Formation à l'arrosage goutte-à-goutte simple

<sup>18</sup> D'après les enquêtes verbales menées en février 2015 auprès de l'INERA d'Orodara et du Dr. Dakyo

<sup>19</sup> Se référer au «8. Manuel des techniques de plantation» élaboré en 1999 par l'Agence Japonaise des Ressources Vertes (J-Green)

(<http://www.green.go.jp/green/gyoumu/kaigai/manual/sahel/french/vol08.pdf>)

**【Matériaux de la formation de cette étude et coût】**

(1) Formation à la production de plants d'arbres à partir des semences

- Semences (achetées au CNSF) : baobab (12.500 FCFA/kg), moringa (18.000 FCFA/kg), tamarinier (15.000 FCFA/kg), néré (22.500 FCFA/kg), acacia nilotica (22.500 FCFA/kg), eucalyptus (8.125 FCFA/kg), autres : tubes en plastique (moyen : 200 unités, petit : 800 unités) = 30 FCFA/unité x 200 unités (moyen) + 15 FCFA/unité x 800 unités (petit) = 18.000 FCFA
- Arrosoir (1-2 pour l'arrosage) : 2.500 FCFA
- Clôture (20 – 25 m x 2 unités) = 24.000 FCFA x 2 = 48.000 FCFA
- Fil métallique (fin) : 1.000 FCFA (matériaux en bois utilisables aussi pour les supports)
- Seau (transport du sable et de l'eau) : 2.000 FCFA
- Tricycle (transport des plants) : 17.500 FCFA

(2) Formation sur la production des plants greffés d'arbres fruitiers

- Couteau de greffe : 6.000 FCFA/unité
- Ciseaux de taille : 6.500 FCFA/unité
- Pierre à aiguiser : 6.000 FCFA/unité (si elle est longue, peut s'utiliser coupée en deux)
- Ruban en nylon (matériaux d'emballage sont également utilisables)
- Sachet en nylon (maintien de l'humidité après la greffe) : 450 FCFA/100 unités
- Tube en plastique (grand : 100 unités) – 50 FCFA/unité x 100 unités = 5.000 FCFA

## **5.6. Distribution des plants d'arbres fruitiers locaux.**

### **5.6.1. Méthode de distribution**

- Il arrive que les plants d'arbres achetés soient endommagés pendant le transport.
- L'acquisition des terres et la formation des ressources humaines sont nécessaires pour les pépinières.

Les modes de distribution des plants sont les suivants :

- (1) Distribuer les plants achetés auprès des paysans producteurs
- (2) Mettre en place une pépinière, cultiver les plants et les distribuer
- (3) Effectuer parallèlement (1) et (2)

Pour les plants achetés leur transport est nécessaire, mais comme beaucoup de routes ne sont pas goudronnées, il se fait par le chariot d'âne ou tricycle, et les plants peuvent être endommagés. En particulier, dans le cas des plants greffés, les dommages et la séparation de la partie greffée se produisent facilement, et beaucoup se fanent après la plantation.

Par ailleurs, en produisant les plants dans le même site de plantation ou son voisinage, on peut éviter les dommages aux plants dus au transport, mais il faut assurer le terrain, créer le mécanisme et former les ressources humaines pour la production des plants. De plus, il faut un certain temps pour arriver à fournir régulièrement le nombre nécessaire de plants.

Dans cette étude, vu le temps limité imparti, seul le mode (1) a été testé en 2014 et le mode (3) en 2015.

### **5.6.2. Nombre de plants à fournir**

- Le nombre de plants à fournir est fixé après vérification si les paysans ont assez de terres pour le nombre de plants demandés, et si la main-d'œuvre nécessaire à la plantation est assurée,
- La distribution commence par les paysans ayant participé à la formation et ayant fait les préparatifs pour la plantation,
- Le nombre de plants à bénéficier à partir de la 2<sup>e</sup> distribution est étudié sur la base des résultats de plantation, par exemple le taux de survie.

(1) Surface à reboiser

L'étude de la surface de reboisement des paysans souhaitant participer à la plantation a souvent donné le résultat de 0,5 ha ou de 1,0 ha, soit 0,8 ha de moyenne.

**Tableau 5.6.1 Surface de reboisement des paysans souhaitant participer à la plantation d'arbres (65 paysans)**

Surface plantable	Nbre de paysans	%
2,0 ha	4	6,2
1,0 ha	20	30,8
0,5ha	21	32,3
0 à 0.4ha	1	1,5
Pas de données	19	29,2

Note :

-60 paysans ont réellement participé aux activités de plantation d'arbres et d'agroforesterie, 5 paysans ont abandonné.

-Ce n'est pas la surface des terres possédée par un particulier, mais la surface de reboisement, des terres cultivées présupposant la culture mixte peuvent Aussi être incluses. En février 2014

(2) Nombre de bénéficiaires de la distribution

En 2014, les bénéficiaires de la distribution ont été 60 paysans indépendants et 3 groupes (école de femmes, groupe de femmes, plantation collective). En 2015, ils ont été 85 paysans indépendants et 5 groupes (école primaire, dispensaire, école de femmes, groupe de femmes, et plantation collective).

Et le nombre maximum de plants distribués par paysan a été de 100 unités (intervalle 10m x 10m : 0,81 ha, intervalle 4m x 4 m : 0,13 ha) à des familles comptant au moins deux hommes adultes (plus de 15 ans).

(3) Nombre de plants distribués

Les plants distribués en 2014 et 2015 dans le cadre de cette étude ont été les suivants.

**Tableau 5.6.2 Espèces et nombre de plants d'arbres distribués en 2014**

espèce	Nbre distribué	Bénéficiaires	Usage
(1) Eucalyptus	2.069	Paysans indépendants	Consommation domestique
(2) Acacia nilotica	70	Paysans indépendants (ethnie Peuls)	Fourrage du bétail (feuilles, branches)

espèce	Nbre distribué	Bénéficiaires	Usage
(3) Neem	43	Ecole de femmes traditionnelle	Limites de terrain
(4) Manguier (avec greffage)	258	Tous les participants (2 à 4 chacun)	Consommation domestique
(5) Anacardier (sans greffage)	171		Cultures commerciales
(6) Citronnier (sans greffage)	5	Jeunes participants	Cultures commerciales
(7) Néré	310	Participants âgés	Consommation domestique (fruits)
(8) Tamarinier	89	Consommation domestique des feuilles et fruits	Consommation domestique (feuilles et fruits)
8 espèces au total	3.015		

**Tableau 5.6.3 Espèces et nombre de plants d'arbres distribués en 2015**

espèce	Nbre distribué	Bénéficiaires	Usage
(1) Eucalyptus	2.131	Paysans indépendants	Consommation domestique (bois de feu, bois de construction) revenu en liquide
(2) Acacia nilotica	140	Paysans indépendants (ethnie Peuls)	Fourrage du bétail (feuilles, branches)
(3) Neem	120	Plantation collective	
(4) Kuka	20	Paysans indépendants (ethnie Peuls)	Fourrage du bétail (feuilles, branches)
(5) Moringa	110	Tous les participants	Consommation domestique (feuilles comestibles)
(6) Manguiers (avec greffage)	268	Paysans indépendants Institutions publiques (dispensaire, école primaire) Plantation collective	Consommation domestique (fruits) Abri du soleil Cultures commerciales
(7) Jujubier (avec greffage)	140		Consommation domestique (fruits) Fourrage du bétail (feuilles, branches)
(8) Citronnier (avec greffage)	164	Tous les candidats à la participation	Consommation domestique (fruits) Cultures commerciales
Citronnier (sans greffage)	43	Paysans indépendants	Consommation domestique (fruits) Cultures commerciales
(9) Anacardier (sans greffage)	12	Paysans indépendants	Cultures commerciales
(10) Karité	20	1 par participant	Consommation

espèce	Nbre distribué	Bénéficiaires	Usage
(sans greffage)		demandant la distribution	domestique (fruits, noix)
Karité (avec greffage)	10	Groupes de femmes (prévision)	Fabrication de beurre de karité, vente des surplus
(11) Néré	500	Paysans indépendants, plantation collective	Consommation domestique (fruits)
(12) Tamarinier	130	Paysans indépendants, plantation collective	Consommation domestique (feuilles et fruits)
(13) Baobab (avec greffage)	112	1 par participant demandant la distribution Groupe de femmes	Consommation domestique (feuilles et fruits)
Baobab (sans greffage)	100	Paysans indépendants	Consommation domestique (feuilles et fruits)
13 espèces au total	4.020		

## 5.7. Mise en œuvre de la plantation de plants d'arbres fruitiers locaux sur les parcelles agricoles

Il est souhaitable que des conseils soient donnés par visites de tournée pour que la plantation de plants d'arbres fruitiers locaux sur les parcelles agricoles soit effectuée correctement conformément à la formation.

### Cas de la présente étude : Mise en œuvre de la plantation

#### 5.7.1. Intervalle de plantation

Les intervalles de plantation définis par objectif et par espèce dans cette étude sont les suivants. Ces intervalles ont été fixés sur la base des instructions données par l'agent forestier lors de la plantation collective, et des recommandations et instructions de l'INERA et du CNSF. Par ailleurs, la mesure de l'intervalle faite avec une corde à nœuds a été enseignée lors de la formation à la plantation.

**Tableau 5.7.1 Intervalles de plantation recommandée selon les objectifs et les espèces**

Objectif	espèce d'arbre	Intervalle de plantation
Bois de construction (couche unique)	Eucalyptus, neem, acacia nilotica	4m×4m
Bois de construction (couche unique) + production de céréales	Eucalyptus, neem, acacia nilotica + mil, sorgho, maïs	6m×6m
Arbres fruitiers (arbustes) Culture intensive	Jujubier, agrumes	4m×4m
Arbres fruitiers (grands arbres) Culture intensive	Manguier, anacardier, néré, baobab, karité	5m×5m
Arbres fruitiers (arbustes ou grands arbres) + production de céréales	Manguier, anacardier, néré, baobab, karité + mil, sorgho, maïs	10m×10m
Arbres fruitiers (arbustes ou grands arbres) + cultures commerciales	Fruits + niébé, arachide, sésame, hibiscus	10m×10m

### 5.7.2. Méthode de plantation

(1) Taille des fosses de plantation:

Comme pour l'intervalle de plantation, la décision a été prise sur la base de l'expérience de l'agent forestier et du CNSF. La taille des fosses de plantation définie dans la présente étude est la suivante (tableau 5.7.2).

**Tableau 5.7.2 Taille de la fosse de plantation recommandée par espèce d'arbre**

Objectif	espèce d'arbres	Taille de la fosse de plantation
Espèces d'arbres de boisement (pour le bois de construction)	Eucalyptus, neem, acacia nilotica	60cm×60cm×60cm
Arbres fruitiers	Jujubier, agrumes, Anacardier, néré, baobab, karité,	80cm×80cm×80cm
Arbres fruitiers	Manguier	100cm×100cm×100cm

(2) Fertilisation

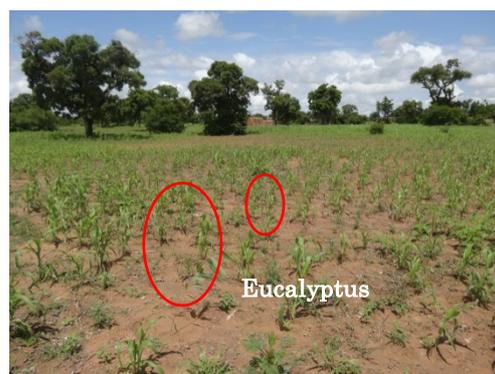
La terre étant souvent de la terre rouge peu fertile, le trou n'est pas remblayé de terre de surface après la plantation, des excréments de bétail, sont injectés à la place.

(3) Moment de la plantation

Les plants greffés supportent mal la sécheresse, et le greffon de la partie greffée se fane facilement. Pour cette raison, il est souhaitable que la fosse de plantation soit préparée après le début de la saison des pluies, et que la plantation soit faite une fois que des pluies importantes sont tombées en continu. Une attention particulière est portée à la plantation au début de la saison des pluies, car la terre dans le trou peut se tasser et s'affaisser, et les plants risquent d'être trop profonds.

### 5.7.3. Sélection de la culture intercalaire auprès des paysans

En cas de sélection des produits à cultiver, il faut bien entendu choisir des plantes cultivables sur place et correspondant aux souhaits du paysan, mais l'introduction de nouvelles espèces pour lesquelles des résultats d'essais par les organismes de recherche étaient positifs devra être étudiée.



**Photo5.7.1 Culture intercalaire de Mil et Eucalyptus**

## 5.8. Suivi après la plantation sur les parcelles agricoles

L'état après la plantation est surveillé pour saisir les conditions de gestion des paysans et remédier aux activités de plantation d'arbres, ou bien pour définir l'étendue de la plantation l'année suivante et choisir les espèces d'arbres à planter.

### 5.8.1. Gestion de la plantation d'arbres et taux de survie

Le suivi concernant la gestion de la plantation d'arbres des paysans et le taux de survie des plants est réalisé six mois après la plantation. Les rubriques du suivi sont : l'apport des engrais par espèce d'arbre, la mise en place de la clôture de protection, l'arrosage ou non après la plantation et le taux de survie des arbres.

**Cas de la présente étude : Mise en pratique de la culture intercalaire et suivi après la plantation**

### 5.8.2. Mise en pratique de la culture intercalaire par les paysans

Trente et neuf des 50 paysans (78,0%) pour lesquels l'étude de suivi a pu être réalisée parmi les paysans participants ont effectué la culture intercalaire après la plantation des arbres. L'exemple des cultures intercalaires des paysans ayant effectué la plantation d'arbres en 2014 est donnée ci-dessous. Beaucoup ont fait du sorgho et du mil, il y a aussi eu des d'associations sorgho-mil, mil-arachide, mil-maïs. Les objectifs de la sélection des cultures intercalaires varient selon les paysans. Par exemple, si la surface de culture est limitée, et le mil ou le sorgho est choisi car il assure l'alimentation de la famille.

**Tableau 5.8.1 Exemples de cultures intercalaires par espèce d'arbre**

espèce d'arbre	Cultures	Nbre de cas	(%)
Espèces de boisement (eucalyptus) 39 paysans	Sorgho	18	46,2
	Mil	8	20,5
	Arachide	3	7,7
	Sorgho + mil	2	5,1
	Mil + arachide	1	2,6
	Niébé	1	2,6
	Inconnue	6	15,4
Arbres fruitiers locaux (nééré) 11 paysans	Mil	4	36,4
	Sorgho	2	18,2
	Arachide	2	18,2
	Sorgho + mil	1	9,1
	Sésame	1	9,1
	Inconnue	1	9,1

### 5.8.3. Résultats du suivi

Nous avons vérifié par une reconnaissance sur les parcelles agricoles six mois après la plantation des arbres si les engrais ont été apportés avant la plantation d'arbres et la clôture de protection mise en place après, et le taux de survie des arbres.

**Tableau 5.8.2 Gestion du reboisement en 2014 par espèce d'arbre et taux de survie**

espèce d'arbre	Nbre d'échantillons	Taux d'apport d'engrais	Taux de mise en place d'une clôture	Taux de fréquence d'arrosage après plantation	Taux de survie
Eucalyptus	40	2,5% (1)	7,5% (3)	7,5% (3)	38%
Manguier	50	82% (41)	80% (40)	100% (50)	52%



**Photo 5.8.1 Situation de plantation des eucalyptus**



**Photo 5.8.2 Situation de plantation des manguiers**

#### 5.8.4. Nombre de jours de travail et intrants pour la plantation d'arbres

Nous avons étudié le nombre de personnes et de jours affectés à la plantation pour saisir le travail fourni par les paysans pour la plantation d'arbres. Le travail de la plantation a été fait en famille ou avec des parents (en particulier des frères) ; du personnel a été employé pour le faire seulement dans 2 cas.

**Tableau 5.8.3 Comparaison du temps de travail selon le nombre d'eucalyptus plantés**

Etendue de la plantation	Nbre de paysans	Age moyen	Nbre moyen planté	Taux de survie	Nbre de jours de plantation		Nbre du personnel		temps de travail
					Moy	Max	Moy	Max	Jours-homme
(nbre)	(foyer)	(ans)	(nbre)	(%)					
6~20	4	64,3	16,5	31,6	2,8	4	2,2	4	6,2
21~30	22	45,1	24,6	46,1	3,1	3	1,7	5	5,3
50	9	48,2	50	35,3	5,4	10	2,9	6,5	15,7
60	1	43,0	60	16,7	5	—	5	—	25,0
70	1	55,0	70	29,0	2	—	4	—	8,0
100	4	55,5	100	29,3	4,0	5	2,1	3	8,4
Total	41	50,0	38,1	36,3	3,7	—	2,0	—	7,7

Note : Les enfants (moins de 15 ans) sont comptés 0,5 personne parmi les personnes participant à la plantation.

## 5.9. Exemple de calcul de la rentabilité des activités de plantation d'arbres et d'agroforesterie

Il est important de prévoir la rentabilité de la plantation d'arbres et de l'agroforesterie pour promouvoir les activités de plantation d'arbres. A cet effet, des modèles de culture mixte d'agroforesterie réalisable sur les parcelles agricoles sont définis pour estimer la rentabilité.

### Cas de la présente étude : Evaluation de la rentabilité des activités de plantation d'arbres et d'agroforesterie

La rentabilité des activités de plantation d'arbres et d'agroforesterie a été évaluée ainsi qu'il suit sur la base des données obtenues dans la présente étude.

#### 5.9.1. Définition de modèles de culture mixte pour l'agroforesterie

(1) Conditions de calcul

Les modèles de culture mixte d'agroforesterie, les espèces d'arbres plantés, le prix unitaire et le volume des semis et la récolte sont indiqués ci-dessous.

**Tableau 5.9.1 Modèles de culture mixte d'agroforesterie**

Arbres		Culture intercalaire		Principaux objectifs
espèce d'arbre	Nbre d'arbres plantés (nbre/an)	Cultures	Surface plantée (ha)	
Eucalyptus	50	Niébé	0,25	Vente de bois de construction et de céréales
Manguier	10	Sésame	0,2	Vente de fruits, de cultures commerciales
Néré	50	Sésame	1,0	Vente de fruits, de cultures commerciales

**Tableau 5.9.2 Espèces d'arbres plantés**

espèce	Nbre planté (nbre/an)	Intervalle de plantation	Abattage	Début de la récolte	Taux de survie	Remarques
Eucalyptus	50	4m×4m	3 <sup>e</sup> , 7 <sup>e</sup> , 10 <sup>e</sup> année	-	35%	Période de reboisement 10 ans
Manguier	10	10m×10m	-	3 <sup>e</sup> année	50%	Plants greffés
Néré	50	10m×10m	-	8 <sup>e</sup> année	80%	Arbres fruitiers locaux

**Tableau 5.9.3 Prix unitaire (résultats en 2014, 2015)**

Rubrique	espèce	Unité	FCFA	Observation
Frais des plants d'arbres	Eucalyptus	plant	150	
	Manguier	plant	1.500	Plants greffés
	Néré	plant	300	
Prix de vente du bois de construction	Eucalyptus	arbre	1.500	
Prix de vente des fruits	Manguier	Pièce	100	
	Néré	Kg	600	
Frais de semences	Niébé	Kg	300	variété améliorée
	Sésame	Kg	1.000	variété améliorée
Prix de vente	Niébé	Kg	280	variété améliorée
	Sésame	Kg	500	variété améliorée
Engrais chimiques		50kg	18.000	
Insecticides		200ml	5.000	
Arrosage au goutte-à-goutte simple	Pour les manguiers	Ensemble/arbre	900	Utilisable pendant 5 ans

**Tableau 5.9.4 Quantités de semis et de récolte**

<b>Rubrique</b>	<b>variété/espèce</b>	<b>FCFA</b>	<b>Unité</b>	<b>Observation</b>
Quantités de semis	Niébé	10	kg/ha	
	Sésame	6	kg/ha	
Récolte unitaire	Niébé	500	kg/ha	variété améliorée
		250	kg/ha	variété améliorée
	Sésame	300	kg/ha	variété améliorée
Rendement	Manguier	10	pièces/arbre	3 <sup>e</sup> année
		20	pièces/arbre	4 <sup>e</sup> année
		40	pièces/arbre	5 <sup>e</sup> année
		50	pièces/arbre	6 <sup>e</sup> année
		70	pièces/arbre	7 <sup>e</sup> année
		80	pièces/arbre	8 <sup>e</sup> année
		90	pièces/arbre	9 <sup>e</sup> année
		100	pièces/arbre	A partir de la 10 <sup>e</sup> année
	Néré	5	kg/arbre	8- 15 ans
		10	kg/arbre	16- 20 ans
		20	kg/arbre	21- 25 ans
		30	kg/arbre	26- 30 ans

### 5.9.2. Cash-flow des frais d'exploitation par plantation

(1) Vente de bois de construction et de céréales : culture mixte de l'eucalyptus et du niébé (variété améliorée)

En supposant qu'un bois d'eucalyptus (51 arbres) de 0,25 ha (intervalle de 4m x 4m) soit finalement obtenu

Le plan d'exploitation agricole, et les prévisions de récolte s'y rapportant, ainsi le cash-flow les concernant sont indiqués ci-dessous.

**Tableau 5.9.5 Plan d'exploitation agricole et prévision de récolte en cas de culture mixte d'eucalyptus et de niébé**

Plantation d'arbres et culture mixte	Rubrique	Unité	1 <sup>ère</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année	4 <sup>e</sup> année	5 <sup>e</sup> année	6 <sup>e</sup> année	7 <sup>e</sup> année	8 <sup>e</sup> année	9 <sup>e</sup> année	10 <sup>e</sup> année
Bois d'eucalyptus	Plantation	Arbre	50	50	50							
Surface de plantation 1,0 ha	Culture	Arbre	17	34	51							
Taux de survie des plants 35%	Germination	3 unités/arbre				153	153	153	153	153	153	153
	Récolte	Arbre			51				153			153
Culture du niébé												
Surface cultivée 0,25 ha	Semis	Kg	2.5	2.5	2.5							
	Engrais chimiques	Kg	25	25	25							
	Insecticides	MI	100	100	100							
	Récolte	Kg	125	125	125							

**Tableau5.9.6 Cash-flow en cas de culture mixte d'eucalyptus et de niébé**

Dépenses		Unité	1 <sup>ère</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année	4 <sup>e</sup> année	5 <sup>e</sup> année	6 <sup>e</sup> année	7 <sup>e</sup> année	8 <sup>e</sup> année	9 <sup>e</sup> année	10 <sup>e</sup> année
Eucalyptus	Frais de plants	FCFA	7.500	7.500	7.500							
Niébé	Frais de semences	FCFA	750	750	750							
	Engrais chimiques	FCFA	9.000	9.000	9.000							
	Insecticides	FCFA	2.500	2.500	2.500							
Total			19.750	19.750	19.750	0	0	0	0	0	0	0
Recettes												
Plantation d'eucalyptus	Vente de bois de construction	FCFA			76.500				229.500			229.500
Culture de niébé	Vente de céréales	FCFA	35.000	35.000	35.000							
Total			35.000	35.000	111.500	0	0	0	229.500	0	0	229.500
Cash-flow			15.250	15.250	91.750	0	0	0	229.500	0	0	229.500
				30.500	122.250	122.250	122.250	122.250	351.750	351.750	351.750	581.250

(2) Vente d'arbres fruitiers étrangers et des cultures commerciales : culture mixte de manguiers et de sésame (variété améliorée)

En supposant qu'un champ de 15 manguiers (intervalle de 10m x 10m) soit finalement obtenu

Le plan d'exploitation agricole, et les prévisions de récolte s'y rapportant, ainsi le cash-flow les concernant sont indiqués ci-dessous.

**Tableau 5.9.7 Plan d'exploitation agricole et prévision de récolte en cas de culture mixte de manguiers et de sésame**

Plantation d'arbres et culture mixte	Rubrique	Unité	1 <sup>ère</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année	4 <sup>e</sup> année	5 <sup>e</sup> année	6 <sup>e</sup> année	7 <sup>e</sup> année	8 <sup>e</sup> année	9 <sup>e</sup> année	10 <sup>e</sup> année	A partir de 11 <sup>e</sup> année
Manguiers (0,2 ha)	Plantation	Arbre	10	10	10								
Surface de plantation 0,2 ha	Culture	Arbre	5	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Taux de survie des plants 50%	Arrosage au goutte-à-goutte	ensembl e/arbre	5	5	5			5	5	5			
	Récolte	Unité			150	300	600	750	1.050	1.200	1.350	1.500	1.500
Culture de sésame													
Surface cultivée 0,2 ha	Semis	Kg	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
	Engrais chimiques	Kg	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Récolte	Kg	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

**Tableau 5.9.8 Cash-flow en cas de culture mixte de manguiers et de sésame**

Dépenses			1 <sup>ère</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année	4 <sup>e</sup> année	5 <sup>e</sup> année	6 <sup>e</sup> année	7 <sup>e</sup> année	8 <sup>e</sup> année	9 <sup>e</sup> année	10 <sup>e</sup> année	A partir de 11 <sup>e</sup> année
Manguiers	Frais de plants	FCFA	15.000	15.000	15.000								
	Arrosage au goutte-à-goutte	FCFA	4.500	4.500	4.500	0	0	4.500	4.500	4.500	0	0	0
Sésame	Frais de semences	FCFA	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
	Engrais chimiques	FCFA	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200	7.200
Total		FCFA	27.900	27.900	27.900	8.400	8.400	12.900	12.900	12.900	8.400	8.400	8.400
Recettes													
Manguiers	Vente des fruits	FCFA	0	0	15.000	30.000	60.000	75.000	105.000	120.000	135.000	150.000	150.000
Sésame	Vente de semences	FCFA	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
Total			30.000	30.000	45.000	60.000	90.000	105.000	135.000	150.000	165.000	180.000	180.000
Cash-flow			2.100	2.100	17.100	51.600	81.600	92.100	122.100	137.100	156.600	171.600	171.600
				4.200	21.300	72.900	154.500	246.600	368.700	505.800	662.400	834.000	1.005.600

Note : La plantation et le labour étant effectués en famille, et le prix à l'expédition prévu pour le sésame fixé à 500 FCFA/kg.

(3) Vente d'arbres fruitiers étrangers et des cultures commerciales : culture mixte de néré et de sésame (variété améliorée)

En supposant qu'un champ de 120 néré (intervalle de 10m x 10m) soit finalement obtenu

Le plan d'exploitation agricole, et les prévisions de récolte s'y rapportant, ainsi le cash-flow les concernant sont indiqués ci-dessous.

**Tableau 5.9.9 Plan d'exploitation agricole et prévision de récolte en cas de culture mixte de néré et de sésame**

Plantation d'arbres et culture mixte	Rubrique	Unité	1 <sup>ère</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année	4 <sup>e</sup> année	5 <sup>e</sup> année	6 <sup>e</sup> année	7 <sup>e</sup> année	A partir de 8 <sup>e</sup> année	A partir de 16 <sup>e</sup> année	A partir de 21 <sup>e</sup> année	A partir de 30 <sup>e</sup> année
Néré	Plantation	Arbre	50	50	50								
Surface de plantation 1,0 ha	Culture	Arbre	40	80	120	120	120	120	120	120	120	120	120
	Taux de survie des plants 80%	Récolte	Kg							600	1.200	2.400	3.600
Sésame													
Surface cultivée 1,0 ha	Semis	Kg	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Engrais	Kg	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Récolte	Kg	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

**Tableau 5.9.10 Cash-flow en cas de culture mixte de néré et de sésame**

Dépenses			1 <sup>ère</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année	4 <sup>e</sup> année	5 <sup>e</sup> année	6 <sup>e</sup> année	7 <sup>e</sup> année	A partir de 8 <sup>e</sup> année	A partir de 16 <sup>e</sup> année	A partir de 21 <sup>e</sup> année	A partir de 30 <sup>e</sup> année
Néré	Plants	FCF A	15.000	15.000	15.000								
Sésame	Semences	FCF A	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
	Engrais	FCF A	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000
Total Recettes			57.000	57.000	57.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000
Néré	Vente des fruits	FCF A	0	0	0	0	0	0	0	360.000	720.000	1.440.000	2.160.000
Sésame	Vente de semences	FCF A	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000
Total			150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	510.000	870.000	1.590.000	2.310.000
Cash-flow			93.000	93.000	93.000	108.000	108.000	108.000	108.000	468.000	828.000	1.548.000	2.268.000
				186.000	279.000	387.000	495.000	603.000	711.000	1.179.000			

(4) Les résultats

**Tableau 5.9.11 Rentabilité pendant la décennie après la plantation d'arbres par modèle de culture mixte d'agroforesterie**

N°	Arbres			Culture intercalaire		Bénéfice de l'agroforesterie
	espèce	Taille du reboisement (nbre d'arbres)	Surface plantée d'arbres (ha)	Culture	Surface (ha)	Décennie après la plantation (FCFA)
(1)	Eucalyptus	51	0.25	Niébé	0,25	588.750
(2)	Manguier	15	0.2	Sésame	0,2	834.000
(3)	Néré	120	1.2	Sésame	1,0	2.115.000

Note :

-La culture intercalaire dans le bois d'eucalyptus se termine la 3<sup>e</sup> année, et seule la vente de bois

de construction est effectuée à partir de la 4<sup>e</sup> année.

-En cas d'entretien du champ de manguiers (15 arbres) et la culture mixte avec sésame (0,2 ha) pendant 10 ans, la vente de fruits et de sésame rapporte 171.600 FCFA/an à partir de la 11<sup>e</sup>

année

-En cas de champ de néré (120 arbres) à culture mixte avec sésame (1,0 ha), seule la vente de sésame sera faite jusqu'à la 7<sup>e</sup> année.

**Tableau 5.9.12 Liste de toutes les rentabilités dans les 20 ans après la plantation d'arbres par modèle de culture mixte d'agroforesterie**

N°	Arbres			Culture intercalaire		Bénéfice de l'agroforesterie
	espèce	Taille du reboisement (nbre d'arbres)	Surface plantée d'arbres (ha)	Culture	Surface (ha)	Décennie après la plantation (FCFA)
(1)	Manguier	15	0,2	Sésame	0.2	1.056.000
(2)	Néré	120	1,2	Sésame	1.0	1.548.000

Note

-La culture intercalaire dans le bois d'eucalyptus se termine la 3<sup>e</sup> année, et seule la vente de bois de construction est effectuée à partir de la 4<sup>e</sup> année.

-En cas d'entretien du champ de manguiers (15 arbres) et la culture mixte avec sésame (0,2 ha) pendant 10 ans, la vente de fruits et de sésame rapporte 171.600 FCFA/an à partir de la 11<sup>e</sup> année

-En cas de champ de néré (120 arbres) à culture mixte avec sésame (1,0 ha), seule la vente de sésame sera faite jusqu'à la 7<sup>e</sup> année.

### 5.9.3. Evaluation de la rentabilité

#### 1) Bois de construction et cultures commerciales : eucalyptus et niébé

L'eucalyptus est utilisable pour la culture mixte jusqu'à sa 3<sup>e</sup> année après la plantation, et la culture intercalaire (0,25 ha) d'une variété améliorée de niébé très commerciale est effectuée.

Les résultats des calculs montrent qu'on peut espérer un bénéfice de 20.000 à 90.000 FCFA pendant la période de culture mixte et de 230.000 FCFA à la récolte des eucalyptus (7<sup>e</sup> et 10<sup>e</sup> années).

#### 2) Arbres fruitiers étrangers et cultures commerciales : manguiers et sésame

La récolte des mangues est possible à partir de la 3<sup>e</sup> année après la plantation, mais il faut 10 ans pour stabiliser la récolte annuelle de fruits à 100 unités/arbre. Pour cette raison, la culture intercalaire de sésame (0,2 ha) est effectuée pour générer un profit.

Les résultats des calculs montrent qu'à partir de la 11<sup>e</sup> année après la plantation où la récolte de fruits commence à se stabiliser, avec les ventes de sésame, on peut espérer un bénéfice annuel de 171.600 FCFA et à partir de la 21<sup>e</sup> année un bénéfice annuel de 1.056.000 FCFA.

#### 3) Arbres fruitiers locaux et cultures commerciales : néré et sésame

Il n'y a pas de récolte de fruits du néré jusqu'à la 8<sup>e</sup> année après la plantation, et donc pas de revenu de la vente de fruits. Et il faut 20 ans d'entretien jusqu'à ce que la récolte de fruits se stabilise. La culture intercalaire de sésame (1,0 ha) est donc réalisée pour générer un profit.

Les résultats des calculs montrent qu'à partir de la 21<sup>e</sup> année après la plantation où la récolte de fruits commence à se stabiliser, avec les ventes de sésame, on peut espérer un bénéfice annuel de 1.548.000 FCFA.

## CHAPITRE 6 : MISE EN PRATIQUE—PRODUCTION D'ÉNERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE—

### 6.1. Particularités de la production d'énergie solaire photovoltaïque

Au Burkina Faso, bien que l'extension du réseau électrique soit requise pour répondre aux besoins d'énergie en croissance rapide, les ressources énergétiques sont limitées et l'aménagement de l'infrastructure électrique n'est pas avancé.

La production d'énergie solaire photovoltaïque peut être une solution pour résoudre ce problème de l'alimentation électrique. Elle permet de fournir de l'électricité de manière autonome et décentralisée, et peut contribuer à la fourniture d'électricité même dans les zones difficiles d'accès.

Sur le plan mondial, l'énergie solaire photovoltaïque propre et non tarissable est prometteuse pour la constitution d'une communauté durable. Ci-dessous sont expliquées les particularités de la production

1) La production d'énergie solaire photovoltaïque consomme peu d'énergie et a un rendement énergétique élevé.

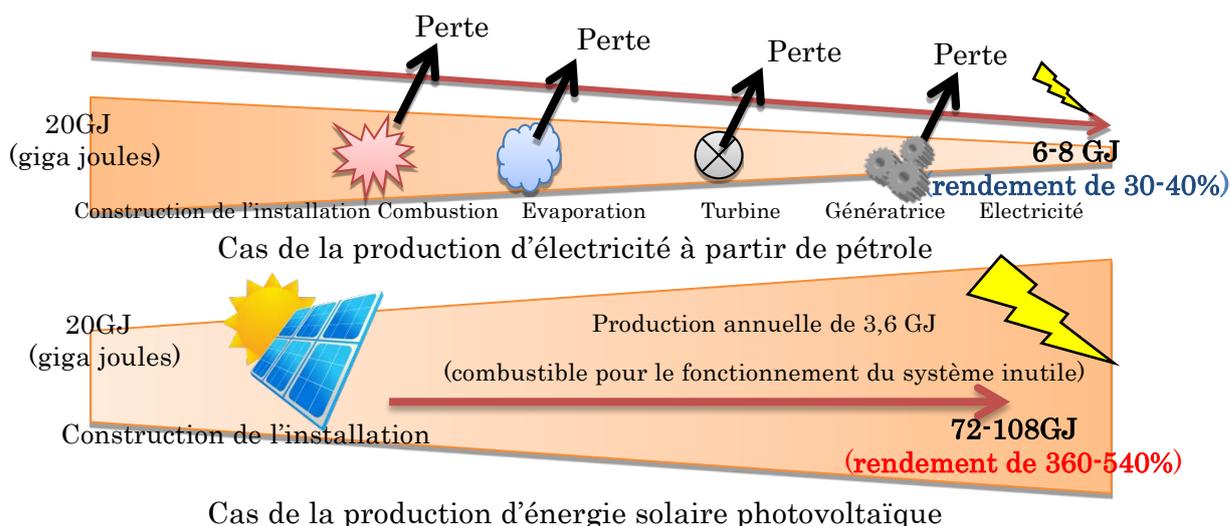
d'énergie solaire photovoltaïque.

La production d'énergie solaire photovoltaïque consomme très peu d'énergie dans son cycle de vie allant de la fabrication à la mise au rebut. Des études récentes montrent que la période de production d'énergie solaire requise pour récupérer l'énergie consommée dans le cycle de vie est seulement de 2,0 ans<sup>20</sup>. Aucun combustible n'est utilisé pour faire fonctionner le système. Aussi, l'électricité étant produite par absorption de l'énergie solaire illimitée, de l'énergie est produite de manière continue avec injection d'un minimum d'énergie au stade initial.

Par ailleurs, une importante quantité d'énergie est perdue dans le processus de production d'électricité à combustible fossile si bien que l'énergie injectée dans le cycle de vie ne peut pas être récupérée.

---

<sup>20</sup>Association de Recherches sur les Technologies de production d'énergie solaire photovoltaïque (PVTEC, 2001) : Rapport de résultats de la NEDO «Études et recherches d'évaluation de la production d'énergie solaire photovoltaïque»



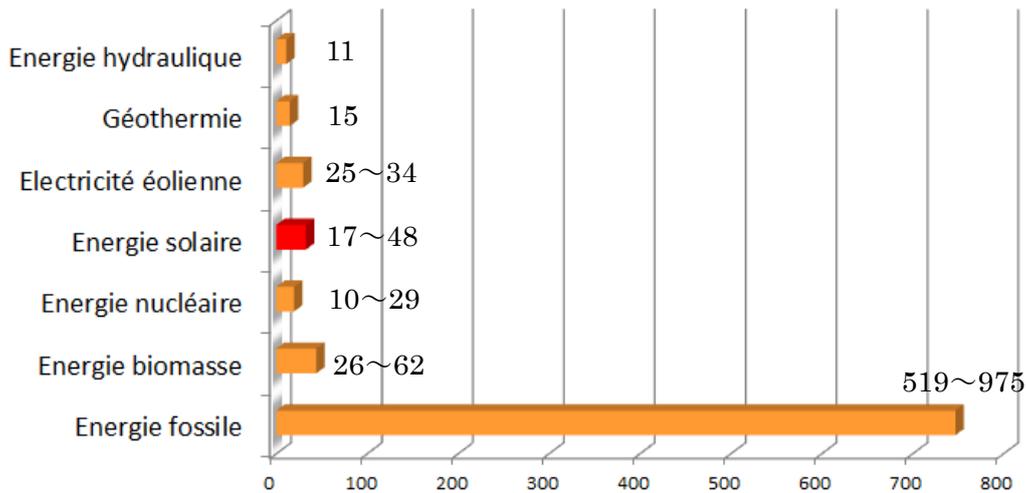
**Figure 6.1.1 Rendement énergétique dans le cycle de vie d'une centrale solaire photovoltaïque**

Source : Mizuho Information & Research Institute (2009) : Etabli sur la base du rapport de la NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization : *Organisation pour le Développement des Énergies Nouvelles et des Technologies Industrielles*)

2) Les émissions de CO<sub>2</sub> au cours du cycle de vie d'un système photovoltaïque sont très limitées.

Les émissions de CO<sub>2</sub> au cours du cycle de vie d'un système photovoltaïque sont très limitées tandis que la période de production pour la récupération du CO<sub>2</sub> émis est environ 2,7 ans<sup>21</sup>. Dans le cas d'un système photovoltaïque, en incluant tout ce qui est évacué par ex. au moment de la construction, les émissions de CO<sub>2</sub> sont environs 17-48 g-CO<sub>2</sub>/kWh. Pour le cas de la production d'électricité à base de combustibles fossiles, les émissions de CO<sub>2</sub> sont très importantes de l'ordre de 519-975 g-CO<sub>2</sub>/kWh.

<sup>21</sup> Yoji UCHIYAMA, et al. (1991) : Rapport d'études de l'Institut central de Recherche sur l'Industrie de l'électricité : Central Research Institute of Electric Power Industry Y90015



**Emissions de gaz à effet de serre par production d'électricité (g- CO<sub>2</sub>/kWh)**

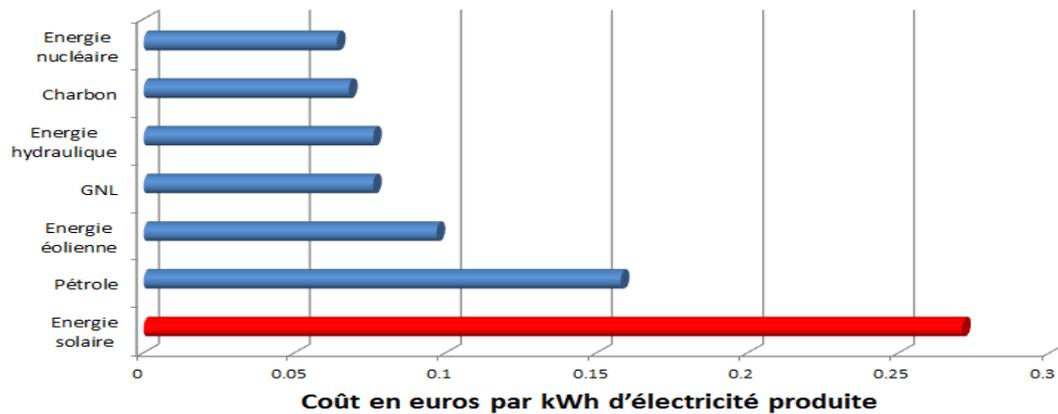
**Figure 6.1.1 Comparaison des émissions de gaz à effet de serre des différentes sources d'énergie par production d'électricité**

Source : Etabli en se référant à la page d'accueil<sup>22</sup> du Centre de Recherches sur les Technologies photovoltaïques (RCPVT) de l'*Institut Nationales Sciences et Technologies industrielles avancées (AIST): Resarch Center for Photovoltaic Technologies (RCPVT), National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)*

3) Coût élevé de la production d'énergie solaire photovoltaïque

Le problème majeur du système photovoltaïque est le coût élevé de la production d'électricité. Malgré que ce coût de production diminue au fil des années grâce à des innovations technologiques, la différence de coût avec les autres systèmes demeure importante et constitue un obstacle majeur à sa diffusion.

<sup>22</sup> [https://unit.aist.go.jp/rcpvt/ci/about\\_pv/e\\_source/RE-energypayback.html#fig3](https://unit.aist.go.jp/rcpvt/ci/about_pv/e_source/RE-energypayback.html#fig3), AIST, 2015.4.25



**Figure 6.1.2 Comparaison du coût de la production d'électricité par système**

Source : Etabli sur la base la page d'accueil de Tokyo Gas Co., Ltd. (2010)<sup>23</sup>

## 6.2. Réduction des émissions de CO2 par mise en place d'un système solaire photovoltaïque et création d'un mécanisme générateur de revenus

### 6.2.1. Contexte et objectifs de la présente étude

En dépit de l'efficacité de production d'énergie et de la baisse du coût de mise en place, la diffusion du système solaire photovoltaïque n'est pas avancée en particulier dans les pays à faible revenu. En recherche avancée, les points ci-dessous sont cités comme étant les causes de sa faible diffusion<sup>24,25</sup>.

- (1) Le coût élevé de la mise en place de l'installation photovoltaïque et des installations auxiliaires
- (2) Le coût élevé de la maintenance de l'installation photovoltaïque (mesures de prévention des crimes y compris)
- (3) L'absence de mécanisme générateur de revenus pour contribuer à la réduction de la pauvreté

Par ailleurs, il ressort également l'insuffisance des connaissances du mode de vie et des coutumes des populations ainsi que l'absence l'évaluation et de la recherche concernant l'environnement d'investissement et l'impact socioéconomique.

<sup>23</sup> <http://www.tokyo-gas.co.jp/IR/library/pdf/investor/ig1328.pdf>, 2015.4.25

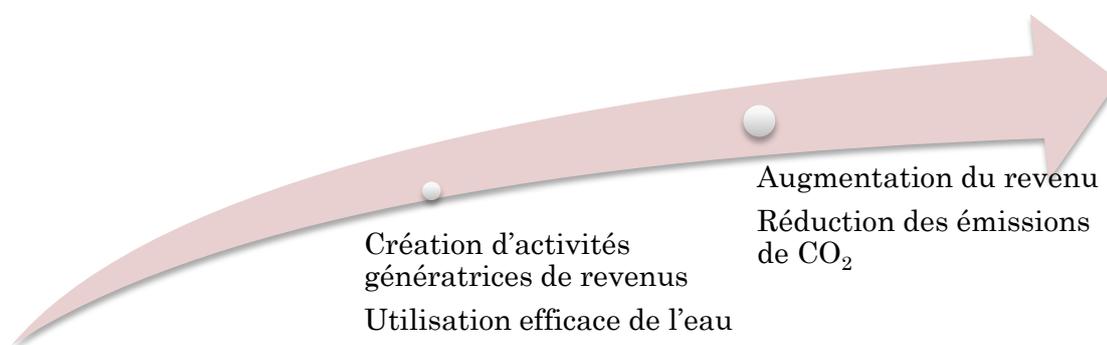
<sup>24</sup> Mizuho Research Institute (2012) : Documents de travail «Tendances de l'assistance à la diffusion du système solaire photovoltaïque dans les pays à bas revenus, et problèmes identifiés», p.2

<sup>25</sup><http://www.reegle.info/policy-and-regulatory-overviews/BF>, 2015.4.24

Alors, le problème majeur du système solaire photovoltaïque est le coût élevé de la production d'électricité. Pour assurer sa diffusion dans les pays en développement, il faut créer des activités rémunératrices permettant de récupérer ce coût de la production.

A cet effet, dans cette étude, il a été décidé de voir la possibilité de création d'un mécanisme générateur de revenus par la mise en place d'un système solaire photovoltaïque. Ainsi, l'étude de vérification expérimentale a été réalisée dans le village de Guesna/commune rurale de Boussé en y installant un système solaire photovoltaïque. Ce dispositif permet l'économie d'énergie par le captage et la distribution de l'eau. C'est l'effet d'une nouvelle activité rémunératrice, à savoir le maraîchage en saison sèche en vue de la vente sur le marché a été étudié. Le village de Guesna n'ayant pas de ressources en eau utilisables pendant la saison sèche, l'assurance d'un revenu pendant la saison sèche est un problème majeur.

Ce Guide compile la méthodologie d'utilisation efficace de l'eau par la mise en place du système solaire photovoltaïque. Cette méthodologie de vérification de la pertinence économique de l'agriculture irriguée à petite échelle constitue une nouvelle activité rémunératrice. Pour ce faire, la méthodologie d'évaluation quantitative vise la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.



Introduction de la production d'énergie solaire photovoltaïque

**Figure 6.2.1 Image des effets attendus de l'introduction de la production d'énergie solaire photovoltaïque**

### **6.2.2. Aperçu de la présente étude**

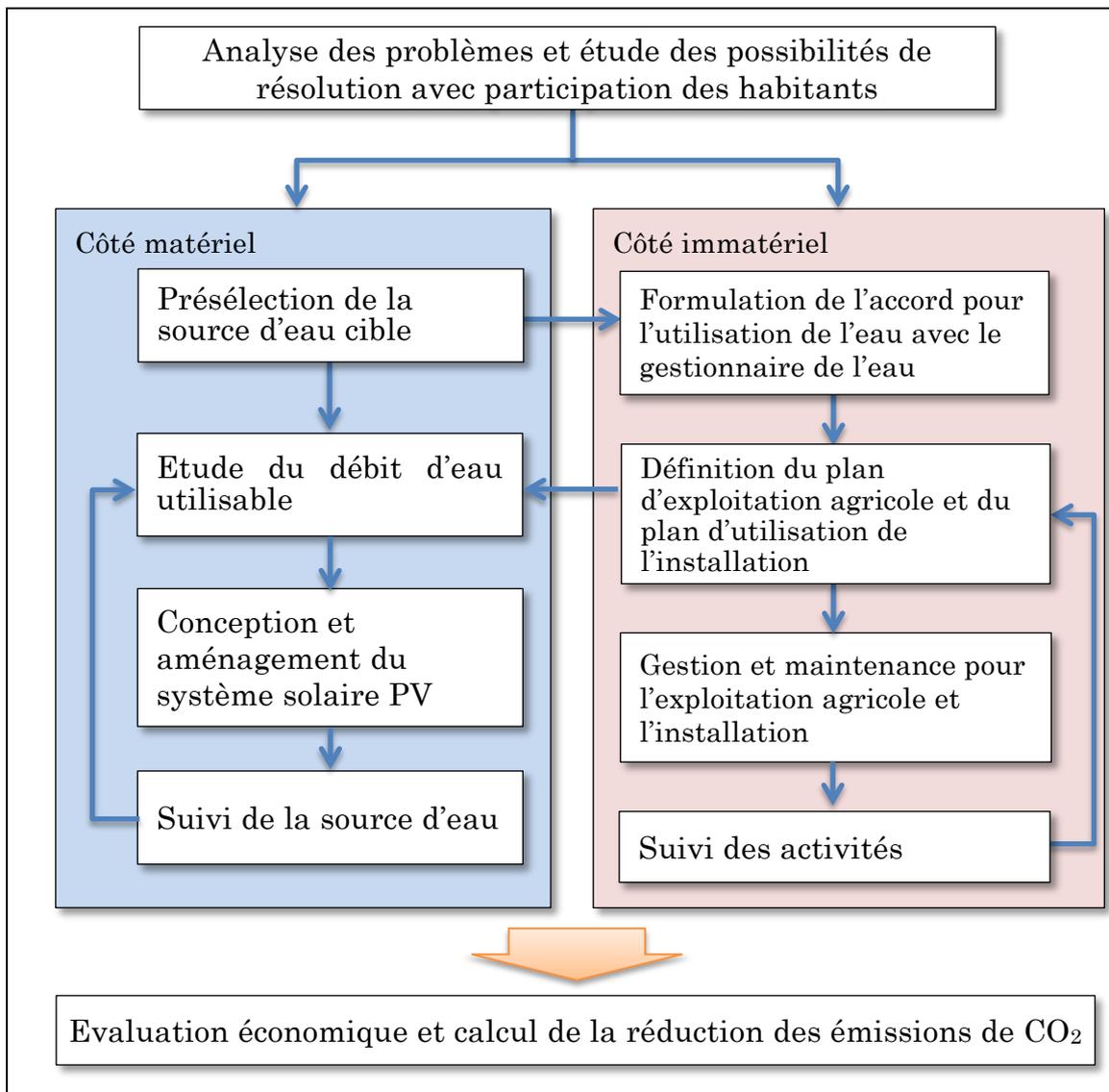
Dans le village de Guesna, commune rurale de Boussé, dans la province du Kourwéogo a été notre zone d'étude. Une zone où les ressources en eau de surface utilisable pendant la saison sèche sont suffisamment réduites. Cette situation rend difficile la production agricole en saison sèche et limite davantage les activités génératrices de revenus.

De ce fait, pour permettre aux agriculteurs de pratiquer une agriculture irriguée sur de petites superficies comme source de revenu durant la saison sèche. Un système solaire PV a été installé sur le forage à pompe manuelle, pour économiser l'énergie dans le captage et la distribution de l'eau. Aussi, l'introduction de la technique de culture d'économie d'eau (irrigation goutte-à-goutte) a permis à l'association villageoise d'entamer la culture maraîchère en vue de la vente des produits maraichers sur le marché (ci-après repris « maraîchage (MG) ») pendant la saison sèche.

La durée consacrée à cette étude de vérification expérimentale a été de deux (2) ans soit 2014 et 2015.

### **6.2.3. Déroulement de la présente étude**

La présente étude se subdivise en partie matériel d'assurance de la source d'eau, conception et maintenance de l'installation solaire photovoltaïque, et partie immatériel d'utilisation de l'eau et de gestion de l'installation.



**Figure 6.2.2 Déroulement de la présente étude**

Ci-dessous sont donnés les points à prendre en compte pour chaque rubrique d'étude, suivant le déroulement de la présente étude.

## 6.3. Sélection de l'installation de forage (source d'eau) existante

### 6.3.1. Présélection de la source d'eau cible

Pendant la saison sèche, il n'y a pas de source d'eau de surface utilisable dans le village de Guesna. Pour cette raison, une source d'eau souterraine utilisable pour l'irrigation de petite échelle a été présélectionnée parmi les 8 installations d'alimentation en eau potable (forages avec pompe manuelle).

Principales conditions de présélection : Nature du sol de la zone, toposéquence du terrain (inclinaison), accès au forage, profondeur du forage, qualité de l'eau, années de construction du forage.

#### (1) Nature du sol de la zone et topo séquence (inclinaison) du terrain

La nature du sol, l'exposition ou non de socle et l'inclinaison du terrain sont vérifiées afin de juger de l'adaptation en tant que terres agricoles. S'il faut prévoir des champs à une distance éloignée du forage, le coût de l'aménagement de la canalisation ainsi que le coût de la maintenance doivent être pris en compte.

#### (2) Accès au forage

La maximisation des bénéficiaires est prise en considération. Toutefois, il est préférable d'avoir une source d'eau à proximité du village compte tenu de la gestion de l'installation solaire photovoltaïque et des mesures pour la prévention criminelle.

#### (3) Profondeur du forage

La profondeur du forage influe sur le coût d'introduction de la motopompe immergée et sur le coût de la maintenance.

#### (4) Qualité de l'eau

Pour les paramètres d'étude, on peut penser principalement à la salinisation, la valeur CE servant d'indice de pollution et l'acide sulfurique, l'ammoniac, le fer provoquant facilement le colmatage des crépines du tubage du forage, etc.

#### (5) Année de construction du forage

La durée de vie du forage dépend de la qualité de la construction de celui-ci, des conditions de maintenance et de l'état de la couche aquifère. Cette durée de vie étant généralement de 15 à 20 ans. Ainsi, un forage utilisé depuis plus de 10 ans devra être jugé par précaution sur la base des résultats des essais

de pompage et de l'analyse de la qualité de l'eau.

### 6.3.2. Sélection du forage (source d'eau) et définition du débit d'eau utilisable pour l'irrigation

Pour le forage retenu, le débit de pompage maximal admissible du forage est fixé via des essais de pompage échelonnés. En effet, même si des données de pompage prises au moment de la construction sont disponibles, il est souhaitable de refaire les essais parce que le forage se dégrade.

Définition du débit d'eau utilisable pour l'irrigation compte tenu de l'étude du débit de pompage sécuritaire et des conditions d'alimentation en eau

#### (1) Discussions préalables avec l'Association des usagers de l'eau

L'Association des usagers de l'eau est le comité chargé de la gestion du forage, et les utilisations prioritaires de l'installation sont l'eau potable et l'eau pour les besoins quotidiens. Pour cela il faut obtenir son accord sur les objectifs et le contenu des essais avant de démarrer les essais de pompage.

#### (2) Essais de pompage

Le débit de pompage est testé par pompage échelonné en 3 étapes, et le débit sécuritaire évalué à partir de la baisse du niveau d'eau par rapport au débit de pompage.

#### (3) Etude des conditions d'utilisation de l'eau

Le nombre de personnes desservies, le temps d'approvisionnement et le débit fourni, etc. sont étudiés pour identifier les conditions d'utilisation de l'eau du forage.

### Cas de la présente étude : Fixation du débit d'eau utilisable

#### (1) Essai de pompage

Dans cette étude, un essai de pompage a été réalisé trois fois : deux fois (2 forages x 1 fois chacun) pour identifier la source d'eau, et 1 fois (1 forage x 1 fois) pour évaluer le débit de pompage maximal admissible pendant la saison sèche.

##### 1) Essai de pompage pour identifier la source d'eau

Un essai de pompage échelonné en 3 étapes a été effectué pour le N°1 (Figure 6.3.1). La figure d'étude du débit critique de pompage (Figure 6.3.2) montre

l'absence de point d'inflexion de baisse du niveau d'eau.

Le point d'inflexion est un point où s'opère un changement de l'inclinaison de la courbe à  $45^\circ$ . C'est un point où le pourcentage d'augmentation de la baisse de l'eau souterraine est supérieur au pourcentage d'augmentation du débit pompé. Autrement dit, le pompage de  $4,5 \text{ m}^3/\text{h}$  pendant la saison des pluies a été considéré comme sécuritaire.

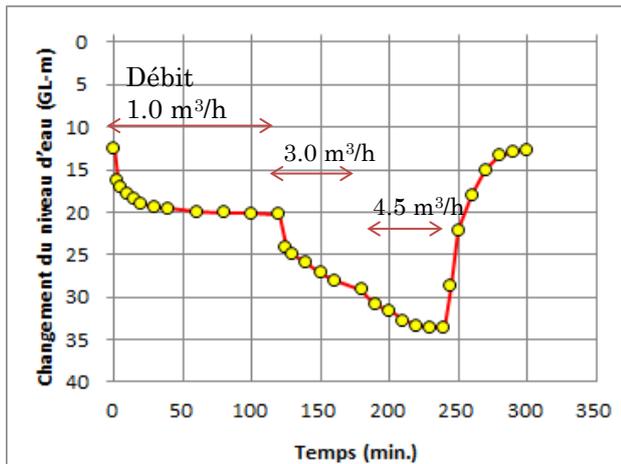


Figure 6.3.1 Résultats de l'essai de pompage du forage N°1

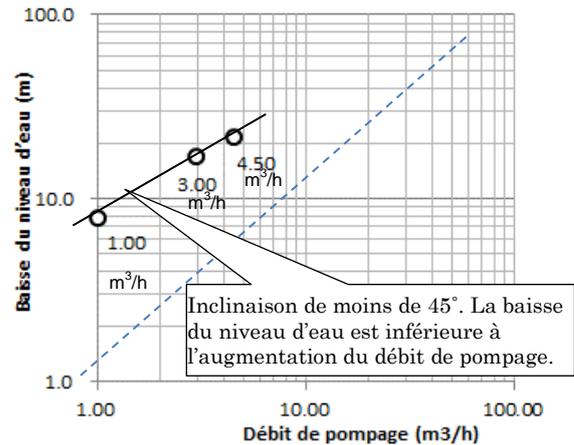


Figure 6.3.2 Etude du débit critique de pompage du forage N°1

Un essai de pompage échelonné en 2 étapes a été effectué pour le N°2 (Figure 6.3.3). La figure d'étude du débit critique de pompage (Figure 6.3.4) montre que l'inclinaison du graphe est supérieure à  $45^\circ$ , ce qui laisse supposer que le débit de pompage de  $1,2 \text{ m}^3/\text{h}$  dépasse le débit critique de pompage.

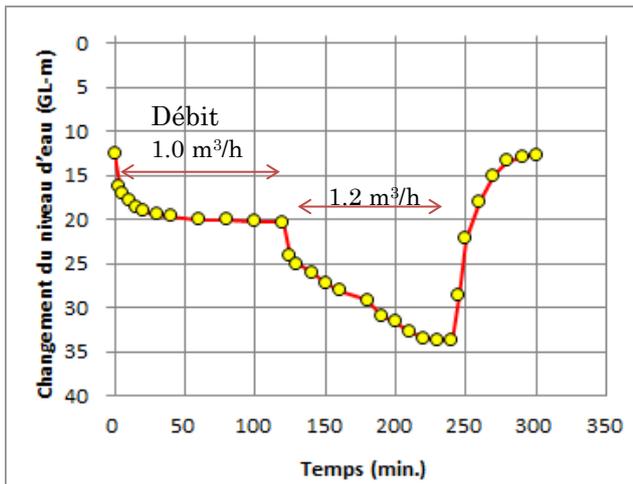


Figure 6.3.3 Résultats de l'essai de pompage du forage N°2

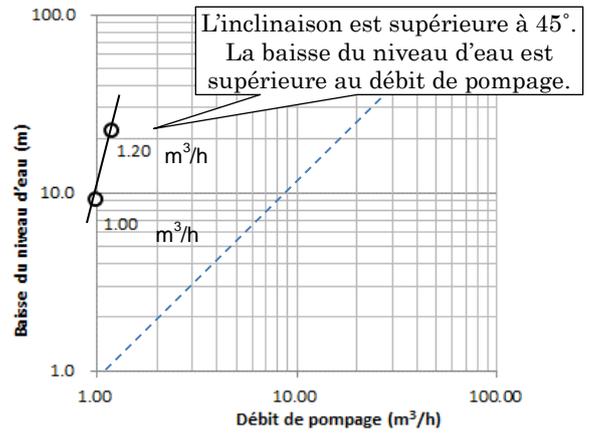


Figure 6.3.4 Etude du débit critique de pompage du forage N°2

Les points ci-dessus ont permis de sélectionner le forage N°1 en tant que source d'eau utilisable pour l'irrigation.

## 2) Essai de pompage pour fixer le débit de pompage maximal admissible pendant la saison sèche

Un essai de pompage en saison sèche (18 février 2015) a été réalisé sur le forage retenu (Figure 6.3.5). Malheureusement, à cause d'un problème dû au système d'exécution en saison sèche, l'essai de pompage a été effectué en 2 étapes.

La figure d'étude du débit critique de pompage (Figure 6.3.6) montre qu'en saison sèche l'inclinaison dépasse  $45^\circ$ , et l'augmentation du débit de pompage de  $1,7 \text{ m}^3/\text{h}$  à  $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$  est considérée dangereuse.

Le débit de pompage au point d'inflexion à  $45^\circ$  n'ayant pas pu être constaté, le débit de pompage de  $1,7 \text{ m}^3/\text{h}$ , où la baisse du niveau d'eau du forage à  $8 \text{ m}$  est stable, a été défini comme débit de pompage maximal admissible provisoire. Une révision est possible selon les variations futures de niveau de l'eau souterraine. Si l'on suppose 6 heures de pompage par jour (la durée d'ensoleillement moyenne de 2004-2013 étant de 8,2 heures), le débit de pompage est de  $10,2 \text{ m}^3/\text{jour}$ .

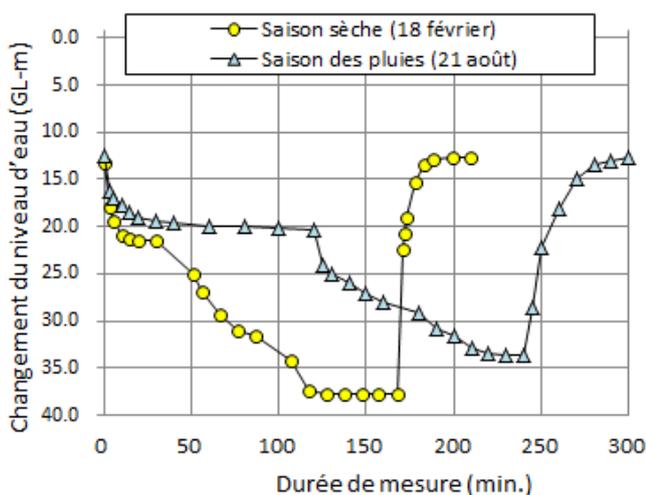


Figure 6.3.5 Résultat de l'essai de pompage échelonné pendant la saison des pluies

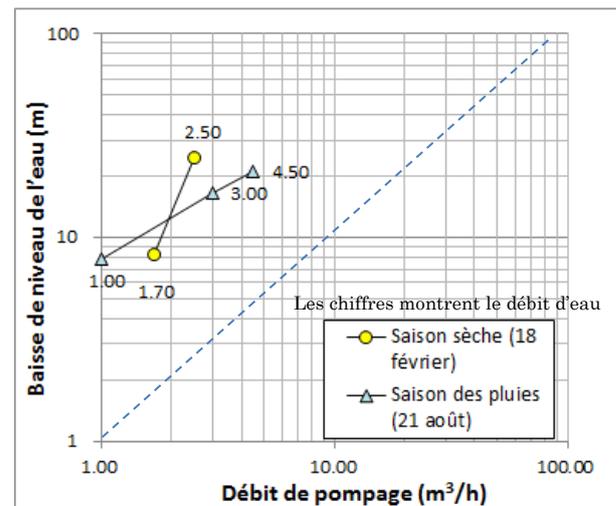


Figure 6.3.6 Figure de l'étude du débit critique de pompage

## (2) Etude des conditions d'utilisation de l'eau du forage

Une étude des conditions d'utilisation de l'eau du forage (Photos 6.3.1 et 6.3.2) a été réalisée pour mieux apprécier la situation d'approvisionnement en eau à partir du forage sélectionné. Selon les normes, critères, et indicateurs d'alimentation en eau (eau potable) fournis dans le PN-AEPA2015<sup>26</sup>, la population desservie est estimée à 300 pers./jour par ouvrage dans le cas d'un forage à pompe manuelle, et le débit fourni par

<sup>26</sup> Programme National Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement à l'horizon (2015)

personne de 0,02 m<sup>3</sup>/jour, ce qui fait un débit projeté à fournir de 6 m<sup>3</sup>/jour.

- Dates de l'étude : du 1<sup>er</sup> au 4 février 2015 et du 2 au 4 avril 2015, de 6 h à 18 h
- Eléments de l'étude : noms des quartiers où habitent les pompeurs d'eau, durée de pompage, débit d'eau par pompage, population desservie par pompage, usage de l'eau fournie

La Figure 6.3.7 indique le nombre de pompeurs par heure pendant les 7 jours et le résultat de l'étude du débit d'eau fourni. Ainsi, de nombreux habitants viennent chercher l'eau à la pompe entre 15 et 18 heures, s'il se trouve que le matin on a utilisé l'eau pour l'irrigation, cela aurait peu d'influence sur l'utilisation de l'eau dans la journée.

Aussi, le débit de pompage quotidien est en moyenne de 2,9 m<sup>3</sup>/jour et de 3,2 m<sup>3</sup>/jour maximum, de 2,5 m<sup>3</sup>/jour minimum et la population desservie est de 228 personnes, ce qui est inférieur à la moyenne de 300pers/jour et au débit standard fourni par un forage à pompe manuelle.

Tenant compte de la sécurité, le débit d'eau potable pour la vie quotidienne a été fixé à 4,0 m<sup>3</sup>/jour.

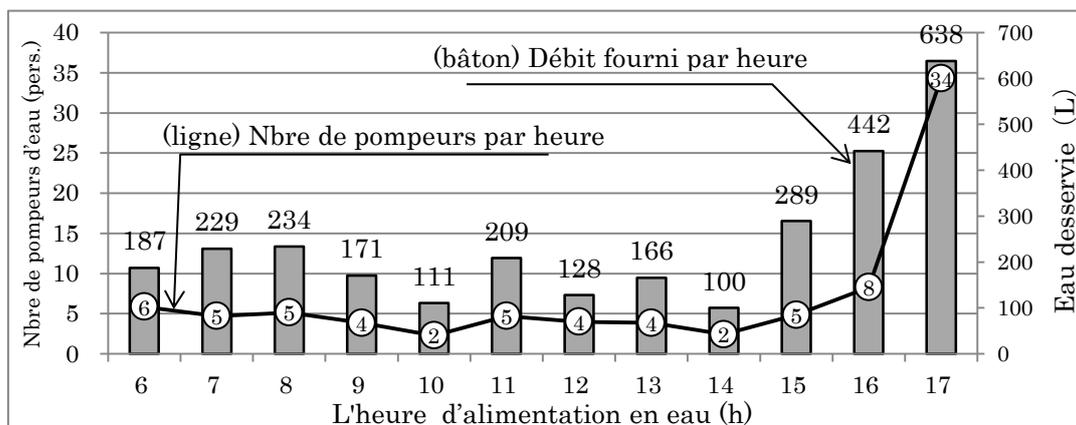


Figure 6.3.7 Nombre de pompeurs et débit fourni par heure



Photo 6.3.1 Etude des conditions d'utilisation de l'eau



Photo 6.3.2 Transport de l'eau

(3) Définition du débit d'eau utilisable pour l'irrigation

L'étude a montré que 6.2 m<sup>3</sup>/jour est le débit d'eau utilisable pour l'irrigation de la source concernée.

**Tableau 6.3.1 Débit d'eau utilisable pour l'irrigation du forage objet de l'étude (saison sèche)**

Forage n°	Débit d'eau pour la vie quotidienne	Débit de pompage maximal admissible	Débit d'eau utilisable pour l'irrigation
	(m <sup>3</sup> /jour)	(m <sup>3</sup> /jour)	(m <sup>3</sup> /jour)
N°1	4,0	10,2	6,2

Remarque : Débit utilisable pour l'irrigation = débit de pompage maximal admissible - débit d'eau pour la vie quotidienne

## 6.4. Conception de l'installation de pompage solaire

L'installation de pompage solaire est conçue en fonction du débit d'eau utilisable de la source d'eau concernée.

### 6.4.1. Structure du système de pompage solaire de petite envergure

La structure du système de pompage solaire de petite envergure est indiquée par la figure 6.4.1 suivante. En cas de marge dans la production d'électricité, une extension du système est possible par addition de batterie.

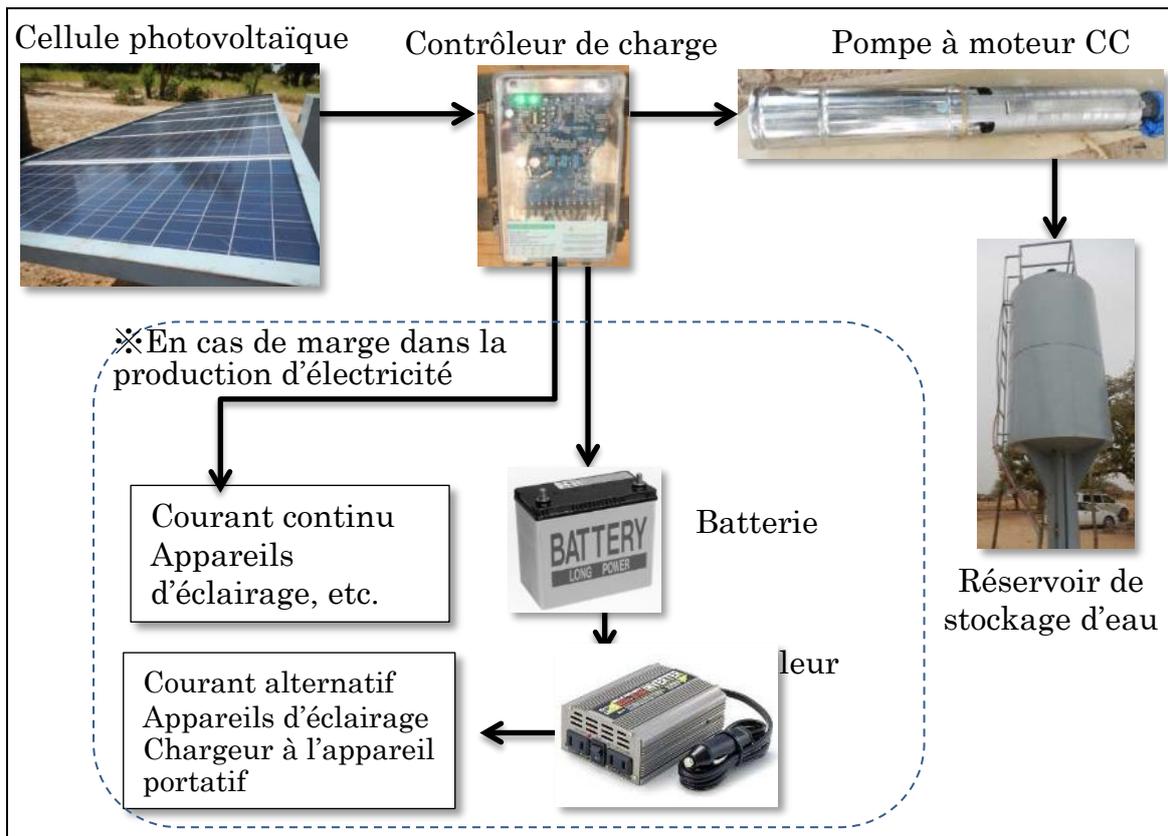


Figure 6.4.1 Eléments constituant le système de pompage solaire de petite envergure

Remarques :

(1) Contrôleur de charge

Nécessaire pour convertir la tension en courant continu obtenu des cellules photovoltaïques en tension pour les appareils d'utilisation. De plus, il surveille la tension de la batterie, et évite la surcharge, la décharge excessive, et le retour de l'électricité vers les cellules photovoltaïques.

(2) Onduleur

**Circuit électrique produisant électriquement du courant alternatif à partir du courant continu, ou bien convertisseur de puissance incluant ce circuit.**

#### 6.4.2. Déroulement de la conception du système de pompage solaire

Voici ci-dessous le déroulement de la conception du système de pompage solaire s'appuyant sur l'installation de forage existant.

(1) Classement des données hydrologiques de l'installation de forage

Classement des données hydrologiques telles que le niveau de l'eau souterraine (niveau d'eau ordinaire), débit de pompage maximal admissible, etc. en vue d'étudier la profondeur d'installation de la pompe de refoulement, ses spécifications, etc.

(2) Définition du plan d'irrigation

Définition du plan d'irrigation : débit d'eau d'irrigation quotidien des cultures, fréquence d'irrigation et temps d'irrigation pour étudier l'électricité et le débit de pompage nécessaires.

(3) Sélection de la pompe d'élévation d'eau

Sélection de la pompe de refoulement après définition de la capacité de pompage horaire à partir du débit de pompage requis et de la hauteur pratique de refoulement.

(4) Détermination du nombre de cellules photovoltaïques

Fixation des spécifications et du nombre des cellules photovoltaïques après calcul des besoins en électricité à partir de l'électricité nécessaire à la pompe.

(5) Sélection du contrôleur de charge

Sélection des spécifications du contrôleur de charge à partir de la production d'électricité des cellules photovoltaïques et du courant, etc.

### 6.4.3. Points à considérer pour la conception de l'installation solaire photovoltaïque et exemple de calculs

1) Capacité de pompage, définir en tenant compte du plan d'irrigation.

La capacité de pompage est liée au volume d'irrigation horaire, à la fréquence et à la durée d'irrigation ainsi qu'à la capacité de stockage d'eau du réservoir.

Par exemple, si l'irrigation de tous les champs se fait une seule fois dans la matinée, le pompage sur une longue durée étant possible, la plus petite capacité de pompage serait envisageable.

Toutefois il est souhaitable, de donner à la capacité de pompage une certaine marge et de construire un système permettant d'ajuster le débit d'eau pompé pour répondre à une extension de la surface cultivée.

<Exemples de référence>

La capacité de pompage nécessaire est de 0,5 m<sup>3</sup>/h en cas de volume d'irrigation de 3 m<sup>3</sup>/jour, en 1 fois à 7 h du matin, et de durée de pompage de 9 h à 15 h.

Demande/ Offre	Tranche horaire	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Demande	Eau d'irrigation		3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0
	Débit de pompage				0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		3,0
Offre	Volume de stockage d'eau	3,0	0	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,0	

2) Hauteur de refoulement de la pompe :

Il faut tenir compte de la hauteur pratique de refoulement de la pompe, c'est la distance entre la profondeur totale de la pompe immergée et le sommet du réservoir de stockage d'eau.

Pour la hauteur pratique de refoulement, une perte de charge au refoulement (longueur du tuyau x 1/10) doit être prévue en cas d'une longue distance d'envoi d'eau entre l'installation de forage et le réservoir de stockage d'eau.

<Exemple de référence>

Profondeur d'installation de la pompe immergée 30 m · · (1)

Hauteur du sommet du réservoir de stockage d'eau 5 m · · (2)

Distance d'envoi de l'eau du forage au réservoir 10 m · · (3)

Hauteur pratique de refoulement = hauteur manométrique de refoulement ((1) + (2)) + perte de charge au refoulement ((3) x 1/10) = 36 m

### 3) Définition des spécifications et du nombre de cellules photovoltaïques

La méthode d'assemblage des cellules photovoltaïques (en série, en parallèle), le rendement de la production d'électricité et l'efficacité de conversion du contrôleur de charge doivent être pris en compte.

Ainsi, la procédure de définition des spécifications et de calcul du nombre des cellules photovoltaïques est comme suit : (1) calcul des besoins en électricité, (2) calcul de la capacité des cellules photovoltaïques, (3) détermination de la méthode d'assemblage des cellules photovoltaïques et calcul du nombre de cellules photovoltaïques.

Le rendement de la production d'électricité des cellules photovoltaïques (changement de température, etc.), l'efficacité de conversion du contrôleur de charge (perte lors du contrôle de la charge et de la décharge, etc.) sont pris en compte pour déterminer le facteur de sécurité de la conception de l'installation. Et, à l'utilisation d'une batterie ou d'un onduleur, la perte de charge et de décharge, de même que les pertes engendrées par l'onduleur sont aussi considérées.

<Exemple de référence>

#### 【Conditions de calcul】

- Consommation d'électricité par la motopompe CC : 500 W
- Temps de fonctionnement journalier moyen : 6 h/jour
- Tension du système de production d'énergie solaire photovoltaïque : 48 V
- Efficacité de conversion du contrôleur de charge : 0,83
- Courant maximum produit par cellule photovoltaïque ( $I_{mp}$ ) : 5,10 A
- Durée d'ensoleillement (durée pendant laquelle le courant produit est maximum) : 6 h/jour
- Rendement de la production d'électricité des panneaux solaires : 0,85

(1) Demande en électricité (Wh/jour)

Pompe immergée (500 W) 1 unité

Consommation d'électricité par la pompe x nombre d'unités x temps de fonctionnement journalier moyen

$$500 \text{ W} \times 1 \text{ unité} \times 6 \text{ h/jour} = 3000 \text{ Wh/jour}$$

(2) Capacité des cellules photovoltaïques (Ah/jour)

Demande en électricité/tension du système/ efficacité de conversion du contrôleur de charge

$$3000 \text{ Wh} / 48 \text{ V} / 0,83 = 75,3 \text{ Ah/jour}$$

(3) Nombre de cellules photovoltaïques nécessaires

Capacité d'une cellule photovoltaïque : (courant maximum produit par cellule photovoltaïque x durée d'ensoleillement x rendement de la production d'électricité)

$$75,3 \text{ Ah/jour} : (5,10 \text{ A} \times 6 \text{ h} \times 0,85) = 2,89 \approx 3 \text{ cellules}$$

4) Sélection du contrôleur de charge et de la batterie

La tension d'entrée maximale du contrôleur de charge devient supérieure à la tension dans un circuit ouvert des cellules photovoltaïques ( $V_{co}$ ).

<Exemple de référence>

**【Conditions de calcul】**

- Méthode d'assemblage des cellules photovoltaïques : 1 ligne en série
- Tension dans un circuit ouvert des cellules ( $V_{co}$ ) : 44,98 V
- Profondeur de décharge de l'accumulateur : 50%
- Nombre de jours sans ensoleillement continu : 2 jours

(1) Définition des spécifications du contrôleur de charge

Courant de charge (A) = électricité consommée par la pompe immergée : tension du système

$$500 \text{ W} / 48 \text{ V} = 10,42, \text{ donc plus de } 10 \text{ A}$$

La tension de circuit ouvert des cellules photovoltaïques ( $V_{co}$ ) étant de 44,98 V x 1 ligne (en série), plus de 45 V est requise.

(2) Calcul de la capacité nécessaire de la batterie

Capacité d'une cellule photovoltaïque x nombre de jours sans ensoleillement continu : 50%

$$75,3 \text{ Ah/jour} \times 2 \text{ jours} / 0,5 = 301,2 \text{ Ah}$$

## Cas de la présente étude : Composition du système de pompage par énergie solaire photovoltaïque

Les spécifications du système de pompage par énergie solaire photovoltaïque introduit dans cette étude et l'état de son installation (Photo 6.4.1) sont indiquées ci-après.



**Photo 6.4.1** Système de pompage par énergie solaire photovoltaïque mis en place dans la présente étude

Composition et spécifications du système

- (1) Forage : 64,1 m de profondeur par rapport au niveau du sol (GL)-, niveau d'eau ordinaire par rapport au niveau du sol (GL) de 13,2 m
- (2) Pompe solaire CC : 500 W, 4 m<sup>3</sup>/h max., profondeur d'installation de 40 m
- (3) Pompe manuelle : profondeur d'installation de 33 m
- (4) Panneaux solaires : 185 W x 6,4 en parallèle + 2 en série
- (5) Réservoir d'eau potable ; 4 m<sup>3</sup>
- (6) Réservoir pour l'irrigation : 3,2 m<sup>3</sup>
- (7) Autres : contrôleur de charge 48 V, compteurs d'eau à lecture directe aux orifices de sortie du réservoir pour l'irrigation et du réservoir d'eau potable.

## Cas de la présente étude : Système de pompe hybride

Dans cette étude, un système de pompe hybride combinant la pompe manuelle existante avec une pompe motorisée a été adoptée à cause du problème de coût.

Le principal objectif de l'installation du forage est d'assurer l'alimentation 24 h sur 24 en eau pour les besoins quotidiens, surtout en eau potable.

De ce fait, en cas d'alimentation par une motopompe solaire, un système de batterie et/ou un grand réservoir de stockage d'eau devient nécessaire compte tenu de l'ensoleillement insuffisant. Toutefois, l'introduction de ces éléments augmentera le coût et les charges de maintenance. Pour cette raison, nous avons opté le système de pompe hybride combinant la pompe manuelle. Dans un tel cas, la transformation de la partie supérieure de la pompe manuelle est nécessaire pour l'insertion de la motopompe.

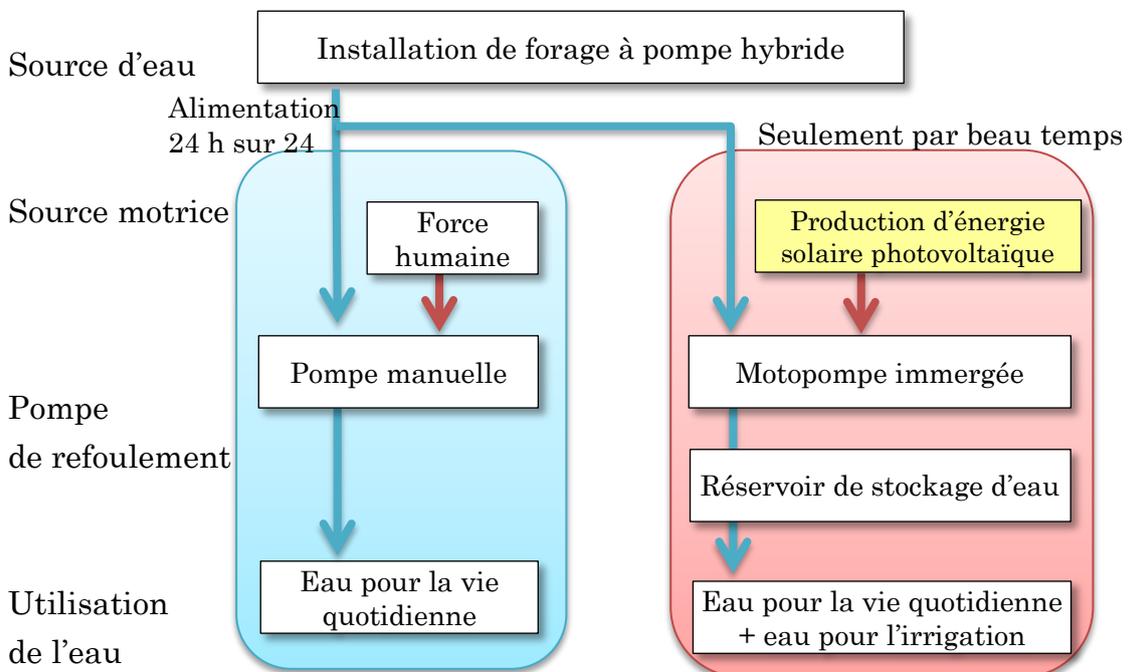


Figure 6.4.2 Présentation sommaire de la pompe hybride



Photo 6.4.1 Installation de la pompe manuelle et de la motopompe



Photo 6.4.2 Installation des pompes manuelle et motopompe

#### 6.4.4. Mise en place de capteurs de niveau d'eau pour empêcher le pompage

Des capteurs de niveau d'eau sont placés dans le forage et le réservoir pour empêcher un accident dû à la rotation à vide de la pompe immergée et la dégradation de la couche aquifère suite au pompage excessif.

Les capteurs de niveau d'eau sont mis « off » quand le niveau d'eau souterraine est en dessous du niveau fixé (la partie entre les 2 électrodes de la partie détectrice est sortie de l'eau) et la pompe immergée est arrêtée.

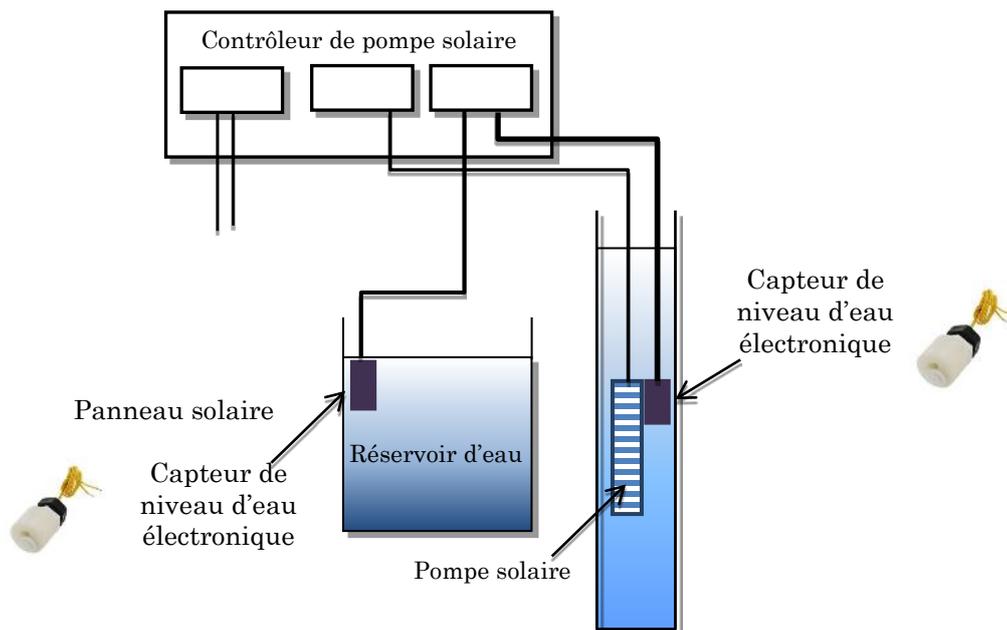


Figure 6.4.3 Installation des capteurs de niveau d'eau

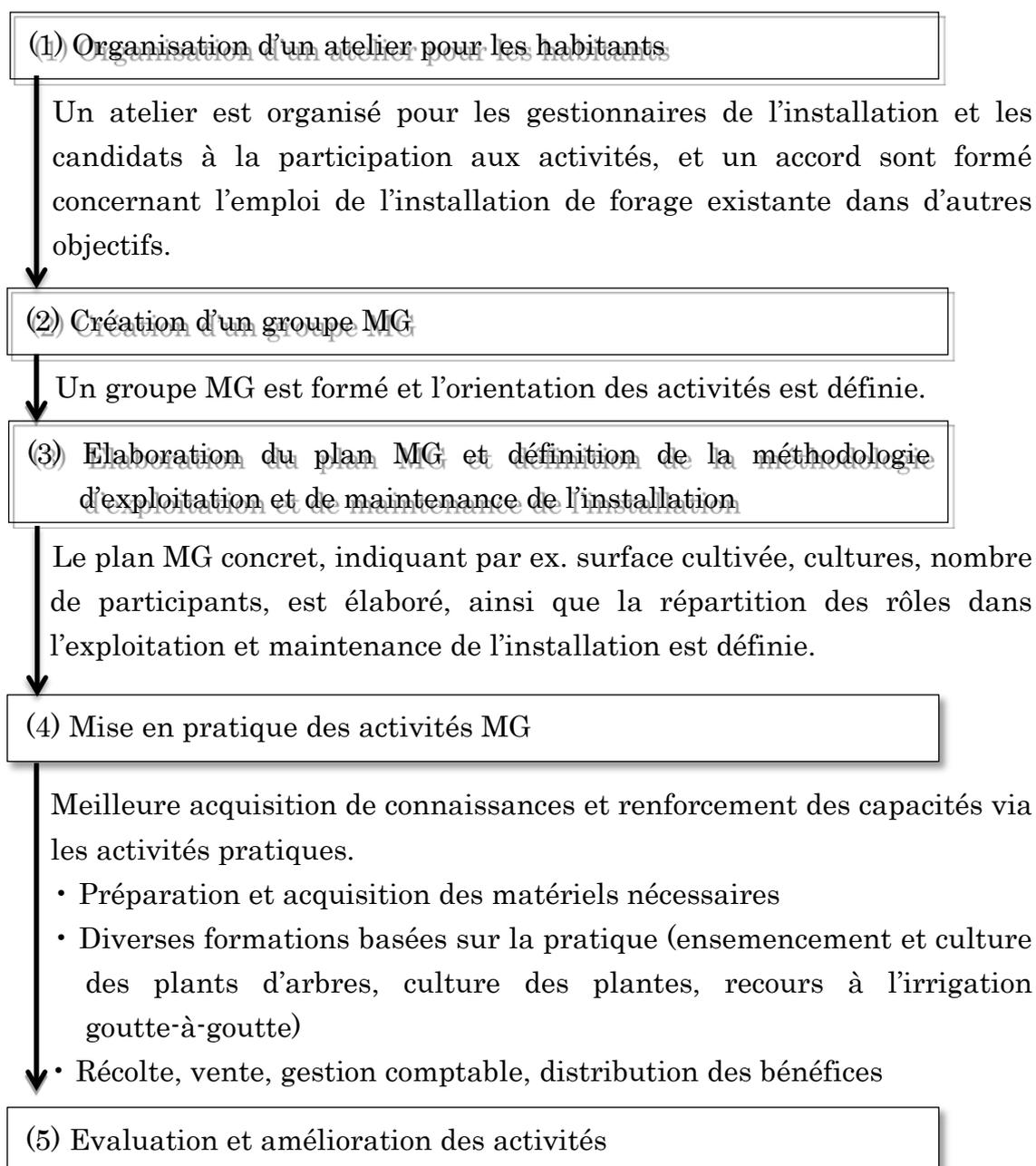
#### 6.4.5. Suivi de niveau de l'eau souterraine

Le suivi du niveau de l'eau souterraine est effectué en vue de préserver la source d'eau souterraine, le débit de pompage et le plan d'utilisation de l'eau sont révisés en fonction des résultats.

## 6.5. Culture maraîchère participative pour la vente sur les marchés en saison sèche (activités Maraîchage : MG)

### 6.5.1. Déroulement des activités

Le flux allant de la formulation à la réalisation des activités MG est comme suit.



## Cas de la présente étude : Mise en pratique des activités MG

### (1) Création d'un groupe MG

- Le village de Guesna comprend 6 quartiers, et chaque localité a mis en place un groupe de femmes MG. Les groupes MG comptent un total de 156 membres.
- Les groupes MG des différents quartiers ont formé un comité exécutif MG du village de Guesna, qui assure l'opération et la maintenance des activités MG et les coordinations entre les différents groupes.
- Les dirigeantes de ce comité remplissent 7 fonctions : présidente, secrétaire général, trésorerie, conseillère, gestionnaire du matériel, surveillante et coordinatrice. Les dirigeantes sont 14 au total (prévoir un chef et un adjoint pour chaque fonction).
- Le nom de l'association villageoise est [Teeg-Wendé] (traduction : Recourir à Dieu)



Photo 6.5.1 Scène de réunion pour les activités MG

### (2) Orientation des activités

- Seules les femmes réalisent les activités MG, les hommes n'y participent pas. Toutefois, ceux-ci assistent aux femmes pour les travaux exigeant des forces, et la maintenance de l'installation.
- Les activités MG seront pour l'instant réalisées en groupes, mais elles seront plus individuelles très prochainement avec l'extension de la surface cultivée.
- La maintenance du système de pompage par énergie solaire photovoltaïque est assurée par les différents groupes MG.

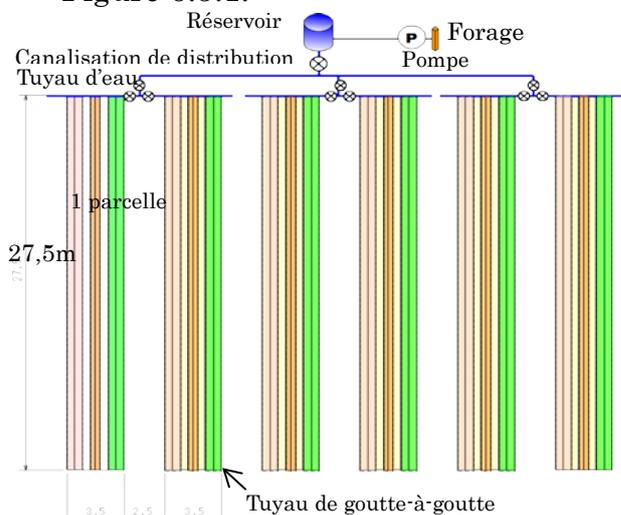
### (3) Terrains pour les parcelles

- Les parcelles MG sont des sites proches de l'installation du forage.
- Les conditions d'utilisation des terrains sont l'exécution d'activités en saison sèche et le retrait des tuyaux d'irrigation goutte-à-goutte après la fin des activités.
- Les propriétaires des terres estiment qu'il faut revoir la période de culture MG car elle influe sur la période des cultures hivernales, des consultations sont en cours avec les propriétaires des terres pour que l'ensemencement et la culture des plants d'arbres puissent commencer

dès la mi-octobre.

#### (4) Contenu de l'exploitation agricole

- Les cultures initiales ont été : tomate, chou et oignons.
- Préparatifs pour l'irrigation goutte-à-goutte, comme indiqué sur la Figure 6.5.1.



- (1) Surface cultivée : 648 m<sup>2</sup> (243 m<sup>2</sup> chacun pour la tomate et le chou, 162 m<sup>2</sup> pour l'oignon) ;
- (2) Débit journalier d'irrigation projeté : 5,0 mm/jour ;
- (3) Durée de l'irrigation : de 7 h à 9 h
- (4) Pose des tuyaux de goutte-à-goutte : 9 par parcelle, 27,5 m/unité, intervalle de pose 0,5 m x 4 sillons, 0,25 m x 2 sillons
- (5) Type de tuyau de goutte-à-goutte : S. Typhoon 12125, fabriqué par Netafim

**Figure 6.5.1** Eléments constituant l'installation d'irrigation goutte-à-goutte



**Photo 6.5.2** dispositif de plantation de plants



**Photo 6.5.3** dispositif de culture de légumes

#### (5) Opération et maintenance de l'installation

- Les activités quotidiennes sont le nettoyage des panneaux solaires et le nettoyage du filtre d'irrigation goutte-à-goutte.
- Le surveillant (homme) ouvre/ferme la soupape du réservoir de stockage d'eau, et les groupes MG ouvrent les robinets des soupapes au niveau de chaque parcelle.
- En cas de problème de l'installation, les dirigeantes MG contactent un technicien après avoir consulté l'Association des usagers de l'eau.
- Après la récolte, les tuyaux de goutte-à-goutte sont démontés et conservés.



Photo 6.5.4 Ouverture du robinet pour l'irrigation goutte-à-goutte



Photo 6.5.5 Lavage de tuyaux de goutte-à-goutte

#### (6) Quantités récoltées et vendues

Le tableau 6.5.1 montre les quantités récoltées et les quantités vendues à la 1<sup>ère</sup> récolte. Le principal point de vente est le marché du village de Guesna, mais une partie de la tomate a été vendue à un marchand du marché de Boussé. Un intermédiaire de Ouagadougou a aussi pris une partie des choux.

Tableau 6.5.1 Résultats des activités MG du village de Guesna en 2015 (unité : kg)

Groupe	Quantité récoltée				Quantité vendue				Consommation domestique, etc. (a-b)
	Tomate	Chou	Oignon	Total (a)	Tomate	Chou	Oignon	Total (b)	
Gangandogo (36)	165	170	110	445	158	160	90	408	37
Tangzougou (27)	160	160	107	427	155	150	95	400	27
Yarsin(25)	145	150	108	403	130	145	85	360	43
Saabin(25)	145	150	108	403	110	140	75	325	78
Silmissin (22)	140	150	110	400	110	140	70	320	80
Voogsin(21)	130	150	107	387	107	125	95	327	60
Total	885	930	650	2465	770	860	510	2140	325
Moyenne des groupes	148	155	108	411	128	143	85	357	54
Rendement unitaire (t/ha)	36	38	40						

Remarques :

- Le chiffre entre parenthèse après le nom du groupe indique le nombre de membres participants aux activités MG.
- Le prix de vente est 130 FCFA/kg pour la tomate, 90 FCFA/kg pour le chou et 140 FCFA/kg pour l'oignon.
- La surface cultivée a été de 243 m<sup>2</sup> pour la tomate et le chou, et de 162 m<sup>2</sup> pour l'oignon.
- La consommation domestique, etc. inclut les produits vendus individuellement, les produits consommés dans la famille, etc.



Photo 6.5.6 Vente de légumes au marché du village de Guesna



Photo 6.5.7 Récolte des oignons

### (7) Gestion comptable

Le chiffre d'affaires a été de 291.800 FCFA, ce montant n'a pas été réparti entre les membres participant au MG, mais placé dans un compte UBTEC. (Union des Boaré Tradition d'Epargne et de Crédit). C'est une institution financière de petite envergure fondée en 1992 dont l'objectif est d'améliorer l'accès des paysans aux micro-crédits en vue de réduire la pauvreté et assurer la sécurité alimentaire en milieu rural.

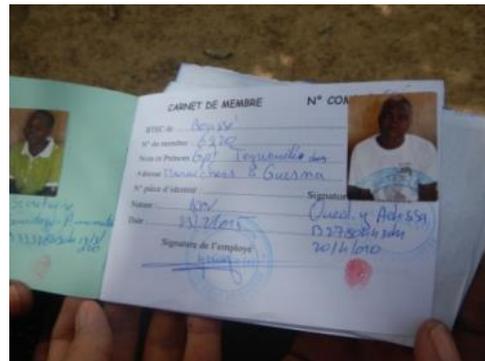


Photo 6.5.8 Livret des activités MG

## 6.6. Evaluation économique des activités de maraîchères avec le système d'irrigation au goutte-à-goutte solaire à petite échelle

### 6.6.1. Présentation

En cas d'introduction du système d'énergie solaire photovoltaïque, la durabilité des activités n'est pas garantie si un profit correspondant au coût de la production d'électricité n'est pas atteint. Pour ce faire, nous avons fait une évaluation économique par analyse économique et d'investissement. Cette évaluation est axée sur la base du coût d'introduction de l'installation et des ventes réalisées du projet de maraîchage en utilisant un système d'irrigation au goutte-à-goutte solaire de petite envergure.

### 6.6.2. Méthode de l'évaluation économique

#### (1) Analyse de la gestion

L'analyse coût-volume-profit (CVP) est une méthodologie analytique permettant de déterminer le seuil de rentabilité et les conditions requises pour obtenir un profit, en analysant la corrélation entre le prix de revient, le volume du commerce et le profit.

## (2) Analyse de l'investissement

La rentabilité de l'investissement dans une affaire et la rentabilité des activités sont déterminées par le biais de la Valeur actuelle nette (VAN, en anglais Nette Present Value : NPV) et du Taux de rentabilité interne (TRI ou TIR).

La VAN est un outil d'évaluation des profits réalisables dans le futur par la valeur actuelle.

Le TRI est le taux d'actualisation qui annule la valeur actuelle nette du cash-flow de l'investissement, il faut au moins éviter qu'il baisse en dessous du taux d'intérêt du montant emprunté pour l'investissement. Pour cette raison, le taux d'intérêt de l'emprunt de l'UBTEC de 9% a été adopté comme valeur standard de l'évaluation TRI.

### Cas de la présente étude : Evaluation économique de l'activité de maraîchage avec introduction de système de production d'énergie solaire photovoltaïque

#### 6.6.3. Analyse de la gestion par analyse du Seuil de rentabilité

##### (1) Conditions du calcul

- 1) Durée du projet : 10 ans
- 2) Surface exploitée : 2000 m<sup>2</sup> et 5000 m<sup>2</sup>
- 3) Culture : tomates
- 4) Frais requis

<b>Tableau 6.6.1 Frais requis</b>	
Frais fixes	Montant à rembourser pour l'emprunt (ensemble de système d'irrigation goutte-à-goutte solaire), contrôle et entretien réguliers de la pompe immergée, autres frais de maintenance, frais de main-d'œuvre pour les travaux agricoles, frais de surveillance
Frais variables	Prix des intrants (semences, engrais, insecticides)

- 5) Rendement unitaire : 30 t/ha (valeur de référence), 36 t/ha (résultat de 2015)

6) Prix de vente des tomates du producteur : 4.000 FCFA/30 kg (résultat de 2015)

(2) Calcul du total des frais et du profit ordinaire

Pour le total des frais, le calcul a été : Frais fixes + Frais variables, et pour le profit ordinaire : Chiffre d'affaires – Total des frais.

1) Montant à rembourser pour le montant emprunté

L'installation est réalisée sur un emprunt au taux d'intérêt de 8% et période de remboursement de 10 ans (durée du projet). Le calcul a été sur la base de la méthode de remboursement par annuités fixes. Ainsi, le prix de l'installation à la fin du projet sera nul.

**Tableau 6.6.2 Montant à rembourser par rapport aux coûts d'approvisionnement**  
(unité : FCFA)

Rubrique	Surface exploitée 2.000 m <sup>2</sup>		Surface exploitée 5.000 m <sup>2</sup>	
	Coûts d'approvisi onnement	Rembourse ment annuel	Coûts d'approvisi onnement	Rembourse ment annuel
Système de production d'énergie solaire PV	2.100.000	312.962	2.100.000	312.962
Système de pompe immergée	1.970.000	293.588	1.970.000	293.588
Réservoir de stockage d'eau (5 m <sup>3</sup> )	1.300.000	193.738	1.300.000	193.738
Irrigation goutte-à-goutte	1.082.000	161.250	2.450.000	365.122
Total	6.452.000	961.538	7.820.000	1.165.410

2) Frais fixes

Les frais fixes sont des frais indépendants de la fluctuation du chiffre d'affaires, comprenant principalement les frais de main-d'œuvre et les frais de l'installation.

Dans le cadre de ce projet, comme indiqué dans le tableau 6.6.3, pour l'installation compte pour environ 85%.

**Tableau 6.6.3 Frais fixes**

Rubriques	Frais (FCFA)		Remarques
	2000m <sup>2</sup>	5000m <sup>2</sup>	
Remboursement annuel	961.538	1.165.410	d'après le tableau ci-dessus
Contrôle et entretien réguliers de la pompe immergée	100.000	100.000	300.000FCFA sur 3ans

Autres frais de maintenance	51.640	79.000	Frais de transport, frais de main-d'œuvre, frais de matériels
Frais de main-d'œuvre pour les travaux agricoles	42.000	106.000	Calcul approximatif
Frais de surveillance	15.000	15.000	1 surveillant
Total	1.128.178	1.359.410	

### 3) Frais variables

Les frais variables sont des frais variant avec la fluctuation du volume de production, principalement les frais de matériaux. Concernant ce projet, le tableau 6.6.4 précise indique que les frais variables sont nettement très bas par rapport aux frais fixes.

**Tableau 6.6.4 Frais variables**

Rubriques	Frais (FCFA)		Remarques
	2000m <sup>2</sup>	5000m <sup>2</sup>	
Frais de semences	12.500	30.000	Valeur des résultats réels
Prix des engrais	12.800	32.000	20kg/1000m <sup>2</sup>
Prix des insecticides	28.600	71.400	Valeur des résultats réels
Total	53.900	133.400	

### 4) Chiffre d'affaires

Le chiffre d'affaires a été calculé à partir des résultats de 2015 en préfixant un rendement unitaire et le prix de vente unitaire.

**Tableau 6.6.5 Chiffre d'affaires**

Récolte par surface unitaire	Chiffre d'affaires (FCFA)		Remarques
	2000m <sup>2</sup>	5000m <sup>2</sup>	
Rendement unitaire de 30 t/ha	800.000	2.000.000	Tomates 4000FCFA/30kg
Rendement unitaire de 36 t/ha	960.000	2.400.000	Tomates 4000FCFA/30kg

### 5) Profit ordinaire

Le profit ordinaire par surface cultivée et par rendement unitaire a été comme suit sur la base de 2) à 4).

**Tableau 6.6.6 Profit ordinaire**

Rubriques	2000m <sup>2</sup> (FCFA)		5000m <sup>2</sup> (FCFA)	
	30 t/ha	36 t/ha	30 t/ha	36 t/ha
Chiffre d'affaires	800.000	960.000	2.000.000	2.400.000
Frais variables	53.900	53.900	133.400	133.400
Frais fixes	1.170.178	1.170.178	1.465.410	1.465.410
Profit ordinaire	▲424.078	▲264.078	401.190	801.190

(3) Calcul du chiffre d'affaires au seuil de rentabilité et du taux d'équilibre financier. Le chiffre d'affaires au seuil de rentabilité signifie les ventes au seuil de rentabilité dans lesquelles le profit devient nul. Ce chiffre d'affaires est calculé en divisant les frais fixes par le taux de marge sur les coûts variables. La marge sur coûts variables peut être obtenue en déduisant d'un chiffre d'affaires les frais variables, tandis que le taux de marge sur coûts variables est obtenu en divisant la marge sur coûts variables par le chiffre d'affaires.

$$\begin{aligned} \text{Chiffre d'affaires au seuil de rentabilité} &= \frac{\text{Frais fixes}}{1 - \frac{\text{Frais variables}}{\text{Chiffre d'affaires}}} \\ &= \frac{\text{Frais fixes}}{\text{Taux de marge sur coûts variables}} \end{aligned}$$

Le taux d'équilibre financier indique la position du chiffre d'affaires au seuil de rentabilité par rapport au chiffre d'affaires réel.

Plus le taux d'équilibre financier est bas, plus la rentabilité est grande, c'est l'indice de stabilité de la gestion.

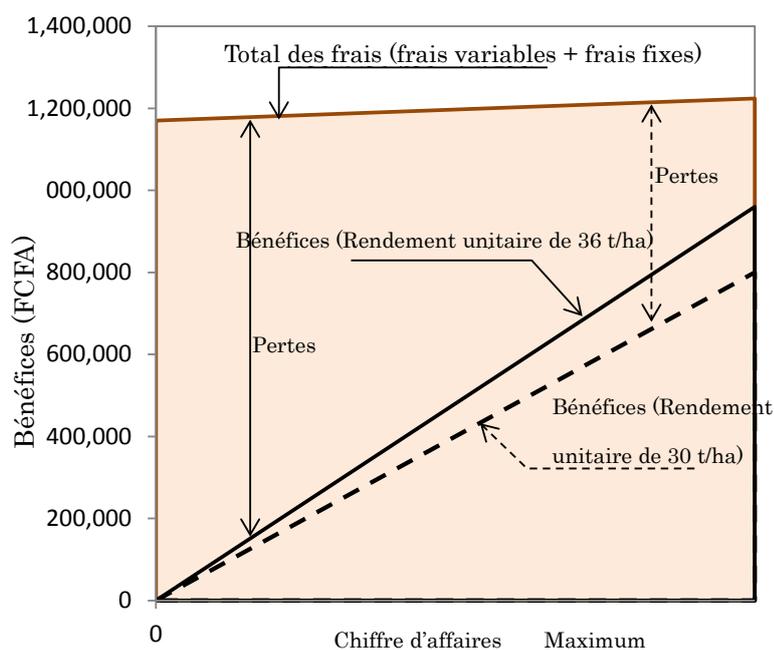
$$\text{Taux d'équilibre financier (\%)} = \frac{\text{Chiffre d'affaires au seuil de rentabilité}}{\text{Chiffre d'affaires}} \times 100$$

Le résultat du calcul du seuil de rentabilité, etc. par taille d'exploitation et par rendement unitaire est indiqué ci-dessous.

**Tableau 6.6.7 Seuil de rentabilité, etc. par taille d'exploitation et par rendement unitaire**

Rubriques	2000 m <sup>2</sup> (FCFA)		5000 m <sup>2</sup> (FCFA)	
	30 t/ha	36 t/ha	30 t/ha	36 t/ha
Pourcentage des frais variables	7 %	6 %	7 %	6 %
Taux de marge sur coûts variables	93 %	94 %	93 %	94 %
Seuil de rentabilité	1.254.714	1.239.787	1.570.138	1.551.656
Taux d'équilibre financier	157 %	129 %	79 %	65

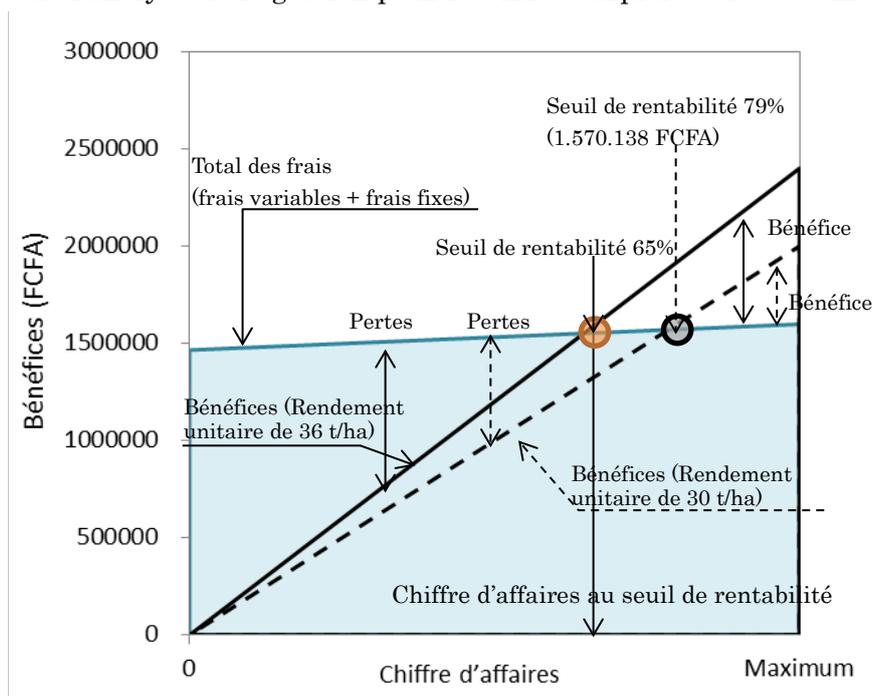
(4) Résultat de l'analyse de la gestion pour la surface exploitée de 2000 m<sup>2</sup>



**Figure 6.6.3 Seuil de rentabilité 1**

Sur une parcelle de culture de 2000 m<sup>2</sup>, le taux du seuil de rentabilité dépasse 100% à rendement unitaire de 30 t/ha et 36 t/ha ; alors, aucun profit ne peut être dégagé.

(5) Résultat de l'analyse de la gestion pour la surface exploitée de 5000 m<sup>2</sup>



**Figure 6.6.2** Seuil de rentabilité 2

Sur une parcelle de production de 5000 m<sup>2</sup>, le taux du seuil de rentabilité est de 79% en cas de rendement unitaire de 30 t/ha, et de 65% en cas de rendement unitaire de 36 t/ha. Par conséquent, la stabilité de la gestion est grande par rapport à la réduction du profit.

Le résultat de cette analyse de l'exploitation montre qu'une surface d'exploitation de 5000 m<sup>2</sup> est nécessaire pour assurer une gestion stable, en introduisant le système d'irrigation goutte-à-goutte à base d'énergie solaire.

#### 6.6.4. Analyse de la rentabilité de l'investissement dans l'activité sur la base du taux de rendement interne (TRI)

Les frais nécessaires à l'analyse sont : frais d'investissement, frais d'opération et maintenance et les recettes. Le taux de rendement interne (TRI) a été calculé sur la base des dépenses annuelles (frais d'exploitation agricole + frais d'opération et maintenance) et des recettes (recettes de la vente des légumes) invariables.

(1) Investissement initial

**Tableau 6.6.8 Investissement initial**

Système	(unité : FCFA)	
	Taille de l'exploitation	
	2000m <sup>2</sup>	5000m <sup>2</sup>
Système de production d'énergie solaire photovoltaïque (740 W)	2.100.000	2.100.000
Système de pompe immergée (500 W)	1.970.000	1.970.000
Réservoir de stockage d'eau (5 m <sup>3</sup> )	1.300.000	1.300.000
Irrigation goutte-à-goutte	1.082.000	2.450.000
Total	6.452.000	7.820.000

(2) Dépenses annuelles

1) Frais d'exploitation agricole

2)

**Tableau 6.6.9 Frais d'exploitation agricole**

Détails des dépenses	(unité : FCFA)	
	Taille de l'exploitation	
	2000m <sup>2</sup>	5000m <sup>2</sup>
Frais de semences	12.500	30.000
Frais d'engrais	12.800	32.000
Frais d'insecticides	28.600	71.400
Frais de main-d'œuvre agricole	42.000	106.000
Frais de surveillance	15.000	15.000
Total	110.900	254.400

3) Frais de maintenance de l'installation

**Tableau 6.6.10 Frais de maintenance de l'installation**

Détails des dépenses	(unité : FCFA)		Remarques
	Taille de l'exploitation		
	2000m <sup>2</sup>	5000m <sup>2</sup>	
Contrôle et entretien réguliers de la pompe immergée	100.000	100.000	300.000 FCFA sur 3 ans
Autres frais de maintenance	66.640	94.000	Frais de transport, frais de main-d'œuvre, frais de matériels
Total	166.640	194.000	

(3) Recettes annuelles

Le chiffre d'affaires a été calculé pour 3 modèles de rendement unitaire.

**Tableau 6.6.11 Recettes annuelles**

		(unité : FCFA)
Taille de l'exploitation	Rendement unitaire	Chiffre d'affaires
2000m <sup>2</sup>	25 t/ha	667.000
	30 t/ha	800.000
	36 t/ha	960.000
5000m <sup>2</sup>	25 t/ha	1.667.000
	30 t/ha	2.000.000
	36 t/ha	2.400.000

(3) Résultats du calcul du taux de rendement interne (TRI) (calcul du cash-flow)

1) Taille de l'exploitation agricole 2000 m<sup>2</sup>

**Tableau 6.6.12 Analyse de l'investissement pour une exploitation agricole de 2000 m<sup>2</sup> et un rendement unitaire de 25 t/ha**

	Montant de l'investissement	1ère année	2e année	3e année	4e année	5e année	6e année	7e année	8e année	9e année	10e année		
Investissement initial	-6,452,000												
Frais d'exploitation agricole		-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900		
Frais de maintenance de l'installation		-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640		
Profit de la vente		667,000	667,000	667,000	667,000	667,000	667,000	667,000	667,000	667,000	667,000		
Cash-flow	-6,452,000	389,460	389,460	389,460	389,460	389,460	389,460	389,460	389,460	389,460	389,460		
Montant total du cash-flow	-6,452,000	-6,062,540	-5,673,080	-5,283,620	-4,894,160	-4,504,700	-4,115,240	-3,725,780	-3,336,320	-2,946,860	-2,557,400		
<b>TRI</b>												<b>TRI</b>	<b>-8.3%</b>
<b>VAN</b>													
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 7,0%)	1.000	0.935	0.873	0.816	0.763	0.713	0.666	0.623	0.582	0.544	0.508		
Valeur actuelle du cash-flow	-6,452,000	363,981	340,169	317,915	297,117	277,680	259,514	242,536	226,669	211,840	197,982	<b>VAN</b>	<b>-3,716,596</b>
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 9,0%)	1.000	0.917	0.842	0.772	0.708	0.650	0.596	0.547	0.502	0.460	0.422		
Valeur actuelle du cash-flow	-6,452,000	357,303	327,801	300,735	275,903	253,122	232,222	213,048	195,457	179,318	164,512	<b>VAN</b>	<b>-3,952,579</b>
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 11,0%)	1.000	0.901	0.812	0.731	0.659	0.593	0.535	0.482	0.434	0.391	0.352		
Valeur actuelle du cash-flow	-6,452,000	350,865	316,094	284,770	256,549	231,126	208,221	187,587	168,997	152,250	137,162	<b>VAN</b>	<b>-4,158,380</b>

**Tableau 6.6.13 Analyse de l'investissement pour une exploitation agricole de 2000 m<sup>2</sup> et un rendement unitaire de 30 t/ha**

	Montant de l'investissement	1ère année	2e année	3e année	4e année	5e année	6e année	7e année	8e année	9e année	10e année		
Investissement initial	-6,452,000												
Frais d'exploitation agricole		-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900		
Frais de maintenance de l'installation		-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640		
Profit de la vente		800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000	800,000		
Cash-flow	-6,452,000	522,460	522,460	522,460	522,460	522,460	522,460	522,460	522,460	522,460	522,460		
Montant total du cash-flow	-6,452,000	-5,929,540	-5,407,080	-4,884,620	-4,362,160	-3,839,700	-3,317,240	-2,794,780	-2,272,320	-1,749,860	-1,227,400		
<b>TRI</b>												<b>TRI</b>	<b>-3.7%</b>
<b>VAN</b>													
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 7,0%)	1.000	0.935	0.873	0.816	0.763	0.713	0.666	0.623	0.582	0.544	0.508		
Valeur actuelle du cash-flow	-6,452,000	488,280	456,337	426,483	398,582	372,507	348,137	325,362	304,076	284,184	265,592	<b>VAN</b>	<b>-2,782,460</b>
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 9,0%)	1.000	0.917	0.842	0.772	0.708	0.650	0.596	0.547	0.502	0.460	0.422		
Valeur actuelle du cash-flow	-6,452,000	479,321	439,744	403,435	370,124	339,563	311,526	285,804	262,205	240,555	220,693	<b>VAN</b>	<b>-3,099,031</b>
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 11,0%)	1.000	0.901	0.812	0.731	0.659	0.593	0.535	0.482	0.434	0.391	0.352		
Valeur actuelle du cash-flow	-6,452,000	470,685	424,040	382,018	344,161	310,055	279,328	251,647	226,709	204,243	184,002	<b>VAN</b>	<b>-3,375,112</b>

**Tableau 6.6.14 Analyse de l'investissement pour une exploitation agricole de 2000 m<sup>2</sup> et un rendement unitaire de 36 t/ha**

	Montant de l'investissement	1 année	2 année	3 année	4 année	5 année	6 année	7 année	8 année	9 année	10 année		
Investissement initial	-6,452,000												
Frais d'exploitation agricole		-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900	-110,900		
Frais de maintenance de l'installation		-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640	-166,640		
Profit de la vente		960,000	960,000	960,000	960,000	960,000	960,000	960,000	960,000	960,000	960,000		
Cash-flow	-6,452,000	682,460	682,460	682,460	682,460	682,460	682,460	682,460	682,460	682,460	682,460		
Montant total du cash-flow	-6,452,000	-5,769,540	-5,087,080	-4,404,620	-3,722,160	-3,039,700	-2,357,240	-1,674,780	-992,320	-309,860	372,600		
<b>TRI</b>												<b>TRI</b>	<b>1.0%</b>
<b>VAN</b>													
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 7,0%)	1.000	0.935	0.873	0.816	0.763	0.713	0.666	0.623	0.582	0.544	0.508		
Valeur actuelle du cash-flow	-6,452,000	637,813	596,087	557,091	520,645	486,585	454,752	425,002	397,198	371,213	346,928	<b>VAN</b>	<b>-1,658,687</b>
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 9,0%)	1.000	0.917	0.842	0.772	0.708	0.650	0.596	0.547	0.502	0.460	0.422		
Valeur actuelle du cash-flow	-6,452,000	626,110	574,413	526,984	483,472	443,552	406,929	373,329	342,504	314,224	288,278	<b>VAN</b>	<b>-2,072,205</b>
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 11,0%)	1.000	0.901	0.812	0.731	0.659	0.593	0.535	0.482	0.434	0.391	0.352		
Valeur actuelle du cash-flow	-6,452,000	614,829	553,900	499,009	449,558	405,007	364,871	328,713	296,137	266,791	240,352	<b>VAN</b>	<b>-2,432,835</b>

2) Taille de l'exploitation agricole 5000 m<sup>2</sup>

**Tableau 6.6.15 Analyse de l'investissement pour une exploitation agricole de 5000 m<sup>2</sup> et un rendement unitaire de 25 t/ha**

	Montant de l'investissement	1 année	2 année	3 année	4 année	5 année	6 année	7 année	8 année	9 année	10 année		
Investissement initial	-7,820,000												
Frais d'exploitation agricole		-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400		
Frais de maintenance de l'installation		-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000		
Profit de la vente		1,667,000	1,667,000	1,667,000	1,667,000	1,667,000	1,667,000	1,667,000	1,667,000	1,667,000	1,667,000		
Cash-flow	-7,820,000	1,218,600	1,218,600	1,218,600	1,218,600	1,218,600	1,218,600	1,218,600	1,218,600	1,218,600	1,218,600		
Montant total du cash-flow	-7,820,000	-6,601,400	-5,382,800	-4,164,200	-2,945,600	-1,727,000	-508,400	710,200	1,928,800	3,147,400	4,366,000		
<b>TRI</b>												<b>TRI</b>	<b>9.0%</b>
<b>VAN</b>													
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 7,0%)	1.000	0.935	0.873	0.816	0.763	0.713	0.666	0.623	0.582	0.544	0.508		
Valeur actuelle du cash-flow	-7,820,000	1,138,879	1,064,372	994,741	929,664	868,845	812,005	758,883	709,236	662,838	619,474	<b>VAN</b>	<b>738,936</b>
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 9,0%)	1.000	0.917	0.842	0.772	0.708	0.650	0.596	0.547	0.502	0.460	0.422		
Valeur actuelle du cash-flow	-7,820,000	1,117,982	1,025,671	940,983	863,287	792,006	726,611	666,616	611,574	561,077	514,750	<b>VAN</b>	<b>558</b>
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 11,0%)	1.000	0.901	0.812	0.731	0.659	0.593	0.535	0.482	0.434	0.391	0.352		
Valeur actuelle du cash-flow	-7,820,000	1,097,838	989,043	891,030	802,730	723,180	651,513	586,949	528,783	476,381	429,172	<b>VAN</b>	<b>-643,382</b>

**Tableau 6.6.16 Analyse de l'investissement pour une exploitation agricole de 5000 m<sup>2</sup> et un rendement unitaire de 30 t/ha**

	Montant de l'investissement	1 année	2 année	3 année	4 année	5 année	6 année	7 année	8 année	9 année	10 année		
Investissement initial	-7,820,000												
Frais d'exploitation agricole		-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400		
Frais de maintenance de l'installation		-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000		
Profit de la vente		2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000		
Cash-flow	-7,820,000	1,551,600	1,551,600	1,551,600	1,551,600	1,551,600	1,551,600	1,551,600	1,551,600	1,551,600	1,551,600		
Montant total du cash-flow	-7,820,000	-6,268,400	-4,716,800	-3,165,200	-1,613,600	-62,000	1,489,600	3,041,200	4,592,800	6,144,400	7,696,000		
<b>TRI</b>												<b>TRI</b>	<b>14.9%</b>
<b>VAN</b>													
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 7,0%)	1.000	0.935	0.873	0.816	0.763	0.713	0.666	0.623	0.582	0.544	0.508		
Valeur actuelle du cash-flow	-7,820,000	1,450,093	1,355,228	1,266,568	1,183,708	1,106,269	1,033,897	966,258	903,045	843,968	788,755	<b>VAN</b>	<b>3,077,789</b>
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 9,0%)	1.000	0.917	0.842	0.772	0.708	0.650	0.596	0.547	0.502	0.460	0.422		
Valeur actuelle du cash-flow	-7,820,000	1,423,486	1,305,951	1,198,120	1,099,193	1,008,434	925,168	848,778	778,696	714,400	655,413	<b>VAN</b>	<b>2,137,638</b>
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 11,0%)	1.000	0.901	0.812	0.731	0.659	0.593	0.535	0.482	0.434	0.391	0.352		
Valeur actuelle du cash-flow	-7,820,000	1,397,838	1,259,313	1,134,517	1,022,087	920,799	829,549	747,341	673,280	606,559	546,449	<b>VAN</b>	<b>1,317,732</b>

**Tableau 6.6.17 Analyse de l'investissement pour une exploitation agricole de 5000 m<sup>2</sup> et un rendement unitaire de 36 t/ha**

	Montant de l'investissement	1 année	2 année	3 année	4 année	5 année	6 année	7 année	8 année	9 année	10 année		
Investissement initial	-7,820,000												
Frais d'exploitation agricole		-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400	-254,400		
Frais de maintenance de l'installation		-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000	-194,000		
Profit de la vente		2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000	2,400,000		
Cash-flow	-7,820,000	1,951,600	1,951,600	1,951,600	1,951,600	1,951,600	1,951,600	1,951,600	1,951,600	1,951,600	1,951,600		
Montant total du cash-flow	-7,820,000	-5,868,400	-3,916,800	-1,965,200	-13,600	1,938,000	3,889,600	5,841,200	7,792,800	9,744,400	11,696,000		
<b>TRI</b>												<b>TRI</b>	<b>21.4%</b>
<b>VAN</b>													
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 7,0%)	1.000	0.935	0.873	0.816	0.763	0.713	0.666	0.623	0.582	0.544	0.508		
Valeur actuelle du cash-flow	-7,820,000	1,823,925	1,704,603	1,593,087	1,488,866	1,391,464	1,300,433	1,215,358	1,135,849	1,061,541	992,094	<b>VAN</b>	<b>5,887,222</b>
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 9,0%)	1.000	0.917	0.842	0.772	0.708	0.650	0.596	0.547	0.502	0.460	0.422		
Valeur actuelle du cash-flow	-7,820,000	1,790,459	1,642,623	1,506,993	1,382,563	1,268,406	1,163,675	1,067,592	979,442	898,571	824,377	<b>VAN</b>	<b>4,704,701</b>
Facteur de valeur actualisée (en cas de taux d'actualisation de 11,0%)	1.000	0.901	0.812	0.731	0.659	0.593	0.535	0.482	0.434	0.391	0.352		
Valeur actuelle du cash-flow	-7,820,000	1,758,198	1,583,962	1,426,993	1,285,579	1,158,180	1,043,405	940,005	846,851	762,929	687,323	<b>VAN</b>	<b>3,673,425</b>

(5) Résultat de l'analyse de l'investissement en recourant aux calculs de VAN et de TRI

Le tableau 6.6.18 indique les résultats des différents calculs.

Sur une parcelle de 2000 m<sup>2</sup>, aucun profit n'est dégagé ni par rendement unitaire ni par taux d'actualisation, ce qui montre que le projet n'est pas rentable.

Aussi, sur une parcelle agricole de 5000 m<sup>2</sup>, un TRI de 9% - la valeur de référence pour l'évaluation peut être obtenue pour un rendement unitaire de 25 t/ha (70% des résultats), mais le profit reste très bas (558 FCFA).

Par contre, pour un rendement unitaire supérieur à 30 t/ha, le TRI est d'environ 15%, la VAN dépasse un million de FCFA, alors on remarque que le projet devient rentable.

**Tableau 6.6.18 Résultats de l'analyse de l'investissement (calcul de VAN et TRI)**

En fonction de taille d'exploitation et du rendement unitaire		TRI	VAN (FCFA)		
			Taux d'actualisation 7%	Taux d'actualisation 9%	Taux d'actualisation 11%
2000m <sup>2</sup>	25 t/ha	-8,3%	-3.716.596	-3.952.579	-4.158.380
	30 t/ha	-3,7%	-2.782.460	-3.099.031	-3.375.112
	36 t/ha	1,0%	-1.658.687	-2.072.205	-2.432.835
5000m <sup>2</sup>	25 t/ha	9,0%	738.936	558	-643.382
	30 t/ha	14,9%	3.077.789	2.137.638	1.317.732
	36 t/ha	21,4%	5.887.222	4.704.701	3.673.425

Compte tenu des résultats de l'analyse selon la méthode du seuil de rentabilité, une taille d'exploitation agricole de 5000 m<sup>2</sup> est nécessaire pour assurer la rentabilité et la stabilité du projet. Ainsi, une source d'eau permettant d'irriguer 5000 m<sup>2</sup> est requise.

Cependant, si la taille de l'exploitation doit être réduite à cause de la difficulté d'obtention de la source d'eau, il est possible d'avoir recours à une subvention ou une aide financière de l'Etat, etc..

## 6.7. Réduction des émissions de CO<sub>2</sub> par introduction d'une énergie renouvelable

### 6.7.1. Réduction des émissions de CO<sub>2</sub> par le projet

Dans le scénario de référence, le volume des émissions de base est le volume de CO<sub>2</sub> émis à la production d'électricité en utilisant un combustible fossile selon la technique existante.

Selon le scénario du projet, le volume des émissions des prévisions sera nul car on ne prend pas en compte le CO<sub>2</sub> produit dans le cycle de vie du système de production d'énergie renouvelable allant de sa construction à sa mise au rebut (panneaux solaires, équipement éolienne). En outre, l'énergie solaire et la force éolienne sont également des sources d'énergie utilisables, qui n'émettent pas de CO<sub>2</sub> à la production d'électricité.

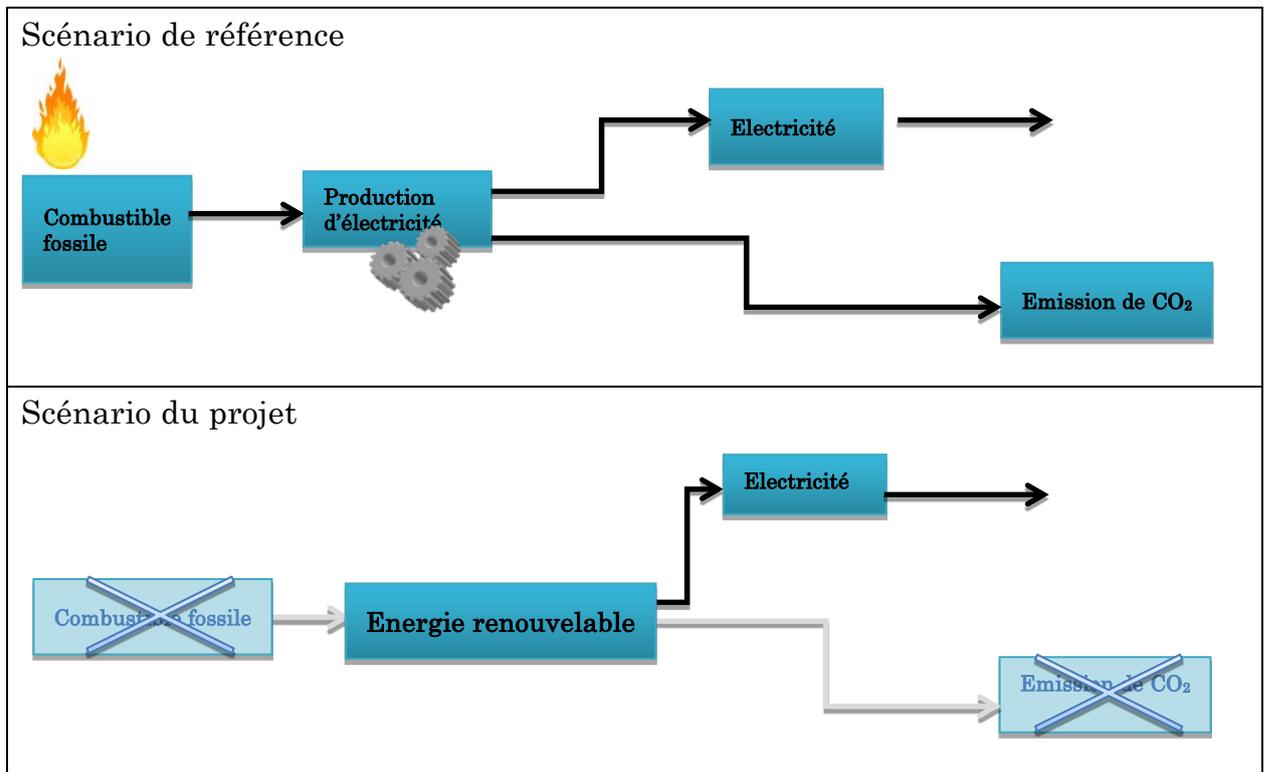


Figure 6.7.1 Image du scénario de référence et du scénario du projet

Autrement dit, les 'émissions de CO<sub>2</sub> réduites par l'introduction de l'énergie renouvelable (émissions nulles de CO<sub>2</sub>) sont équivalentes aux émissions de CO<sub>2</sub> produites par les énergies conventionnelles sans recours à l'énergie renouvelable.



**Figure 6.7.2** Relation entre les prévisions des émissions de CO<sub>2</sub> réduites par le projet de l'introduction de l'énergie renouvelable et les prévisions des émissions de CO<sub>2</sub> dues aux énergies conventionnelles

### 6.7.2. Méthodologies et outils MDP à adopter<sup>27</sup>

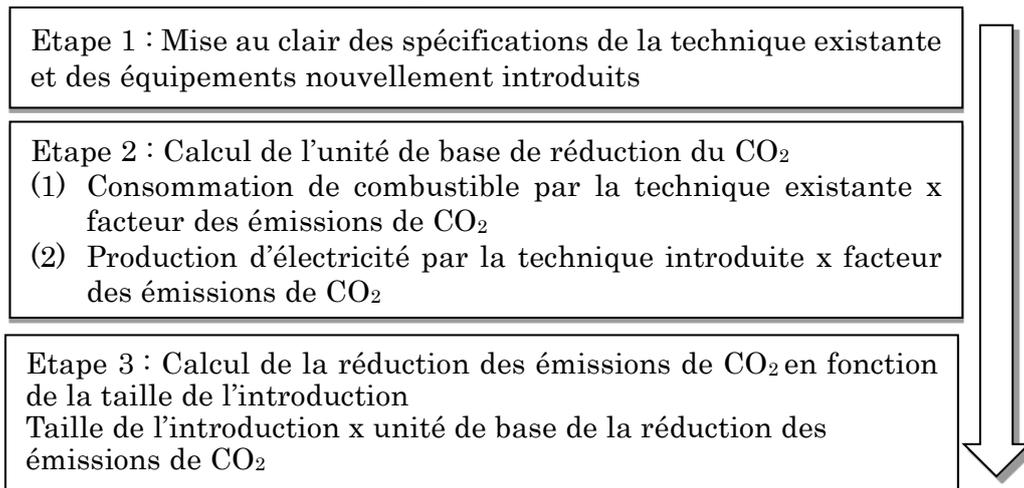
La méthodologie et les outils MDP à adopter pour le projet de pompe solaire photovoltaïque, sont les suivants (en septembre 2015).

Méthodologie MDP	AMS-I.A. : Production d'électricité par un usager (Version 16.0)
Outil de la méthodologie	Outil pour calculer les émissions de référence, des prévisions et/ou des fuites sur la base des consommations d'électricité (Version 1)

Dans la méthodologie MDP, l'énergie renouvelable de petite envergure est définie comme étant une énergie produite par un appareil ou des équipements de la centrale de moins de 15 MW maximum.

### 6.7.3. Flux du calcul de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

La figure 6.7.3 ci-dessous indique ce flux.



**Figure 6.7.3** Flux du calcul de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

A l'étape 1, les spécifications de la technique existante qui sera transformée

<sup>27</sup><https://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/8FKZFJ7SG551TS2C4MPK78G12LSTW3>, 2015.4.23

en énergie renouvelable et les spécifications de la nouvelle technique utilisant de l'énergie renouvelable sont mises au clair.

A l'étape 2, l'unité de base de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> est calculée en multipliant la quantité d'essence, d'électricité, de gaz, etc. utilisée par le facteur d'émission de CO<sub>2</sub>. Une valeur constante est donnée pour ce facteur d'émission de CO<sub>2</sub> dans les directives du GIEC.

L'étape 3 consiste à fixer le volume introduit par le projet et à calculer la réduction totale des émissions de CO<sub>2</sub> en le multipliant par l'unité de base de réduction du CO<sub>2</sub> obtenue à l'étape 2.

#### **6.7.4. Méthode de calcul des émissions de base en recourant à la méthodologie MDP**

Trois (3) méthodes de calcul des émissions de base sont données dans 8<sup>ème</sup> paragraphe (a) – (c) et à partir du 10<sup>ème</sup> paragraphe de la méthodologie MDP. Les méthodes de calcul varient selon le contenu du projet d'introduction et de la technique traditionnelle utilisée avant l'introduction de la nouvelle technique.

- Option 1 : Calcul en s'appuyant sur la consommation d'électricité dans le mini-réseau du village en ayant recours à l'énergie renouvelable introduite
- Option 2 : Calcul en s'appuyant sur la production d'électricité en ayant recours à l'énergie renouvelable introduite
- Option 3 : Calcul en s'appuyant sur la consommation de combustible de la technique utilisée depuis longtemps avant l'introduction de l'énergie renouvelable

Dans l'option 1, le calcul est fait sur la base de la consommation d'électricité de l'énergie renouvelable, dans l'option 2 sur la base de l'électricité produite avec l'énergie renouvelable, et dans l'option 3 sur la base de la consommation de combustible de la technique traditionnelle.

Les détails de la méthodologie MDP sont les suivants.

**Tableau 6.7.1 Détails de la méthodologie**

Option1 :	<p>L'estimation se fait sur la base de la consommation annuelle moyenne des consommateurs.</p> $E_{BL,y} = \sum_i (n_i * EC_{i,y}) / (1 - l)$ <p>où :</p> <p><math>E_{BL,y}</math> Données énergétiques de référence pour l'année y (kWh)</p> <p><math>\sum_i</math> Somme/total des groupes (centre de santé régional, école régionale, technique d'énergie renouvelable pour les familles telle que décortiqueuse, pompe de refoulement, irrigation) pour lesquels la technique d'énergie renouvelable i sera introduite dans le cadre des activités du projet</p> <p><math>n_i</math> Nombre de consommateurs bénéficiant de l'énergie renouvelable grâce à la technique d'énergie renouvelable i introduite pour des groupes de ladite année</p> <p><math>EC_{i,y}</math> Consommation annuelle moyenne des particuliers reliés au réseau régional, plus précisément ceux reliés au système de réseau électrique le plus proche, similaire à celui des consommateurs appartenant au groupe pour lequel la technique d'énergie renouvelable i sera introduit. Si l'énergie consommée a été mesurée, <math>EC_{i,y}</math> est la moyenne de l'énergie consommée par les consommateurs appartenant au groupe utilisant la technique d'énergie renouvelable i. (kWh)</p> <p><math>l</math> La valeur moyenne en pourcentage de la perte technique de distribution d'électricité qui sera sans doute observée (20% d'après la note 6) dans les mini-réseaux d'une production d'électricité diesel aménagés dans le cadre d'un programme public pour zones isolées ou par une société d'électricité.</p>
-----------	---

Option2:	<p>L'estimation se fait sur la base de la production d'électricité annuelle à partir de la technique d'énergie renouvelable du projet.</p> $E_{BL,y} = \sum_i EG_{i,y}/(1 - l)$ <p><math>E_{BL,y}</math> Données énergétiques de référence pour l'année y (kWh)</p> <p>Total des groupes (par ex. système solaire dans la maison, technique d'énergie renouvelable pour une pompe solaire) pour lesquels la technique d'énergie renouvelable i sera introduite dans le cadre des activités du projet</p> $\sum_i$ <p><math>EG_{i,y}</math> Production d'électricité par la technique d'énergie renouvelable des groupes pour lesquels la technique d'énergie renouvelable i a été introduite en l'année y</p> <p>La valeur moyenne en pourcentage de la perte technique de distribution d'électricité qui sera sans doute observée (20% d'après la note 6) dans les mini-réseaux d'une production d'électricité diesel aménagés dans le cadre d'un programme public pour zones isolées ou par une société d'électricité.</p>
Emissions de référence des Options 1 et 2	<p>Obtenues par multiplication de la valeur de référence énergétique calculée conformément au 8<sup>ème</sup> paragraphe(a) et (b) par la valeur de défaut du facteur d'émission.</p> $BF_{CO2,y} = E_{BL,y} \times EF_{CO2}$ <p><math>BF_{CO2,y}</math> Emissions de base en l'an y (tCO<sub>2</sub>)</p> <p><math>E_{BL,y}</math> Données énergétiques de référence pour l'année y (kWh)</p> <p><math>EF_{CO2}</math> Facteur d'émission (tCO<sub>2</sub>/kWh)</p>

Option3:	<p>L'estimation se fait sur la base de la consommation de combustible calculée à partir des tendances antérieures, en cas de remplacement de la technique existante. Pour le cas d'appareils d'éclairage, le temps d'utilisation journalier réel a été fixé à 3,5 h, tenant compte de l'influence des changements saisonniers sur le temps d'utilisation des appareils d'éclairage, à moins que l'enquête sur les échantillons menée sur au moins 90 jours (fiabilité de 90%, marge d'erreur de 10%) ne montre d'autres résultats.</p> <p>(10<sup>ème</sup> paragraphe)</p> $BE_{CO_2,y} = \sum_j FC_{j,y} \times NCV_j \times EF_{CO_2,j}$ <p><math>BE_{CO_2,y}</math> Emissions de référence de l'an y (t CO<sub>2</sub>)</p> <p><math>FC_{j,y}</math> Consommation de combustible de type j (quantité ou poids/an)</p> <p><math>NCV_j</math> Quantité de chaleur du combustible de type j (GJ □ quantité ou poids)</p> <p><math>EF_{CO_2,j}</math> Emissions de CO<sub>2</sub> du combustible de type j (tCO<sub>2</sub>/GJ)</p> <p><math>J</math> Type de combustible utilisé pour la combustion</p>
----------	--

### 6.7.5. Exemple de calcul de réduction des émissions de CO2

(1) Cas de projet d'introduction de pompe solaire hors réseau

1) Si l'alimentation commerciale recourt à la technique traditionnelle (application de l'option 2)

Etape 1 : Mise au clair des spécifications des appareils introduits

La puissance des panneaux de production d'électricité est de 0,5 kW, la durée d'utilisation (8<sup>ème</sup> paragraphe (c)) de 3,5 heures, et le nombre annuel de jours de fonctionnement de 6 mois, soit 180 jours (de novembre à avril).



Photo 6.7.1 Petit système de pompage solaire

Etape 2 : Calcul de l'unité de base de la réduction de CO<sub>2</sub>

L'énergie produite annuellement par une unité est :

$$E_{BL,y} = \sum_i EG_{i,y}/(1-l)$$

$$0,5 \text{ kW} \times 3,5 \text{ h/jour} \times 180 \text{ jours/an} / (1-0) = 315,0 \text{ (kWh/an-unité)}$$

La valeur par défaut de  $EF_{CO_2}$  est de 0,0008 t CO<sub>2</sub>/kWh selon le même paragraphe, et la durée du projet de 10 ans, les émissions de base par unité sont :

$$BF_{CO_2,y} = E_{BL,y} \times EF_{CO_2}$$

$$315,0 \text{ (kWh/an-unité)} \times 0,0008 \text{ (tCO}_2\text{/kWh)} \times 10 \text{ (ans)} = \mathbf{2,52 \text{ (tCO}_2\text{/10ans - unité)}}$$

Etape 3 : Calcul de la réduction du CO<sub>2</sub> à partir de la quantité et du nombre introduits

Le tableau 6.7.2 indique la réduction des émissions par taille d'introduction si la durée du projet est de 10 ans.

**Tableau 6.7.2 Réduction des émissions de CO<sub>2</sub> par taille d'introduction (1)**

Taille d'introduction (unité)	t CO <sub>2</sub> /10 ans
10000	25.200
1000	2.520
100	252

2) En cas de technique traditionnelle à pompe diesel (application de l'option 3)

Etape 1 : Mise au clair des spécifications des appareils introduits.

Hypothèse : une consommation de combustible moyenne annuelle est de 240 L/an (consommation de combustible mensuelle moyenne de 20 L/mois).

La chaleur produite par le gazole (GJ/quantité ou poids) est de 252 TJ/Gg<sup>28</sup> en tenant compte de la valeur par défaut du

GIEC ou de 0,25 GJ/L si l'on effectue une conversion unitaire. Les émissions de CO<sub>2</sub> du gazole (t CO<sub>2</sub>/GJ) sont de 71,9 tCO<sub>2</sub>/TJ<sup>29</sup>, ou 0,072 tCO<sub>2</sub>/GJ.



**Photo 6.7.2 Pompe diesel**

Etape 2 : Calcul de l'unité de base de réduction du CO<sub>2</sub>

$$BE_{CO_2,y} = \sum_j FC_{j,y} \times NCV_j \times EF_{CO_2,j}$$

$$= 240(\text{L/an}) \times 0,25(\text{GJ/L}) \times 0,072(\text{tCO}_2/\text{GJ}) \times 10(\text{ans})$$

$$= 43, 2(\text{tCO}_2/10\text{ans-unité})$$

Etape 3 : Calcul de la réduction du CO<sub>2</sub> à partir de la quantité et du nombre introduits

Le tableau 6.7.3 ci-dessous indique la réduction des émissions par taille d'introduction si la durée du projet est de 10 ans.

<sup>28</sup> GIEC 2006 Lignes Directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume Energie, Tableaux 1 et 2

<sup>29</sup> GIEC 2006 Lignes Directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume Energie, Tableaux 2 et 5

**Tableau 6.7.3 Réduction des émissions de CO<sub>2</sub> par taille d'introduction (2)**

Taille d'introduction (unités)	tCO <sub>2</sub> /10 ans
10000	432.000
1000	43.200
100	4.320

(2) En cas de projet d'introduction de lanternes solaires

1) Si les lanternes LED à pile sèche sont utilisées dans la technique traditionnelle (application de l'option 2)

En cas de projet de remplacement des lanternes LED à pile sèche existantes par des lanternes LED solaires dans une zone non-électrifiée, l'option 1 ou l'option 2 est applicable. En effet, pour ces options, la pile sèche n'est pas définie en tant de combustible parce qu'elles ne sont pas reliées au mini-réseau du village, l'Option 2 est appliquée.

Dans la présente méthodologie, la réduction des émissions due à la diminution de la consommation de la pile sèche n'est pas prise en compte.

Etape 1 : Mise au clair des spécifications des appareils introduits

La lanterne solaire introduite sera une lanterne Panasonic d'une puissance panneau de 3,5 W (BG-BL03, après début de la production d'électricité par les panneaux solaires, charge à l'accumulateur nickel-hydrogène chargeur de type piles LR6).



**Photo6.7.3 Lanterne solaire Panasonic BG-BL03**

Etape 2 : Calcul de l'unité de base de la réduction de CO<sub>2</sub>

Le temps d'utilisation étant de 3,5 heures (8<sup>ème</sup> paragraphe (c)), la production d'électricité annuelle par unité sera :

$$E_{BL,y} = \sum_i EG_{i,y}/(1 - l)$$

$$3,5 / 1000(\text{kW}) \times 3,5(\text{h}) \times 365(\text{jours})/(1-0) = 4,47 \text{ (kWh/an-unité)}$$

La valeur par défaut de  $EF_{CO_2}$  (facteur d'émission) étant de 0,0008 t CO<sub>2</sub>/kWh selon le même paragraphe, et la durée du projet de 10 ans, les émissions de base par unité pendant 10 ans sont :

$$BF_{CO_2,y} = E_{BL,y} \times EF_{CO_2}$$

$$4,47 \text{ (kWh/an-unité)} \times 0,0008 \text{ (tCO}_2\text{/kWh)} \times 10 \text{ (ans)}$$

$$= 0,035 \text{ (tCO}_2\text{/10ans-unité)}$$

Etape 3 : Calcul de la réduction du CO<sub>2</sub> à partir de la quantité et du nombre introduits

Le tableau 6.7.4 ci-dessous indique la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> pour une période du projet de 10 ans, si les lanternes LED à pile sèche sont remplacées par des lanternes solaires.

**Tableau 6.7.4 Réduction des émissions de CO<sub>2</sub> en cas d'introduction de lanternes solaires (1)**

Région/province/ville	Population (2006)	1 unité pour 5 personnes	tCO <sub>2</sub> /10 ans
Région du Plateau-Central	693.137	138.627	4.852
Province de Kourwéogo	136.017	27.203	952
Ville de Boussé	41.455	8.291	290

2) Si les lanternes à pétrole lampant sont utilisées dans la technique traditionnelle (application de l'Option 3)

En cas de projet de remplacement des lanternes à pétrole lampant existantes par des lanternes solaires, l'option 3 est applicable car le calcul dans cette option se base sur la consommation de combustible de la technique traditionnelle.

Etape 1 : Mise au clair des spécifications des appareils introduits

Hypothèse : une consommation de combustible annuelle moyenne est de 30 L/an.

La chaleur produite par le pétrole lampant (GJ/quantité ou poids) est de 43,8 TJ/Gg<sup>30</sup> ou de 0,43 GJ/L si l'on



**Photo 6.7.4 Lanterne au pétrole lampant**

<sup>30</sup> GIEC 2006 Lignes Directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume Energie, Tableaux 1 et 2

effectue une conversion unitaire.

Les émissions de CO<sub>2</sub> du pétrole lampant (t CO<sub>2</sub>/GJ) sont de 71,9 tCO<sub>2</sub>/TJou  
0,072 tCO<sub>2</sub>/GJ.

**Etape 2 : Calcul de l'unité de base de la réduction de CO<sub>2</sub>**

Le calcul se fait par l'Option 3 avec une durée du projet de 10 ans.

$$\begin{aligned}
 BE_{CO_2,y} &= \sum_j FC_{j,y} \times NCV_j \times EF_{CO_2,j} \\
 &= 30 \text{ (L/an)} \times 0,043 \text{ (GJ/L)} \times 0,072 \text{ (tCO}_2\text{/GJ)} \times 10 \text{ ans} \\
 &= 0,92751 \approx 0,92 \text{ (tCO}_2\text{/an-unité)}
 \end{aligned}$$

**Etape 3 : Calcul de la réduction du CO<sub>2</sub> à partir de la quantité et du nombre introduits**

Le tableau ci-dessous indique la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> pour une période du projet de 10 ans, si les lanternes au pétrole lampant sont remplacées par des lanternes solaires.

**Tableau 6.7.5 Réduction des émissions de CO<sub>2</sub> en cas d'introduction de lanternes solaires (2)**

Région/province/ville	Population (2006)	1 unité pour 5 personnes	tCO <sub>2</sub> /10 ans
Région du Plateau-Central	693.137	138.627	127.537
Province de Kourwéogo	136.017	27.203	25.027
Ville de Boussé	41.455	8.291	7.628

## REMERCIEMENTS

Avec l'appui du Ministère de l'Agriculture, des Forêts et de la Pêche du Japon, JIRCAS a élaboré le présent document après une étude menée avec la collaboration et l'assistance du Ministère de l'Environnement, de l'Economie Verte et du Changement Climatique (MEEVCC).

Nous voudrions ici exprimer nos sincères remerciements à toutes les personnes concernées de ce ministère.

Aussi, nous adressons nos remerciements aux nombreuses personnes concernées du Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques (MAAH), du Ministère de l'Energie, des Mines et des Carrières, du Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche Scientifique et de l'Innovation, des organismes connexes comme l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), les services techniques et les populations de la province de Kourwéogo, de la ville de Boussé, du village de Guesna, pour leur contribution.

A l'Ambassade du Japon au Burkina Faso et au bureau JICA au Burkina Faso, nous voudrions leur traduire notre reconnaissance pour l'appui soutenu et la collaboration tout au long de l'étude.

D'autre part, nous souhaitons également exprimer notre gratitude particulière au Dr. Sibidou Sina, Directeur Général du Centre National de Semences Forestières (CNSF) du MEEVCC et M. Pamoussa OUEDRAOGO, Coordonnateur technique des programmes au Secrétaire Permanent du Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable (SP/CONEDD) du MEEVCC et M. Boubacar BARRY du MAAH, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire et Dr. Albert BARRO de l'INERA pour sa collaboration à la rédaction du présent document.

Et pour terminer, nous adressons nos chaleureux remerciements à tous les organismes et organisations, les personnes concernées et les personnels qui ont apporté la coopération et le soutien pour les activités prévues et réalisées par le JIRCAS.

## LISTE DES REDACTEURS

<b>Avant propos</b>	Secrétaire Général du Ministère de l'Environnement, de l'Economie Verte et du Changement Climatique (MEEVCC)	Lambert Georges OUEDRAOGO
<b>Introduction</b>	Division du Développement Rural de JIRCAC	Mamoru WATANABE
<b>Chapitre 1</b>	Secrétaire Permanent du Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable du MEEVCC	Pamoussa OUEDRAOGO
<b>Chapitre 2</b>	Division du Développement Rural de JIRCAC	Mamoru WATANABE
<b>Chapitre 3</b>	Division du Développement Rural de JIRCAC	Mamoru WATANABE
<b>Chapitre 4</b>	Division du Développement Rural de JIRCAC	Ryo MIYAZAKI
<b>Chapitre 5</b>	Division du Développement Rural de JIRCAC	Seiko FUKUDA
<b>Chapitre 6</b>	Division du Développement Rural de JIRCAC	Shutaro SHIRAKI

### **À propos de l'utilisation des documents**

**Pour transférer ou citer le contenu de ce présent rapport,  
veuillez contacter la Division du développement rural de JIRCAS**



Centre International Japonais pour les Recherches en  
Sciences Agricoles (JIRCAS)

<http://www.jircas.affrc.go.jp>

1-1 Ohwashi, Tsukuba, Ibaraki, 305-8686 Japon

Tél: +81-29-838-6687, Fax: +81-29-838-6693



Ministère de l'Environnement, de l'Economie Verte et du  
Changement Climatique (MEEVCC) du Burkina Faso

<http://www.environnement.gov.bf>

03 BP 7044 Ouagadougou 03, Burkina Faso

Tél: +226-25324074, Fax: +226-25330512