



Communautés Locales Et Gestion Durable Des Energies en Afrique

Cas de la Côte d'Ivoire

-Actualisée en avril 2006-

*Technologies appropriées et
actions participatives face aux défis
écologiques mondiaux*

SOMMAIRE

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| PREFACE | 4 |
| AVANT PROPOS | 5 |
| INTRODUCTION | 6 |
| PREMIERE PARTIE : TECHNOLOGIES ECONOMES EN BOIS-ENERGIE | 8 |
| 1. LA DEMANDE EN BOIS-ENERGIE | 9 |
| 1.1 Tableau du potentiel de biomasse ligneuse en fonction des écozones de la Côte d'Ivoire | 9 |
| 1.2 Les risques de déficit en bois-énergie | 10 |
| 2. LES FOURNEAUX AMELIORES | 10 |
| 2.1 Le fourneau « trois (3) pierres » amélioré en terre | 10 |
| 2.2 Le fourneau à deux foyers en parpaing-terre | 11 |
| 2.3 Le fourneau en béton | 12 |
| 2.4 Diffusion des fourneaux améliorés en fonction des aires culturelles et géographiques | 13 |
| 2.5 Les fourneaux améliorés dans les activités économiques | 13 |
| 2.6 Résultats atteints | 13 |
| 2.7 Considérations économiques | 14 |
| 2.8 Impact écologique potentiel | 14 |
| 2.9 Enseignements tirés et leçons pour l'avenir | 14 |
| 3. LES FOURS A FUMAGE | 17 |
| 3.1 Technologies | 17 |
| 3.2 Résultats atteints | 18 |
| 3.3 Considérations économiques | 19 |
| 3.4 Impact sur la réduction du bois de chauffe | 19 |
| 3.5 Enseignements tirés et leçons pour l'avenir | 19 |
| 4. LES FOURS A PAIN ET A BRO | 20 |
| 4.1 le four à pain ordinaire | 20 |
| 4.2 le four à pain amélioré | 21 |
| 4.3 Coûts comparés des deux (2) modèles de four à pain | 21 |
| 4.4 Bénéfice écologique et économique | 21 |
| 4.5 Enseignements tirés et leçons pour l'avenir | 22 |
| DEUXIEME PARTIE : LES ENERGIES ALTERNATIVES | 23 |
| 5.L'ELECTRICITE EN COTE D'IVOIRE | 24 |
| 5.1 Sources de production | 24 |
| 5.2 L'expérimentation de l'électricité solaire | 25 |
| 6.L'ELECTRICITE SOLAIRE DE CONFORT MINIMUM | 26 |
| 6.1 Energie fournie aux ménages | 26 |
| 6.2 Les localités ciblées par le PESCM | 26 |
| 6.3 Critères d'éligibilité des villages et agglomérations rurales au Programme d'Electricité Solaire de Confort Minimum | 27 |
| 6.4 Résultats atteints | 27 |
| 6.5 Organisations communautaires mises en place après le programme et actions induites | 27 |
| 6.6 Appréciation du PESCM par les communautés et impact sur la lutte contre la pauvreté | 28 |
| 6.7 Impact écologique (substitution au kérosène) | 28 |
| 6.8 Considérations économiques | 29 |
| 6.9 Enseignements tirés et leçons pour l'avenir | 29 |

| | |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| 7.L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE | 32 |
| 7.1 Le séchoir solaire | 32 |
| 7.2 Projets réalisés | 34 |
| 7.3 Considérations économiques et écologiques | 35 |
| 7.4 Les chauffe-eau solaire | 36 |
| 7.5 Projets réalisés | 38 |
| 7.6 Impact sur la réduction du bois de chauffe | 38 |
| 7.7 Enseignements tirés et leçons pour l'avenir | 38 |
| 8.LE BIOGAZ OU LA METHANISATION DES RESIDUS AGROPASTORAUX | 40 |
| 8.1 Paramètres de dimensionnement du bio-digesteur | 40 |
| 8.2 Choix du type du digesteur et mode de stockage du biogaz | 41 |
| 8.3 Calcul de la superficie d'une bâche | 41 |
| 8.4 Projets réalisés | 42 |
| 8.5 Impact du biogaz sur la réduction du bois de chauffe | 43 |
| 8.6 Enseignements tirés et leçons pour l'avenir | 43 |
| CONCLUSION GENERALE | 44 |
| ESTIMATION DES ECONOMIES EN CO ₂ | 49 |
| BIBLIOGRAPHIE | 52 |

PREFACE

Le programme de micro-financements du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) est une opportunité de financement des actions des Organisations Communautaires qui concourent à la protection de l'environnement mondial. Ce programme est mis en œuvre par le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) dans près de quatre-vingts (80) pays dans le monde actuellement.

Les actions menées dans les différents pays bénéficiaires portent essentiellement sur des petits projets à caractère expérimental ou démonstratif. Ces projets réalisés à travers une approche participative et communautaire apportent des réponses aux préoccupations de développement local en préconisant des solutions aux défis écologiques du globe.

Ce programme a déjà une décennie d'existence et il s'est déroulé dans le cas particulier de la Côte d'Ivoire, dans un contexte où les Organisations Non Gouvernementales (ONG) et les Organisations Communautaires de Base (OCB) avaient un besoin réel de renforcement de leurs capacités.

Le renforcement des capacités est sans nul doute un des multiples domaines dans lequel le programme de microfinancements du FEM a joué un rôle pionnier dont le bénéfice s'étend à la majorité des programmes de développement mis en œuvre par les associations volontaires en Côte d'Ivoire.

Ce livre vise un double objectif :

- *Capitaliser pour renforcer l'effort de formation entrepris en direction des acteurs du développement local,*
- *Proposer des outils basés sur une pratique du terrain aux planificateurs du développement décentralisé notamment dans le domaine de la maîtrise de l'énergie.*

Dans la perspective de la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), cet ouvrage trace un sentier qu'il conviendra d'élargir par les actions futures du FEM et du PNUD, car les expériences dont il s'agit, reflètent des réalités partagées par de nombreux pays africains au sud du Sahara.

Je souhaite une large diffusion de cet ouvrage au sein de tous les partenaires au développement.

Abdoulaye Mar Dieye
Représentant Résident du
PNUD en Côte d'Ivoire

Abidjan, janvier 2006

AVANT-PROPOS

L'énergie façonne l'économie et le mode de vie tant en ville que dans les campagnes, depuis l'époque des moulins hydrauliques jusqu'à nos jours. Malheureusement l'électricité conventionnelle fournie par les centrales hydrauliques, thermiques et nucléaires est un bien économique dont les coûts de production et de transport restent prohibitifs pour de nombreuses communautés rurales à cause de leurs faibles revenus. Quant au bois-énergie, un produit naguère à portée de main, il devient aujourd'hui rare dans certaines régions comme le sahel pendant que son approvisionnement devient une corvée dans les zones plus boisées, parce qu'il faut le chercher de plus en plus loin, du fait de la grande urbanisation et de l'occupation des terres par de grandes plantations industrielles.

Dans le souci de réduire le fossé qui sépare la ville et la campagne en Afrique, dans le domaine particulier de l'énergie, de nombreux partenaires au développement réfléchissent depuis quelques années sur les formes de production d'énergie adaptées aux besoins des communautés défavorisées.

Le présent ouvrage capitalise plusieurs petites expériences réalisées en faveur des communautés locales en Côte d'Ivoire en vue de vulgariser des technologies relatives aux économies d'énergie et aux énergies alternatives.

Il paraît évident que l'avancement des communautés rurales vers un mieux être à travers le développement local durable, leur impose aujourd'hui, d'apprendre à gérer toutes les formes d'énergie qui sont disponibles dans leur terroir, qu'elles soient naturelles ou produites par la technologie.

Ainsi, de même que l'introduction de l'électricité à la ferme a révolutionné l'agriculture européenne, il est possible de rêver à un meilleur monde rural africain grâce à l'accès à l'électricité décentralisée produite par des sources renouvelables et à la gestion rationnelle de la biomasse utilisée à des fins énergétiques.

Le pari du développement local passe nécessairement par le pari de l'accès durable à l'énergie.

N'GORAN Cyriaque
Docteur-Ingénieur
Coordonnateur National
Programme PNUD/FEM
de Microfinancements

Abidjan, Novembre 2005

INTRODUCTION

La réussite d'un projet communautaire de gestion durable de l'environnement et des énergies suppose d'analyser l'environnement des ressources énergétiques dans une approche systémique incluant l'homme. Pour être plus explicite, on parlera du système « Homme-Environnement-Energie ». Celui-ci est fondé sur des interrelations multiples dont l'équilibre assure à la fois la survie de l'homme, la durabilité de l'environnement et des ressources énergétiques.

Dans le contexte écologique où l'homme rompt l'équilibre avec la nature par une exploitation abusive, sa survie le pousse à migrer vers de nouvelles zones écologiques. Ces migrations des populations vers d'autres terres sont guidées par des contraintes écologiques. Tel est le cas des peuples nomades en quête de pâturage pour leurs troupeaux et des agriculteurs du centre de la Côte d'Ivoire en quête de forêt primaire. Si la survie de l'homme dépend d'une gestion durable de son environnement, il n'est pas toujours évident qu'il soit suffisamment conscient de cette situation afin d'établir une relation d'exploitation du milieu compatible avec la capacité de celui-ci à s'auto renouveler.

Dès lors tout projet d'accès durable à l'énergie à l'échelle des petites communautés devrait reposer sur un triptyque, à savoir :

- 1) Etre porté par la communauté directement concernée et connaissant tous les contours du projet ;
- 2) Etre créateur d'un bénéfice économique et social à court, à moyen et à long terme ;
- 3) Etre générateur d'un bénéfice écologique pouvant assurer la survie du système « Communauté-Environnement ».

Ce principe ternaire constitue ce que j'appelle les piliers clés de la réussite d'un projet éco énergétique et cela pour les raisons suivantes :

- 1) un vieil adage énonce qu'on ne peut faire le bonheur d'autrui malgré lui ; il est donc fondamental, singulièrement dans la gestion durable de l'environnement et des énergies à l'échelle des petites communautés que celles-ci soient initiatrices du projet à conduire ou à tout le moins qu'elles se soient appropriées l'idée.

Aussi, dans le souci de réussir l'action à entreprendre, les acteurs doivent en connaître les chances de succès, les contraintes et l'organisation idoine à mettre en œuvre pour en assurer la bonne exécution.

Une communauté organisée qui porte un projet réussi peut maintenir la même dynamique pour appréhender des défis nouveaux autres que le projet écologique. Il s'agit de faire de l'organisation communautaire un outil de progrès local qui sait diagnostiquer le maximum de problèmes et proposer des solutions.

- 2) Le projet devrait également être générateur de bénéfice économique soit directement soit indirectement. Cette exigence apparaît essentielle puisque la pauvreté peut être un facteur d'inhibition de toute volonté d'agir pour le moyen et le long terme. Car, si restaurer la fertilité des sols permettra de pouvoir pratiquer l'agriculture dans trois (3) ou quatre (4) années, ce résultat sera une réponse aux besoins de demain

et non à ceux d'aujourd'hui. Dès lors, une activité annexe au projet, génératrice de revenus à très court terme, peut être le levain qui mobilise la communauté à s'engager pleinement dans le projet écologique ou éco-énergétique.

3) Le troisième pilier, à savoir le bénéfice environnemental, est pour le moins évident, car il est l'épine dorsale du projet. L'environnement en tant que facteur de développement (les sols, les forêts, la disponibilité des ressources en eau et en énergie etc) doit être maintenu dans un niveau de qualité qui assure les besoins des générations actuelles, mais aussi entretenu ou réhabilité de manière à assurer les besoins des générations à venir.

Ces trois préoccupations majeures ont guidé diverses expérimentations décrites ci-après dans les domaines des technologies économes en bois énergie et de la promotion des énergies alternatives.

PREMIERE PARTIE

TECHNOLOGIES ECONOMES EN BOIS-ENERGIE

1

LA DEMANDE EN BOIS-ENERGIE

Selon des statistiques établies il y a une décennie, la consommation en bois-énergie par habitant en Côte d'Ivoire était de 0,7 m³/hab./an en 1975 et de 1,2 m³/hab./an en 1987 ; cette évolution correspond à un doublement de la consommation sur une période d'environ douze (12) ans. Sur la base de cette tendance on évalue le besoin actuel environ, 2 m³/hab./an, car le mode de vie des ivoiriens est loin d'avoir évolué vers des sources nouvelles d'énergies. La paupérisation accrue de ces dernières années renforce la conviction que nombre d'ivoiriens restent encore assez dépendants du bois-énergie.

Il convient dès lors de comparer le potentiel de bois-énergie disponible dans les différentes écozones du pays à la demande en énergie ligneuse afin d'imaginer les solutions pour l'avenir.

1.1 Tableau du potentiel de biomasse ligneuse en fonction des écozones de la Côte d'Ivoire

En tenant compte des données démographiques de la Côte d'Ivoire pour l'année 2005 et de la productivité des couvertures végétales en milieu tropical*, nous avons établi le potentiel de biomasse ligneuse en fonction des trois principales écozones du Pays.

| Principales Ecozones | Productivité de ligneux m ³ /km ² /an | Densité démographique (hab./km ²) | Potentiel moyen de ligneux (m ³ /hab./an) |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Savane herbeuse et semi-arborée (Nord) | 50-100 m ³ / km ² /an | 18 | 4 m ³ /hab/an |
| Savane arborée ou préforestière (centre) | 100-150 m ³ / km ² /an | 53 | 2 m ³ /hab/an |
| Zone de forêt humide tropicale (Sud) | 150-200 m ³ / km ² /an | 92 | 5 m ³ /hab/an |

1.2 Les risques de déficit en bois-énergie

Le tableau ci-dessus met en évidence un risque de déficit en bois-énergie particulièrement dans la région centre de la Côte d'Ivoire où le potentiel de ligneux est de 2 m³/hab./an alors que la demande de bois-énergie se situe aussi à 2 m³/hab./an. Selon des sources non publiées de l'Administration des forêts, le potentiel des ressources ligneuses dans la région septentrionale et centrale de la Côte d'Ivoire est plus élevé que les données actuellement utilisées. Même si cela semble être le cas, la production intense de charbon de bois qui a court le long de l'autoroute du Nord n'incite guère à l'optimisme. Il convient dès lors d'envisager le recours aux technologies des fourneaux améliorés comme un moyen de réduction de la consommation du bois-énergie.

2

LES FOURNEAUX AMELIORES

Introduction

La consommation du bois de chauffe par les ménages ruraux et urbains et par les activités commerciales diverses telle que la restauration collective est l'une des causes majeures du déboisement en Côte d'Ivoire. Leurs conséquences sont multiples au plan écologique. Quand le bois est abusivement coupé à des fins énergétiques, on compromet sa fonction de régulateur écologique par l'absorption du CO₂ et sa contribution à la protection des sols par son feuillage et ses feuilles mortes qui atténuent l'énergie des pluies et du ruissellement qui en découle.

La biomasse qui couvre les sols joue un rôle important dans le cycle de l'eau en favorisant la rétention de l'eau et sa lente restitution pour la réalimentation des eaux de surface et des nappes souterraines.

Les premières études scientifiques publiées sur les fourneaux améliorés en Afrique de l'Ouest datent des années 1980.

Des Mémoires et travaux de fin d'étude en foresterie sont conduits dans les pays sahéliens dès cette époque. Dans les pays côtiers, des expériences ont été conduites un peu plus tard sans que cela n'attire l'attention des organismes de développement pour constituer des sujets de recherche-développement.

L'objectif visé par ces études était d'améliorer dans un premier temps le fourneau traditionnel à « trois (3) pierres » dont le rendement énergétique est de l'ordre de 5% pour le doubler, voire le tripler. Les expériences que nous avons menées en Côte d'Ivoire s'inspirent de ces travaux antérieurs.

2.1 Le fourneau « trois (3) pierres » amélioré en terre

Ce modèle est réalisé avec de la terre battue. Il nécessite beaucoup d'entretien dû aux fissurations créées par la chaleur et parfois par la pluie quand il est installé hors des cuisines. Ce modèle ne comporte qu'une seule ouverture pour la cuisson des aliments. Son coût pourrait être estimé à moins de 1.000 F CFA en se basant sur le coût d'une journée de travail en milieu rural.



Fourneau amélioré trois pierres en terre avec une seule ouverture de cuisson (Diabo)

2.2 Le fourneau à deux foyers en parpaing-terre

Ce fourneau comprend trois (3) parties :

1) Une base, appelée plate forme constituée de terre stabilisée par du ciment pour supporter et réduire les pertes ou diffusion de chaleur dans le sol. Elle est ensuite revêtue ou crépie de ciment pour la protéger contre la pluie notamment quand le fourneau est construit à l'air libre. Cette partie d'une épaisseur d'environ 15 à 20 cm est fixée sur le sol de la cuisine.

2) L'enceinte de production et de transmission de la chaleur est faite soit avec des blocs de terre comprimée, soit avec des parpaings remplis de terre. Cette partie a généralement une hauteur de 50 cm.

3) Enfin, la dalle destinée à recevoir les récipients pour la cuisson des aliments peut comporter une (1) ou deux (2), voire trois (3) ouvertures selon le modèle adopté.

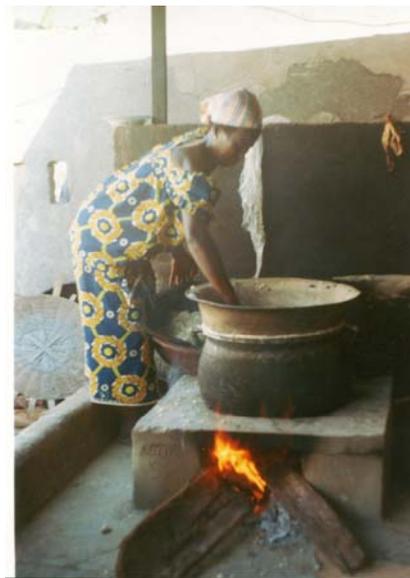
La dalle est réalisée en béton armé de 10 cm d'épaisseur afin de supporter le poids élevé des récipients. Une autre variante de construction consiste à réaliser la dalle avec de la terre stabilisée contenant une armature de fers ronds. Le coût unitaire de ce modèle de fourneau est de l'ordre de 5.000 F CFA.



Fourneau à deux foyers en terre-ciment
(Diabo)

2.3 Le fourneau en béton

Le fourneau en béton a des parois et un soubassement entièrement réalisé en mortier de sable et de ciment, la dalle de ce fourneau est donc réalisée en béton armé. Ce fourneau présente un rendement énergétique inférieur à celui réalisé avec l'association terre/parpaing. Bien que le béton n'ait pas une bonne inertie thermique, on a néanmoins observé des économies en bois de chauffe atteignant 30%. Pour améliorer le rendement énergétique de cette variante, il faut garnir l'intérieur du fourneau de terre battue. Le fourneau en béton est le plus cher des fourneaux vulgarisés ; son coût varie de 10.000 à 15.000 F CFA selon le modèle.



Un fourneau en béton de type ANKO
(Korhogo)

2-4 Diffusion des fourneaux améliorés en fonction des aires culturelles et géographiques

Au centre de la Côte d'Ivoire, les ménages ruraux ont presque toujours un local couvert ou un abri sommaire servant de cuisine; cette commodité permet la construction de fourneaux améliorés en terre ou avec l'association du ciment à la terre. La terre offre l'avantage d'être un bon isolant thermique alors que le ciment renforce la solidité de la terre.

Au Nord du pays, à cause du fait que beaucoup de ménages font leur cuisine à l'air libre, la variante de fourneaux améliorés adoptée a été celle du "tout béton" capable de résister à l'eau de pluie.

2-5 Les fourneaux améliorés dans les activités économiques.

Les évaluations réalisées avec les populations elles-mêmes en milieu domestique indiquent des économies variant de 30 à 50 % en bois de feu. La tendance à la réalisation des économies les plus importantes a été observée dans les fourneaux construits par l'association "terre et ciment".

Au regard de cette réduction non négligeable en bois de feu, les femmes qui utilisent leurs fourneaux pour des activités commerciales voient leurs dépenses énergétiques chuter de 30 à 50 % ; c'est le cas des productrices d'attiéké* et des vendeuses de fritures de bananes ou d'ignames.

Néanmoins, il y a des ménages qui estiment que le coût du fourneau amélioré est encore élevé; celui-ci varie de 5.000 F CFA environ pour le fourneau en "terre-ciment" à près de 15 000 F CFA pour le foyer en béton.

En réalité, même pour les ménages considérés comme démunis qui achètent du bois à 1000 F CFA/mois pour faire la cuisine sur le fourneau traditionnel non économe en énergie, le fourneau amélioré le plus cher, peut être amorti au bout d'un an d'utilisation, alors que sa durée de vie dépasse cinq (5) années.

2-6 Résultats atteints

Plus de 5000 fourneaux améliorés ont été construits par les communautés rurales avec l'appui des Organisations Non Gouvernementales, essentiellement dans le Nord et le centre de la Côte d'Ivoire. Ces deux écozones sont celles où le besoin en bois de chauffe est le plus important.

Par ailleurs, un travail important de renforcement des capacités locales a été entrepris lors de la diffusion des fourneaux améliorés à travers des formations de femmes leaders et de femmes artisans en vue de la pérennisation des activités entreprises.

2-7 Considérations économiques

Pour les ménages utilisant le fourneau amélioré à des fins commerciales, l'amortissement est beaucoup plus rapide; une femme qui dépense 30.000 F CFA/mois dans l'achat de bois de feu avec un fourneau traditionnel dépensera 15000 F avec un fourneau amélioré. On en déduit que le temps de récupération de son investissement est de deux mois d'activité, si elle achète un fourneau amélioré de 15.000 F CFA.

2-8 Impact écologique potentiel

Diverses expériences menées avec les cantines scolaires équipées de fourneaux améliorés ont montré que celles-ci réalisaient une économie d'environ 8 kg par jour de bois de chauffe en comparaison avec les cantines scolaires non équipées en fourneau amélioré.

Pour une école primaire qui sert des repas durant 180 jours au cours d'une année scolaire, la quantité de bois économisée est d'environ 1500 kg/an soit près de 2 ha de forêt claire dans le contexte écologique ivoirien.

Lorsque cent (100) écoles primaires dotées de cantines scolaires d'une même zone géographique, adoptent des fourneaux améliorés, on peut envisager un impact écologique de l'ordre de 200 ha de forêt claire protégés par an.

2-9 Enseignements tirés et leçons pour l'avenir

1) le parc à bois de chauffe

Le besoin énergétique d'une personne en milieu rural est situé entre 1 à 2 kg de bois par jour dans un pays comme la Côte d'Ivoire (il s'agit d'une moyenne assez proche de la réalité).

Sur la base de la valeur minimale de 1 kg de bois par jour par habitant, les besoins énergétiques d'une communauté villageoise de 1000 habitants seraient de 1000 kg de bois par jour.

Si nous adoptons une densité moyenne de 700 kg/m³ pour du bois de chauffe des espèces comme *Acacia mangium* et *Acacia auriculiformis*, il faudrait 1,4 m³ de bois par jour soit 500 m³ environ par an.

Les expériences menées avec les reboisements communautaires réalisés au nord, au centre et au sud de la Côte d'Ivoire indiquent qu'une plantation de *Acacia mangium* réalisée avec des écartements de 3 m, soit une densité de 1000 pieds à l'hectare est susceptible de produire environ 80 m³ de bois par hectare aux termes de 4 à 5 années de croissance.

Ainsi dans une stratégie de gestion renouvelable de cette ressource, il faudrait créer au regard des besoins d'un village de 1000 habitants, 7 ha de plantation par

an durant 5 ans. A la sixième année, l'exploitation peut commencer avec la première sole âgée de 5 ans.

Il est évident qu'il s'agit d'une hypothèse de raisonnement et de calcul car au moment de l'exploitation de la deuxième et de la troisième sole, la quantité de biomasse disponible sur chacune de ces soles sera supérieure aux besoins de la communauté quand elles seront âgées de 6 et 7 ans respectivement.

Dans la pratique, une superficie de 35 hectares pour une population de mille (1000) habitants pourrait satisfaire les besoins d'une communauté villageoise juste avec des élagages annuels et l'adoption des fourneaux améliorés.

2) La production de bois de chauffe : un moyen de restauration des terres marginales

En plus de l'utilisation des fourneaux améliorés pour la réduction de la pression sur les ressources ligneuses, la meilleure stratégie actuelle pour réduire le prélèvement des ressources ligneuses à des fins énergétiques, est la création des parcs à bois de chauffe couplés aux projets de diffusion des fourneaux améliorés.

L'une des voies classiques, pour constituer un reboisement rapide sur des jachères ou des terres marginales pas nécessairement inaptés à l'agriculture, est la plantation d'essences sélectionnées dont la sylviculture est maîtrisée par les services techniques forestiers. Dans un tel cas de figure, le paysan ou l'agent de développement dispose d'une gamme variée d'essences, dont les légumineuses arboricoles. Les légumineuses sont des plantes ayant pour particularité essentielle de fixer dans les nodosités de leur système racinaire des bactéries capables de prélever l'azote atmosphérique et de le restituer au sol. En termes plus simples, les légumineuses sont des agents biologiques qui servent de support à la re-fertilisation des sols pauvres ou appauvris (jachères).

Le reboisement des aires marginales contribue sans aucun doute à la création de terrains favorables à l'agriculture ou à la création de boisement pour reconstituer des écosystèmes dégradés, offrant ainsi la possibilité de réduire les pressions exercées sur le milieu naturel. Aussi, malgré son caractère monospécifique, les reboisements en légumineuses arboricoles présentent-ils des avantages indirects considérables dans les stratégies de sauvegarde de la biodiversité et d'absorption du dioxyde de carbone.

A une cinquantaine de kilomètres d'Abidjan, sur les rivages de la lagune d'Aghien, une cocoteraie vieillissante de 5 hectares et peu productrice a été remplacée par une plantation d'*Acacia mangium* par un groupement de paysans, désireux d'avoir non seulement des sols propices aux cultures vivrières, mais aussi du bois de chauffe. Cette plantation a permis d'obtenir 80 m³ de bois de chauffe/ha/an après quatre (4) années de croissance.

3) Pour une durabilité des projets de fourneaux améliorés

Malgré le coût modeste, celui-ci est un facteur limitant à la diffusion des fourneaux améliorés notamment en milieu rural où le pouvoir d'achat est faible. Or, l'acquisition des fourneaux améliorés au prix coûtant est une voie qui permettra la pérennité des projets en cours. Malheureusement, peu de femmes en milieu rural sont disposées à acquérir le fourneau amélioré même à un coût à leur portée. Cette situation commande de hiérarchiser les publics cibles prioritaires dans l'ordre suivant :

1. Les activités génératrices de revenus utilisant le bois de chauffe comme la restauration collective.

2. Les ménages urbains qui ont un pouvoir d'achat moyen, mais qui au plan de l'énergie domestique de cuisson, fonctionnent comme les ménages ruraux en achetant du bois de chauffe chaque jour.

3. Les ménages ruraux sans ressources financières; dans ce cas particulier, il faut promouvoir la diffusion des foyers améliorés avec des reboisements en bois de chauffe.

3

LES FOURS A FUMAGE

Introduction

La pratique du fumage de poisson, apparaît comme une solution technique envisagée pour la conservation de cette ressource halieutique dans les conditions où l'on ne dispose pas d'électricité et donc pas de chambre froide.

Le fumage du poisson est beaucoup moins réalisé pour des raisons de préférence gastronomique ou diététique que pour des questions techniques et économiques.

Dans la zone littorale ivoirienne où la pêche en mer et en lagune est très pratiquée grâce à une façade maritime longue de 360 km et d'un plan d'eau lagunaire de l'ordre de 180 km de long ; la pêche est une activité économique suffisamment génératrice de revenus.

Les pêcheurs ne sont pas organisés en coopérative, mais ils opèrent par affinité ethnoculturelle.

Les hommes s'occupent de pêcher les poissons, et ce sont généralement les épouses des pêcheurs qui pratiquent le fumage et la vente des poissons fumés sur les marchés. L'exploitation du bois des écosystèmes de mangroves devient alors la meilleure source d'approvisionnement en combustibles de fumage.

Une telle pratique contribue non seulement à la dégradation des écosystèmes de mangroves qui servent déjà comme source de bois de service ou de construction, mais aussi de zones de frayère ou de reproduction de la faune aquatique et singulièrement des poissons.

3-1- Technologies

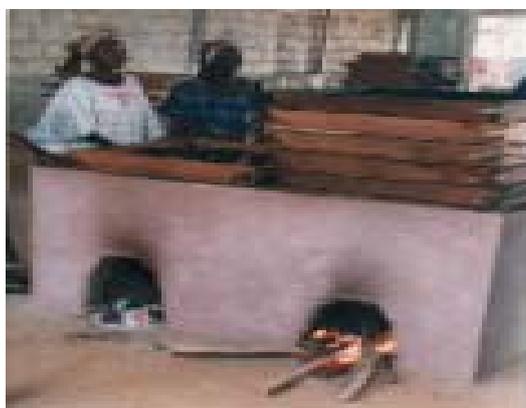
Le four chorkor largement vulgarisé au Bénin a fait l'objet d'une expérimentation à petite échelle en Côte d'Ivoire. Trois projets ont été réalisés dans la ville d'Abidjan et sa banlieue.

Il s'agit d'un four de base carrée (1m x 1m) avec une hauteur variable de l'ordre de 1 m. L'épaisseur du four atteint 15 à 20 cm ce qui accroît son inertie thermique. C'est un four à angles droits construit en banco stabilisé avec du ciment.

Un orifice dans la partie inférieure reçoit le bois et la fumée remonte par un courant ascendant ; Le poisson à fumer est reparti dans 3 ou 4 claies superposées au-dessus du four. L'originalité de ce four réside :

1) Dans la nature du matériau : terre stabilisée par du ciment ; il s'agit donc d'un matériau disponible, moins cher et de grande inertie thermique.

2) Dans la quantité de poissons fumés en une opération qui représente 3 à 4 fois la quantité de poissons fumés avec le four constitué d'un demi fût métallique et cela grâce aux multiples claies ou étagères (voir photo ci-dessous).



Vue d'un four à fumage à Treichville (Abidjan)

3-2 Résultats atteints

Une soixantaine de fours de fumage ont été construits au bénéfice de plusieurs coopératives ou associations de fumeuses de poissons. Certains projets réalisés en cofinancements peinent à être exploités de façon optimale, malgré l'évidence du besoin. Ces difficultés renvoient toujours au mauvais choix des cibles par les ONGs partenaires dans leur stratégie de diffusion expérimentale de cette technologie.

Néanmoins l'importance de l'activité de fumage de poisson dans l'économie des produits de pêche en Côte d'Ivoire permet de penser que la diffusion des fours chorkor pourrait connaître un intérêt croissant dans les années à venir, si l'encadrement nécessaire est apporté.

Les essais comparatifs menés au cours de la diffusion des fours chorkors ont permis d'obtenir les principaux résultats rassemblés dans le tableau ci-dessous.

| Désignation | Fumoir CHORKOR | Fumoir traditionnel |
|----------------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| Coût de construction | 400.000 F CFA | 166.200 F CFA |
| Consommation de bois par kg de poisson | 0.40 | 2 |
| Opération | facile | difficile |
| Contrôle des opérations | Facile par rotation des claies | difficile |
| Qualité du produit fini | bonne | Cassant/calciné |
| Capacité (kg) | 150 à 400 | 40 |
| Durée de vie fumoir | 10 ans et plus | 3 ans |

3-3 Considérations économiques

Un four chorkor permet de fumer 150Kg de poissons en une opération de fumage alors qu'un four traditionnel aurait permis tout au plus le fumage de 50Kg de poissons en une opération.

Pour un four chorkor d'un coût de 400.000 francs CFA avec une capacité de production de 150Kg de poissons fumés par jour et sur la base d'un coût de vente 2000 F CFA le Kg ; le temps de retour sur investissement se réalise en une seule opération de fumage.

On peut donc en conclure qu'il s'agit d'un investissement particulièrement rentable.

3-4 Impact sur la réduction du bois de chauffe

Selon le tableau qui précède, le four traditionnel consommerait 20 fois la quantité de bois nécessaire pour obtenir la même quantité de poissons fumés avec un four chorkor; ce qui montre que le four traditionnel (demi fût métallique) contribue plus largement au déboisement et au rejet de gaz à effet de serre.

3-5 Enseignements tirés et leçons pour l'avenir

Les fours à fumage construits sur le modèle du four chorkor, devraient être largement vulgarisés dans toute la zone littorale de la Côte d'Ivoire, longue de 600 km et autour des lacs, des barrages de retenues construits pour l'électricité, l'approvisionnement en eau potable et pour l'irrigation.

Malgré le nombre restreint d'expériences réalisées, on peut affirmer que la diffusion des fours améliorés à fumage permettra aux femmes qui pratiquent cette activité de réaliser des économies importantes sur leurs achats de bois de chauffe. Par ailleurs, le four chorkor offre un meilleur confort de travail ; ce qui n'est pas un avantage mineur pour la santé des femmes fumeuses de poisson.

Dans un pays comme la Côte d'Ivoire où la consommation du poisson atteint 300.000 tonnes par an et dont plus de la moitié est vendue sous la forme fumée, la diffusion des fours améliorés à fumage devrait être l'objet d'un projet de portée nationale.

4

LES FOURS A PAIN ET A BRO

Introduction

Le pain est un aliment bien connu ; il entre dans l'alimentation quotidienne des peuples européens. On le produit sous différentes formes dont notamment la baguette de pain. Il est bon de rappeler que le blé utilisé pour la production du pain contient une protéine, le gluten, qui donne à la farine la faculté de gonfler pour faire du bon pain. Cette faculté de gonfler est hélas surexploitée en Afrique afin de produire beaucoup de pains. Ces pains sont malheureusement pauvres en céréales ce qui affaiblit la valeur nutritive.

En Afrique occidentale côtière, il existe un pain rond, produit essentiellement par les femmes. Cette pratique est, semble-t-il, née au Ghana, et s'est répandue dans les pays voisins.

Depuis quelques années, à travers les nombreuses campagnes d'amélioration de l'alimentation et de réduction de la pauvreté, des céréales locales (mil, maïs, sorgho) et des farines diverses (banane, igname, soja) ont été introduites dans la farine de blé afin de produire le Bro. La cuisson de pain rond appelé « pain local » et du Bro se réalise dans des fours particuliers, construits en forme de dôme, et assez consommateurs de bois de chauffe à cause du peu de souci, accordé aux économies d'énergies.

4-1 Le four à pain ordinaire

Le four à pain le plus courant est construit sous la forme d'un dôme de l'ordre de 1 m de hauteur. Il est fait de terre battue (banco ou béton banché).

La construction du four ordinaire est assez sommaire et à part l'inertie thermique qu'offre la terre en tant que matériau de construction, il n'est pas muni de fermeture hermétique. Il y a donc évidemment des pertes de chaleur énormes aussi bien à travers la porte d'accès au four que par la conduction vers le sol.



Four à pain ordinaire (commune de Bingerville)

4-2 Le four à pain amélioré

La vulgarisation des foyers améliorés dans le Nord de la Côte d'Ivoire, a été une excellente opportunité pour les femmes productrices de Bro, de comprendre l'intérêt économique et écologique lié à l'adoption des fours et fourneaux économes en énergie.

Ainsi trois (3) fours à pain ou à bro ont été construits dans le cadre d'un projet de fourneau amélioré au profit d'une coopérative féminine.

Le four ANKO* comporte une paroi plus épaisse que le four ordinaire. En outre il est construit sur une fondation de terre de plus de 0,5 mètre de hauteur. Cette surélévation du four avec un matériau réfractaire réduit considérablement les pertes de chaleur par conduction vers le sol ou le terrain naturel.



Four à pain modernisé de type ANKO*. On observe une importante surélévation par rapport au niveau du sol

4-3 Coûts comparés des deux (2) modèles de four à pain

Le four à pain de type ANKO et le four traditionnel ont des coûts qui peuvent être évalués à 150 000 francs CFA pour le premier et à 100 000 francs CFA pour le second. La différence de coût est liée à la hauteur des dômes et à l'apport de matériau d'isolation (terre sèche, sable) dans la construction du four de type ANKO.

4-4 Bénéfice écologique et économique

Des essais ont été menés par une coopérative de douze (12) femmes qui produisent du bro, cinq (5) jours par semaine ; la quantité de pâte utilisée par jour est de 5 kg dont la moitié est constituée de farine de blé. Avec cette quantité de pâte, la coopérative produit 100 pains ronds ou Bro de 200 à 300 g. Cette expérience a abouti aux résultats suivants sur une période d'essai de deux (2) mois :

| Type de four | Coût de l'énergie consommée en bois de chauffe sur deux (2) mois en F CFA | Chiffre d'affaires sur 2 mois | Bénéfice sur 2 mois |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| Four modernisé type ANKO | 3.000 | 60.000 | 57.000 |
| Four ordinaire ou traditionnel | 6.000 | 60.000 | 54.000 |

La variante de four ANKO offre un avantage certain; celui d'isoler le four du terrain naturel à partir d'une fondation de terre de 0,5 à 0,7 m de hauteur.

Un bénéfice énergétique de 50% est réalisé par jour avec le four ANKO correspondant à un bénéfice de 3.000 F CFA, soit 15.000 F CFA/semaine. Le surcoût d'un choix éventuel d'un four de type ANKO est récupéré au bout de 4 semaines d'exploitation.

4-5 Enseignements tirés et leçons pour l'avenir

La production des pains ronds et du bro, constitue la principale activité économique de nombreuses femmes notamment en milieu urbain et périurbain.

L'expérience de modernisation du four à pain menée par l'ONG ANKO grâce au financement du FEM a été concluante quant aux économies en bois de chauffe car elle a permis une réduction de 50% de la facture énergétique.

Il est donc indiqué d'envisager un partenariat avec tous les organismes de développement ou de financement dont les activités ciblent prioritairement les femmes exerçant ce type de métier, afin de promouvoir la diffusion des fours à pain.

L'impact potentiel sur la réduction de bois de chauffe sera énorme quand on sait que cette activité est pratiquée dans la plupart des pays côtiers de l'Afrique de l'ouest.

DEUXIEME PARTIE

LES ENERGIES ALTERNATIVES

5

L'ELECTRICITE EN COTE D'IVOIRE

Introduction

Selon les données disponibles auprès de la Société d'Opération Ivoirienne d'Electricité (SOPIE), 10 millions d'ivoiriens vivent dans les zones raccordées au réseau électrique national sur une population de près de 16 millions d'habitants que compte le pays.

Il faut néanmoins être prudent quant au nombre de populations vivant dans les zones et ayant réellement accès à l'électricité.

5.1 Sources de production

L'électricité en Côte d'Ivoire est fournie par des centrales thermiques et des barrages hydroélectriques. Près de 60% de l'électricité dans la ville d'Abidjan est d'origine thermique ; ce qui veut dire que sur quatre (4) millions d'habitants que compte la ville d'Abidjan, environ 2,4 millions seraient alimentés par l'électricité d'origine thermique.

La population Ivoirienne, non compris la ville d'Abidjan, raccordée au réseau est sur la base des données de la SOPIE, évaluée à 6 millions d'habitants dont au moins un tiers (1/3) serait alimenté en électricité d'origine thermique.

Il est donc probable, faute de disposer de statistiques précises, que 3 à 4 millions d'habitants soient alimentés en électricité d'origine thermique.

Dès lors, on peut se faire une idée du volume des rejets de gaz à effet de serre générés dans les unités de production d'énergie électrique en Côte d'Ivoire, bien que l'électricité thermique soit considérée comme l'alternative la plus sécurisante face aux variations du régime hydrologique des cours d'eau qui assureraient naguère l'essentiel de la production de l'électricité.

Evolution du nombre de localités desservies en électricité au cours de ces dernières années

| Année | Population (millions d'habitants) | Nombre de localités desservies |
|-------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 2001 | 9.802.544 | 1.980 |
| 2002 | 10.409.184 | 2.119 |
| 2003 | 10.548.406 | 2.219 |
| 2004 | 10.555.121 | 2.351 |

Le nombre d'habitants ayant accès à l'électricité s'accroît de 250.000 habitants environ par an entre 2001 et 2004 au regard des données du tableau ci-dessus.

Si on rapporte cette valeur à la population de base en 2001, le taux d'accroissement annuel est de 2,5% alors que la croissance démographique est de l'ordre de 3,8% par an.

Il y a donc un écart important entre la croissance démographique et le taux de couverture en matière d'électricité.

Dans ces conditions, le recours à l'électricité thermique pourrait s'accroître dans les années à venir et constituer ainsi une source importante d'émission de gaz à effet de serre.

Pour inverser cette tendance, il faut penser à d'autres sources d'énergies dont l'électricité solaire.

5.2 L'expérimentation de l'électricité solaire

Au regard des informations chiffrées qui précèdent, l'électricité solaire peut être une solution à double avantage à savoir :

- contribuer à accroître la couverture électrique dans les zones rurales d'accès difficile ;
- réduire le recours à l'électricité d'origine thermique, afin de situer la politique nationale d'accès à l'électricité dans une dynamique de développement écologique durable.

Tels sont les fondements de base qui ont favorisé l'expérimentation de l'électrification rurale solaire par le Programme PNUD/FEM de micro-financements, comme une option dans les stratégies d'électrification rurale décentralisée, moins coûteuses et donc adaptées aux petites localités.

Dans ce cadre nous avons élaboré un programme dénommé Programme d'Electricité Solaire de Confort Minimum (PESCM).

La stratégie du PESCM est basée sur le double principe suivant :

1) le confort minimum en matière d'électricité pour des communautés défavorisées se limite à l'éclairage et à l'accès à l'information audio- visuelle (récepteur radio ou télévision) ;

2) la mobilisation communautaire des ressources pour le cofinancement facilite l'obtention de subventions afin de réaliser l'électrification solaire des villages de 500 à 600 habitants.

6

L'ELECTRICITE SOLAIRE DE CONFORT MINIMUM

Introduction

L'énergie du rayonnement solaire qui tombe sur des panneaux au silicium provoque une circulation des électrons contenus dans ces panneaux ; permettant ainsi de produire de l'électricité parfaitement adaptée aux constructions isolées : fermes, centre de santé villageois, école rurale etc.

6-1 Energie fournie aux ménages

-Chaque ménage reçoit 20 W faisant fonctionner 2 lampes économiques (7 à 9 W) et une prise de courant continu pour l'audio-visuel.

-Ce schéma individuel a commencé à être répandu dès que les panneaux de petites puissances à savoir 20 W ont été disponibles auprès des fournisseurs installés en Côte d'Ivoire ; initialement l'alimentation en réseau avec des panneaux de 200 W pour 10 ménages a été utilisée.

6-2 Les localités ciblées par le PESCM

Le premier groupe concerne les villages lotis avec des maisons construites en dur ou en terre stabilisée et couvertes de tôles ayant au plus 60 ménages (Un ménage ayant une taille moyenne de 8 personnes) ; ces localités doivent avoir une population de l'ordre de 500 habitants. De plus ces localités doivent être situées le long de grands axes routiers afin d'offrir la visibilité adéquate pour le meilleur impact publicitaire du projet.

Le deuxième groupe de villages, concerne des localités disposant d'infrastructures communautaires du type : école primaire, centre de santé et centre de convivialité. L'équipement en électricité solaire de ces infrastructures renforcera leur mission d'éducation, de promotion de la santé et de support d'information au service du développement.

6-3 Critères d'éligibilité des villages et agglomérations rurales au programme d'électricité solaire de confort minimum :

La localité-cible :

- pour être éligible au PESCM, la localité-cible ne doit pas être prévue dans le plan d'électrification rurale ou conventionnelle sur une période d'au moins 10 ans ;
- il est par ailleurs souhaitable que cette localité ait un potentiel d'activités agricoles génératrices de revenus en vue de soutenir les demandes d'extension des équipements installés. Un cofinancement allant jusqu'à 30% du coût des investissements est demandé aux communautés bénéficiaires.

6-4 Résultats atteints

- 5000 habitants environ ;
 - Plus de 20 écoles équipées ;
 - Plus de 10 foyers polyvalents ;
 - Plus de 10 centres de santé villageois ont été équipés en panneaux photovoltaïques ;
- Concernant le coût de l'électrification des villages par l'énergie solaire, il est d'environ 40.000 francs CFA par habitant, pour une installation d'une durée de vie de 25 à 30 ans.

6-5 Organisations communautaires mises en place après le programme et actions induites

Le processus de conception participative de ce programme a recommandé la création de comités villageois de gestion. Dans l'ensemble des localités visitées, ces comités villageois de gestion ont été mis en place. Ils sont chargés de collecter des ressources pour l'entretien et le renouvellement à terme des installations mises en place (durée de vie des équipements).

Le mode de collecte des fonds est variable ; par exemple dans les centres d'information et d'écoute, la salle est louée pour les réunions et les manifestations diverses du village.

Il convient néanmoins de mentionner la nécessité pour les ONGs d'assurer un suivi plus régulier de ces comités, afin que leur fonctionnement se renforce et se développe dans l'intérêt du projet réalisé, et dans celui de tout autre projet réalisé dans le village.

6-6 Appréciation du PESCM par les communautés et impact sur la lutte contre la pauvreté

L'incidence de l'électricité solaire sur l'amélioration des services de santé notamment en milieu rural est remarquable : on peut indiquer la facilitation du travail des infirmiers et sage-femmes notamment pendant les accouchements de nuit, le confort au travail, la possibilité de conservation des médicaments et vaccins par la chaîne du froid.

Au niveau des centres polyvalents (centre d'information et d'écoute), l'électricité donne vie à ces points de convivialité dans le village, permettant l'accès à l'information et notamment à l'éducation des adultes. Des programmes spécifiques ayant trait à l'agriculture et à la santé peuvent y être diffusés avec l'aide d'animateurs spécialisés et de supports audio-visuels appropriés.

Au niveau des écoles primaires rurales, il y a des exemples édifiants. Des écoles de 6 classes fonctionnant avec 4 instituteurs, ont recouvré le nombre d'instituteurs nécessaires par l'attrait créé par l'électricité solaire ; il y a en outre, une amélioration de l'encadrement des élèves qui rejaillit positivement sur les résultats scolaires.

Au plan des activités créatrices de revenus, des activités de production d'attiéké, de vannerie (pour le Sud-Ouest), et de filature de coton (pour le Nord), naguère difficiles à réaliser la nuit, tendent à reprendre de l'élan dans les villages visités.

Il convient maintenant d'introduire l'électricité solaire dans la micro-irrigation pour la création de revenus.

6-7 Impact écologique (substitution au kérosène)

- Selon des enquêtes que nous avons menées auprès de plusieurs ménages ruraux dont la taille se situe autour de 10 personnes par ménage. Il y a en moyenne 3 lampes tempêtes par ménage de 10 personnes.
- Ces ménages consomment au minimum 6 litres de kérosène par mois soit 2 litres par mois par lampe tempête.
- 1 litre de kérosène coûte actuellement 470 F CFA. Ce qui représente une facture mensuelle de 2.820 F CFA/mois soit 34.000 F CFA/an.
- La fourniture de kits d'éclairage photovoltaïque de 20W à des ménages de même taille remplacerait 72 litres de kérosène par an.

6-8 Considérations économiques

Les données suivantes ont été utilisées pour apprécier l'intérêt économique du prototype de diffusion des panneaux photovoltaïques selon l'approche dite de confort minimum (un panneau de 20Wc, un accumulateur et deux ampoules):

- Un kit PV* de 20 W a une durée de vie de 20 ans,
- Un accumulateur a une durée de vie de 5 ans
- Une ampoule à courant continu a une durée de vie de 3 années (4 heures d'utilisation par jour).

L'amortissement annuel qu'on en déduit serait :

| | | | | |
|--------------------|---|------------------|---|-------------------|
| Panneaux PV | + | Batteries | + | 2 ampoules |
| 20 ans | | 5 ans | | 3 ans |

Les coûts actuels des équipements ci-dessus sont les suivants :

- 300.000 F CFA pour un panneau photovoltaïque sur le marché.
- 40.000 F CFA pour un accumulateur sur le marché.
- 12.000 F CFA pour une ampoule de type économique sur le marché.

L'amortissement annuel d'une telle installation pour un ménage est de 31.000 F CFA, alors que la dépense annuelle de kérosène pour un ménage rural de même taille est de 34.000 F CFA, pour une mauvaise qualité d'éclairage et un usage additionnel de piles pour le fonctionnement des récepteurs de radio pour l'information.

6-9 Enseignements tirés et leçons pour l'avenir

Le coût d'accès à l'électricité solaire peut être réduit, si une électrification à base communautaire destinée aux zones pauvres les plus faiblement desservies est encouragée (une telle option revient à environ 40.000 FCFA/habitant).

Il est indispensable de réfléchir à des formes d'activités génératrices de revenus pour lesquelles l'électricité à courant continu peut être un facteur de développement à l'échelon du village et encourager l'émergence de ces activités car l'éclairage ne procure pas de revenus.

Le concept du "pays rural" et du "village-centre" des plans d'aménagement du territoire en Côte d'Ivoire, développé dans les années soixante-dix (70) autour desquels se trouvent plusieurs villages-satellites, peut être une opportunité d'expérimentation d'une coopérative villageoise de service d'électricité à base communautaire avec tarification et recouvrement des coûts.

PV : photovoltaïque*

L'expérimentation de stratégies innovantes et écologiquement durables en matière d'électricité rurale en tant que facteur de lutte contre la pauvreté est une condition nécessaire à réaliser à brève échéance pour accroître le taux de couverture nationale dans ce domaine.

L'électricité rurale décentralisée à base individuelle ou communautaire, apparaît comme une opportunité à saisir en exploitant différentes options, comme le solaire ou les micro-centrales hydrauliques.

De tels atouts existent en Côte d'Ivoire, et le Micro-FEM en tant que programme pionnier en ce domaine, devrait pouvoir soutenir de telles initiatives.

Deux options sont à priori très appropriées au contexte ivoirien :

1) La première option consiste à cibler les zones à forte potentialité en activités agricoles, où existe un nombre important de coopératives et de mutuelles qui génèrent des fonds importants issus des productions de café et de cacao.

La mutuelle peut servir de structure de garantie en vue d'obtenir un emprunt pour la collectivité villageoise auprès d'un organisme de micro-crédits. Ces organismes de micro-crédits offrent des services bien plus accessibles que les banques classiques.

Les OCBs doivent développer un système mutualiste d'épargne et de crédit au sein de la communauté bénéficiaire en prenant comme argument le renouvellement au bout de 4 à 5 ans des batteries d'accumulateurs de l'énergie produite par les panneaux voltaïques.

2) La seconde option est celle de la mise en place de petites sociétés décentralisées de services publics ruraux qui restent propriétaires des kits PV et qui fournissent l'électricité aux ménages ruraux moyennant un abonnement mensuel à un coût peu élevé; par exemple 500 F CFA le mois soit 6 000 F CFA l'année (ces chiffres proviennent d'enquêtes menées au cours des études préliminaires relatives au PESCM).

Quelques d'infrastructures équipées en panneaux photovoltaïques



Une école primaire équipée en panneaux photovoltaïques
(Kako/Grand-Béréby)



Un centre de santé équipé en panneaux photovoltaïques
(Tangoumassou/Dimbokro)



Un centre de convivialité équipé en panneaux
photovoltaïques (Grand-béréby)

7

L'ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE

Introduction

Le flux d'énergie solaire est estimé à 5Kwh/m²/jour dans un pays comme la Côte d'Ivoire.

Le rayonnement solaire incident qui rencontre un obstacle est réfléchi ou partiellement absorbé.

Le rapport entre le flux de rayonnement réfléchi et le flux de rayonnement incident est appelé albédo. Quand la surface de l'obstacle rencontré est de couleur claire, elle est très réfléchissante ; l'albédo exprimé en pourcentage est alors élevé et est proche de 100%.

Au contraire, quand il s'agit d'un corps noir, celui-ci absorbe quasiment tout le rayonnement incident. L'albédo est donc égal à zéro ou voisin de zéro.

Cette absorption du flux du rayonnement solaire, dégrade le flux d'énergie lumineuse en énergie thermique ; c'est le principe dit des « corps noirs ».

Ce principe est utilisé dans la technologie des serres, soit pour la production végétale, soit pour le séchage solaire des récoltes. Il est également utilisé dans la fabrication des chauffe-eau solaires.

L'une et l'autre de ces deux applications ont été expérimentées par les projets communautaires financés par le Programme de Microfinancements du Fonds pour l'Environnement.

7-1 Le séchage solaire

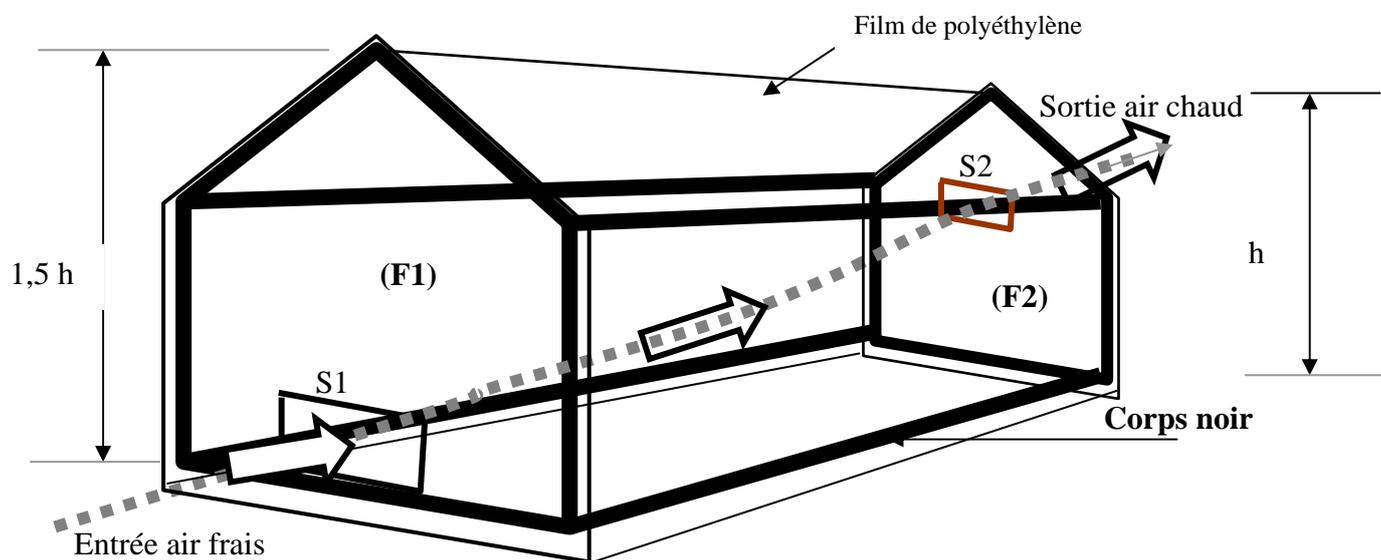
La question du séchage solaire concerne un double enjeu :

Celui de la sécurité alimentaire qui nécessite de disposer de semences de qualité afin d'assurer la survie des populations rurales.

Celui également de réguler l'offre des productions périssables par rapport à la demande après conditionnement par séchage solaire. Ce deuxième enjeu est économique ou commercial ; il vise à améliorer les revenus des producteurs notamment de fruits et légumes en permettant de traiter le surplus de production afin de les mettre sur le marché en période de rareté ou d'inabondance.

Deux modèles de séchoirs solaires ont été expérimentés :

1) Modèle à capteur intégré à l'enceinte chauffante



Dans le modèle ci-dessus, la serre est construite avec un film de polyéthylène résistant aux rayons ultra-violet. On trouve cette matière plastique assez facilement sur les marchés ou dans les quincailleries d'Abidjan.

Le rayonnement incident est d'une longueur d'onde qui facilite la traversée de la serre ; à l'opposé, pour que la serre fonctionne convenablement, il faut que le rayonnement réfléchi soit d'une longueur d'onde qui ne favorise pas une sortie de la serre. Ainsi, l'énergie du rayonnement incident peut être absorbée et dégradée en chaleur. Les parois en maçonnerie de la serre doivent être recouvertes de « **corps noir** ».

On peut à cet effet utiliser une peinture noire ou des pierres de couleur noire qui seront fixées aux parois et au sol avec du ciment et de la colle (colle utilisée dans les carrelages des bâtiments et planchers).

Dans ce modèle, la surface captante n'est pas dissociée de l'enceinte de séchage.

On peut aménager un système d'aération à l'aide de fenêtres isolantes qui permettent de réguler la température intérieure en fonction du niveau de chauffage requis.

Le séchoir est placé face aux vents dominants, selon la terminologie utilisée en aérodynamique. L'air frais et lourd pénètre par les ouvertures (S1) installées au bas du séchoir. L'air intérieur se réchauffe sous l'effet du rayonnement solaire ; il se dilate, devient plus léger et s'élève dans la serre pour sortir par les ouvertures (S2) aménagées en hauteur dans le mur servant de matière chauffante.

Le courant d'air ainsi créé, absorbe l'humidité des produits à sécher.

La construction de la serre de même que l'aménagement des ouvertures doit se réaliser selon les lois de la mécanique des fluides.

La face au vent (F1) de la serre doit être plus haute que la face (F2) sous le vent.

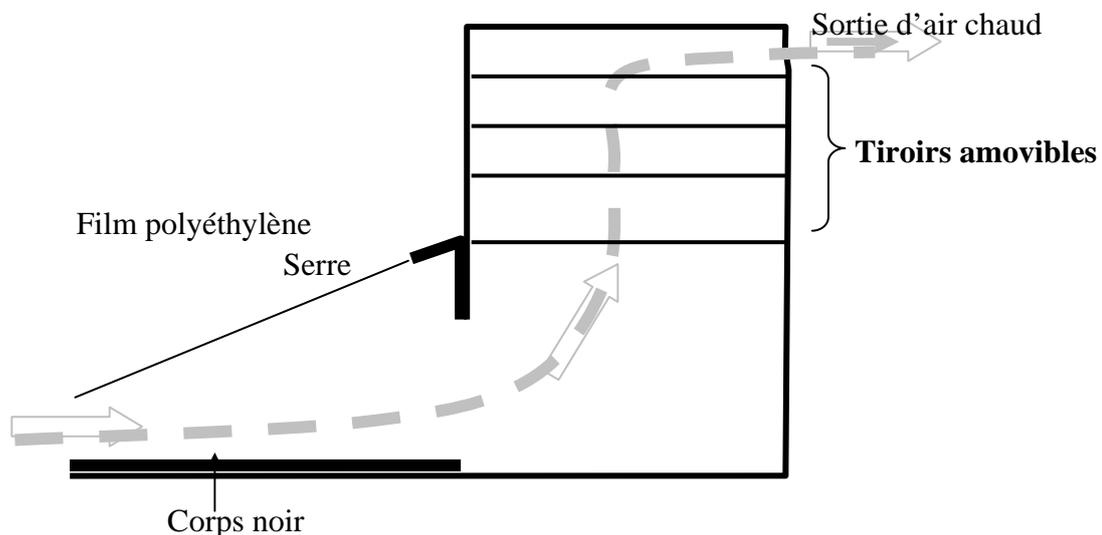
La section de l'ouverture d'entrée d'air frais (S1) doit être également légèrement plus grande que l'ouverture (S2).

Cette forme en fuseau, crée un courant de circulation naturelle de l'air dans la serre de la face F1 vers la face F2.

Par ailleurs, le débit d'air entrant est égal au débit d'air sortant ; et le fait que l'ouverture de sortie de l'air soit rétrécie par rapport à l'ouverture d'entrée, augmente la vitesse de l'air sortant en créant un courant d'extraction de l'humidité.

Dans ce modèle ci-dessus décrit, des tiroirs grillagés ou compartiments sont aménagés dans le sens de la longueur de la serre ; ces tiroirs amovibles ou compartiments permettent de recevoir le produit à sécher.

2) modèle avec capteur dissocié de l'enceinte chauffage



Dans ce second modèle, l'air frais et lourd entre dans une zone de chauffage constituée d'un corps noir et d'un vitrage ou d'un film de polyéthylène jouant le rôle de serre.

L'air chauffé dans la serre ou enceinte de captage, remonte par l'allègement de sa densité et traverse une série d'étagères aménagées dans l'enceinte jumelée où, sont entreposés les produits à sécher.

7-2 Projets réalisés

Les deux variantes ci-dessous décrites ont été respectivement expérimentées à Niéllé dans le Nord, à San-pédro dans le Sud-Ouest et à Tiébissou dans le centre du pays, pour le séchage des céréales et des productions légumières.

Des expériences particulièrement innovantes sont également en cours dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire ; quatre séchoirs solaires à enceinte de chauffage intégrée de 15 m² chacun, ont été réalisés pour le séchage des fèves de cacao.

Chaque séchoir permet de sécher 800 kg de fèves par jour et de ramener le taux d'humidité de 14% à 7% en deux (2) heures de séchage.

Ces informations ont été obtenues par temps de mauvais ensoleillement ; ce qui veut dire que par jour d'ensoleillement idéal, on peut traiter 1.600 kg de fèves de cacao avec un séchoir de 15m².

7-3 Considérations économiques et écologiques

Dans le Sud-Ouest ivoirien, le taux d'humidité fait perdre 20 à 30% de leurs productions aux paysans. On peut dès lors, apprécier aisément l'impact économique des séchoirs solaires dans l'économie du cacao dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. A titre d'exemple, l'Union des Coopératives Agricoles du Bas-Sassandra réalisera un gain financier de près de 18 millions de F CFA correspondant à environ 40 tonnes de cacao soit 20% de leur chiffre d'affaire annuel à partir de l'année 2005.

Au plan de l'impact écologique, on peut simplement mentionner que sans le recours au séchoir solaire, les paysans utilisent le bois de chauffe dans les régions de fortes pluviométries pour sécher les fèves de cacao. Cette pratique donne des fèves de mauvaise qualité et entraîne aussi une consommation élevée de bois de chauffe. Pour sécher 40 tonnes de cacao, il faudrait 2 à 3 fois cette quantité en bois de chauffe.



Intérieur d'un séchoir solaire à capteur intégré à l'enceinte chauffante (San- Pédro)



Séchage de fèves de cacao sur des claies à l'intérieur d'un séchoir solaire (San-pédro)



Séchoir solaire avec capteur dissocié de l'enceinte de chauffage. (Séchage de gombo à Bomizambo/Tiébissou)

7-4 Les chauffe-eau solaires

La question du recours à l'eau chaude dans l'hygiène corporelle en climat tropical chaud, renvoie plutôt à des pratiques culturelles fortement ancrées dans le mode de vie quotidien.

Chez de nombreux peuples ivoiriens, on attribue à l'eau chaude des vertus thérapeutiques et décontractantes ; ce n'est donc pas parce qu'il peut faire froid qu'on se lave à l'eau chaude.

C'est pourquoi en milieu rural, tous les paysans prennent une douche d'eau chaude, le soir au retour de leurs exploitations agricoles.

Cette pratique est si répandue qu'elle se transpose en zone urbaine et singulièrement dans les hôpitaux et centres de santé. Ainsi, lorsqu'un malade vient à être hospitalisé

ou lorsqu'une femme vient à mettre au monde un enfant à la maternité, les parents font quelques réserves de bois de chauffe pour produire de l'eau chaude à usage sanitaire dans l'enceinte de l'hôpital ou de la maternité. Ce spectacle de bois de feu et de fumée, a incité les responsables des hôpitaux et maternités à y installer des chauffe-eau électriques qui tombent hélas très vite en panne, faute de maintenance ou d'entretien.

En zone urbaine, les populations les plus nanties s'offrent des chauffe-eau électriques. L'usage de cet appareil représente très souvent une part importante de leur facture énergétique.

Comme on le voit, l'eau chaude est présente aussi bien dans le monde rural que dans le mode de vie urbain.

Réduire le bois de chauffe destiné à produire de l'eau chaude ou réduire la demande en énergie conventionnelle liée à ce besoin est une des préoccupations des programmes qui s'attachent à promouvoir un développement écologiquement durable. C'est dans cette optique que le Programme de Microfinancements du FEM a financé un projet expérimental visant à produire localement des chauffe-eau solaires, avec le souci de ramener le coût des prototypes réalisés à 50% du coût des prototypes importés. Des modèles dits auto-stockeurs et à thermosiphon ont été produits localement par des artisans formés à cet effet. (cf. illustrations ci-dessous)



Chauffe-eau de type auto-stockeur produit localement (Grand-Bassam)



Chauffe-eau de type thermosiphon importé (hôpital de Dimbokro)



Chauffe-eau de type thermosiphon produit localement (hôpital de Grand-Bassam)

7-5 Projets réalisés

La phase initiale du projet a permis de réaliser une quinzaine de chauffe-eau de type auto-stockeur ; tandis que la deuxième phase vise comme résultat de réaliser localement dix chauffe-eau à capteur avec thermosiphon.

7-6 Impact sur la réduction du bois de chauffe et considérations économiques

L'installation de deux chauffe-eau solaires pouvant produire 500 litres d'eau chaude par jour à la maternité de l'hôpital de Dimbokro (centre de la Côte d'Ivoire) a permis de soulager les parturientes pour les soins des nouveaux-nés. Une enquête réalisée auprès de quarante femmes a montré qu'une femme économise en moyenne 10 kg de bois de chauffe/jour soit environ 2000 F CFA.

Au niveau de la comparaison entre un chauffe-eau solaire et un chauffe-eau électrique, l'avantage comparatif du chauffe-eau solaire n'apparaît que sur le long terme (environ 10 ans) au regard du coût actuel de l'électricité conventionnelle. L'intérêt majeur du chauffe-eau solaire est qu'il s'agit d'une technologie propre dont la diffusion nécessite de trouver un mécanisme particulier à travers la promotion de l'habitat.

7-7 Enseignements tirés et leçons pour l'avenir

- les séchoirs solaires sont très peu connus en Côte d'Ivoire. La préoccupation majeure qui a guidé les projets expérimentaux réalisés, était d'aboutir à des prototypes viables au plan technique et économique afin de les valoriser dans le traitement de nombreuses denrées alimentaires qui pourrissent çà et là à défaut

de pouvoir être conservées. Les produits séchés peuvent constituer des sources importantes de revenus en ce sens qu'ils peuvent être mis sur le marché dans les périodes de non production ou de déficit. Les expériences conduites dans le séchage des fèves de cacao montrent à la fois un intérêt majeur au plan économique et écologique. Globalement les séchoirs solaires peuvent soutenir l'économie agricole s'ils étaient diffusés à une plus grande échelle.

- Quant aux chauffe-eau solaires, la leçon majeure tirée est d'arriver à la mise en place de petites unités industrielles, capables de produire localement ces équipements, afin de les intégrer dans la vaste industrie de production de logements qui s'est développée en Côte d'Ivoire depuis quarante ans, grâce à un mécanisme particulier d'accès au crédit. Ce secteur économique en est le principal débouché.

8

LE BIOGAZ OU LA METHANISATION DES RESIDUS AGROPASTORAUX

La couverture végétale de la Côte d'Ivoire comprend dans sa partie Nord, des savanes herbacées, arbustives et des prairies favorables au développement d'un élevage bovin.

Ainsi dans le Nord, il se pratique aussi bien des élevages intensifs que des petits élevages familiaux.

La question de la valorisation des résidus agricoles remonte sans doute au développement de l'agriculture intensive comme technique de production végétale et animale afin d'accroître les revenus des agriculteurs des pays développés.

La production agricole ou pastorale intensive accroît le rendement par unité de surface cultivée ou exploitée et génère simultanément des quantités considérables de sous-produits communément appelés résidus agricoles.

La production du biogaz, combustible à forte proportion de méthane, pouvant être produit avec le lisier de porc ou la bouse de vache ou à partir d'autres déchets organiques, peut être une opportunité excellente de valorisation des déchets agropastoraux dans une zone écologique où l'approvisionnement en bois devient de plus en plus difficile.

L'expérience décrite ci-après est donc une initiative démonstrative destinée à montrer une voie possible de valorisation de la bouse de vache, du lisier ou de la fiente etc.

Une telle expérience est possible dès lors que l'élevage produit suffisamment de déchets facilement fermentescibles.

Dans le Nord de la Côte d'Ivoire, où l'élevage de bovins est très important, il a été expérimenté l'emploi de la bouse de vache dans un projet de biogaz destiné aux cantines scolaires.

8-1 Paramètres de dimensionnement du bio-digesteur.

La disponibilité en matière organique ne doit pas être un facteur limitant lorsqu'on éprouve le besoin de recourir au biogaz.

La proximité d'une ferme d'élevage (volaille, ovin, caprins, bovins) doit être une exigence de base ; à défaut il faut disposer de résidus végétaux fermentescibles de grande quantité (déchets de manioc par exemple).

Le calcul du volume utile, c'est-à-dire le volume de biogaz nécessaire par jour peut se faire à partir d'estimations basées sur des équivalents énergétiques avec d'autres sources d'énergie notamment le bois de chauffe. A titre d'exemple, 1 m³ de biogaz à la pression normale équivaut à 2,5 kg de bois de chauffe.

Sur cette base si le besoin en bois de chauffe dans un pays tropical humide comme la Côte d'Ivoire est évalué à 1-2 kg/jour par personne, le besoin équivalent en biogaz sera de 0,4-0,8 m³/jour/personne.

Le volume utile n'est pas le volume total du digesteur ; celui-ci doit tenir compte à la fois du volume occupé par le substrat en fermentation et du volume utile, c'est-à-dire le volume occupé par le biogaz.

En général, le volume total du bio-digesteur est égal à 1,3 fois le volume utile.

8-2 Choix du type du digesteur et mode de stockage du biogaz

Le type de digesteur expérimenté en Côte d'Ivoire est le digesteur de type « continu ». Dans cette variante, l'arrivée de boues fraîches c'est-à-dire la matière organique à fermenter ou intrant se réalise en même temps que la sortie des boues minéralisées.

Ce processus d'alimentation en boues fraîches et d'évacuation des boues minéralisées est possible grâce à la différence de densité entre les boues fraîches qui sont plus lourdes que les boues minéralisées. La fixation de la bâche se fait de manière étanche sur un support scellé dans la paroi supérieure du digesteur.

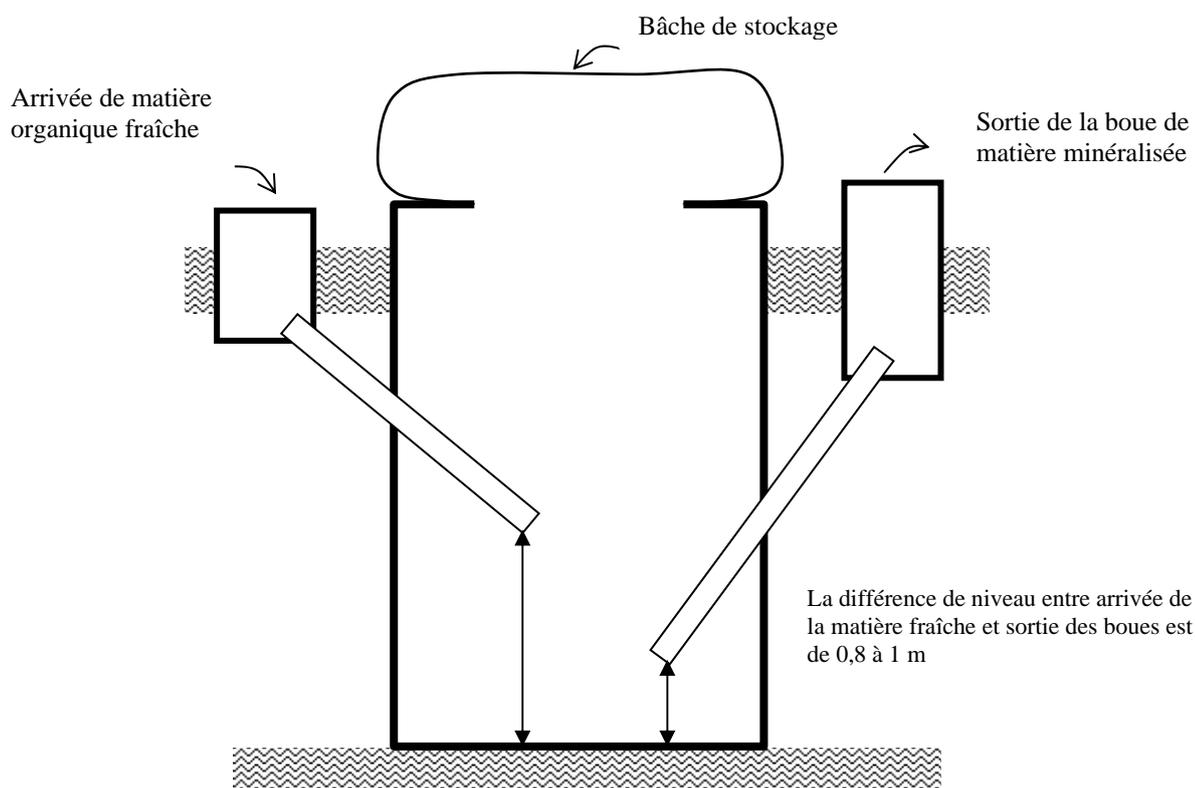
Le volume de la bâche doit se calculer de manière à stocker une quantité suffisante de biogaz afin d'assurer les besoins énergétiques pour une certaine durée ; par exemple 3 à 4 jours voire une semaine. Si l'on estime que les boues sont entièrement minéralisées au bout d'une semaine, il faudra prévoir un réapprovisionnement en boue tous les 5 jours environ. Le gazomètre extérieur construit avec du bois (voir photo page 43), sert également à accroître la pression du biogaz produit pour permettre de stocker les besoins de 3 à 4 jours dans le volume utile, calculé pour les besoins énergétiques d'une journée à la pression normale.

8-3 Calcul de la superficie d'une bâche

Si nous avons un bio-digesteur de forme rectangulaire de longueur A et de largeur B et si nous estimons que la hauteur de la bâche remplie doit atteindre 1 m au minimum et que la largeur de la partie scellée dans le bio-digesteur est égale à 0,5 m, la superficie de la bâche sera : $(A + 3)(B + 3)$; le chiffre 3 vient du calcul suivant : $(1 + 0,5) \cdot 2$.

Par mesure de précaution, on peut prévoir une bâche pouvant atteindre $(A+5)(B+5)$; ce qui permet de stocker du gaz de 2 mètres de hauteur.

COUPE D'UN BIODIGESTEUR



8-4 Projets réalisés

5 unités de biogaz d'une capacité de l'ordre de 15 m³ chacune ont été construites pour des écoles primaires équipées de cantines scolaires dans le Nord de la Côte d'Ivoire au profit de près de mille (1.000) élèves.

Le Nord de la Côte d'Ivoire est apparu comme la zone idéale pour expérimenter les bio-digesteurs parce que des projets similaires avaient été réalisés par la coopération allemande dans le cadre d'un programme d'appui à l'élevage bovin.

Dans le souci de répliquer ces expériences ailleurs, le Fond de Développement de la Formation Professionnelle (FDFP) a cofinancé avec le Micro-FEM un projet de renforcement des capacités de plusieurs artisans ivoiriens dans la construction des bio-digesteurs.

Le coût d'un bio-digester de 10 m³ de volume utile selon le modèle en alimentation continue réalisé dans la région de Korhogo (Nord de la Côte d'Ivoire) est d'environ 1.500.000 F CFA soit près de **US\$ 3,000**.

8-5 Impact du biogaz sur la réduction du bois de chauffe

Une école primaire qui sert 100 repas le midi, et qui n'est pas équipée de fourneaux améliorés ni d'unité de biogaz consomme environ 1500 kg de bois de chauffe. Ce qui veut dire que cette quantité de bois est supprimée par l'installation d'un digesteur à biogaz pouvant produire un volume de 10m³ de biogaz par jour. Ce volume couvre largement les besoins de la cantine scolaire d'une telle école.

8-6 Enseignements tirés et leçons pour l'avenir

Les tentatives de réduction du coût d'un bio-digester afin de faire passer le coût à moins d'un million FCFA (~US\$ 2,000) ont été peu concluantes pour un digesteur de 10 m³.

Dès lors, il convient d'indiquer que ce genre d'initiative ne peut pas être réalisé par des ménages ruraux. Le coût restant un facteur limitant pour la variante de bio-digesteur que savent réaliser les artisans locaux.

Il serait judicieux dans le contexte ivoirien de ne cibler que les fermes individuelles suffisamment rentables ou les coopératives agricoles pour diffuser de telles innovations. Ce public a la capacité de financement nécessaire et cette condition est indispensable dans une optique de pérennisation des innovations introduites en milieu rural.



Unité de biogaz construite à Komborodougou pour une cantine scolaire (Nord de la Côte d'Ivoire)

CONCLUSION GENERALE

Au regard des leçons thématiques ou sectorielles que nous avons présentées, il me semble urgent d'envisager une réflexion dans le moyen et le long terme sur la stratégie d'accès durable aux énergies. Cette stratégie peut se construire autour des pôles principaux suivants :

1. La gestion durable des ressources ligneuses du terroir au regard des besoins en bois-énergie ;
2. La valorisation énergétique de la biomasse non conventionnelle ;
3. La fourniture décentralisée de l'électricité en milieu rural.

1. La gestion durable des ressources ligneuses du terroir au regard des besoins en bois-énergie.

Le terroir villageois n'est pas illimité ; il s'arrête là où commence le terroir d'un autre village. Avec l'accroissement démographique et l'aggravation de la pauvreté, le bois de chauffe est à la fois la seule source d'énergie du monde rural mais également une source de revenus à travers sa commercialisation en zone urbaine par les populations rurales et périurbaines.

Dès lors, l'exploitation du bois de chauffe n'est plus destinée aux besoins exclusifs de la communauté villageoise, on coupe davantage de bois de chauffe pour faire face aux besoins financiers urgents de la famille.

Or la productivité naturelle en bois mort des forêts et notamment des savanes est limitée ; en effet, il faut rappeler que dans le passé récent, les communautés ne s'approvisionnaient qu'en bois mort pour les besoins énergétiques. Aujourd'hui la demande en bois de chauffe du marché urbain s'accroît en raison des nombreuses activités de restauration collective et aussi du manque d'accès au gaz butane par nombre de ménages urbains.

Pour satisfaire une telle demande, on exploite le bois frais qu'on fait sécher en tas ou on le transforme en charbon pour l'approvisionnement des villes. Le long des grandes routes qui desservent les agglomérations urbaines, on rencontre de nombreux entrepôts de charbon de bois qui donnent l'image d'une véritable industrie minière.

Le bois se fait donc de plus en plus rare dans les savanes du nord et du centre de la Côte d'Ivoire. Pour inverser cette tendance, il faut combler le déficit par des plantations d'arbres dans le terroir villageois qu'on peut distinguer en trois parties :

- Le terroir des jachères

Les jachères constituent les zones privilégiées de coupe de bois de chauffe. Cependant, les jachères sont déjà appauvries en bois-énergie pour deux raisons essentielles : la culture sur brûlis et l'exploitation antérieure du bois au moment où ces terres étaient cultivées.

On peut reboiser des jachères notamment avec des légumineuses ligneuses locales dans le souci de ne pas fragiliser les écosystèmes par l'introduction d'espèces non locales.

Le reboisement par les légumineuses offre un double avantage ; il permet une plus grande disponibilité de bois à brève échéance en même temps qu'il favorise la refertilisation des sols pour les usages agricoles à venir.

- Le terroir agricole ou cultivé

La mise en culture des terres dans les pays tropicaux humides fait appel à la création de clairière par la technique de la culture sur brûlis. Le feu est mis aux racines des grands arbres qui meurent quelques temps après. D'une façon générale, le bois mort de faible diamètre est exploité à de fins domestiques pour l'énergie de cuisson alors que les grands arbres morts sont rarement exploités. On peut donc réfléchir à une exploitation du terroir cultivé qui tienne aussi compte des besoins en bois-énergie afin d'éviter le pourrissement des grands arbres tués lors de la création de clairières alors que ceux-ci auraient pu être tronçonnés et débités à des fins énergétiques. Il faut réapprendre aux paysans que la gestion appropriée des ressources ligneuses du terroir agricole, peut pourvoir à une plus grande demande en bois de chauffe en attendant sa mise en jachère.

Par ailleurs, il est possible de réfléchir à la sélection de plantes locales dont les branches peuvent repousser rapidement sans qu'elles ne produisent un feuillage abondant ou gênant, afin de les utiliser comme tuteurs des plantes grimpantes tel que l'igname qui est l'une des principales plantes alimentaires en Afrique de l'ouest littorale.

Ces plantations d'arbres pourraient être harmonieusement combinées avec l'agriculture vivrière afin de fournir du bois de chauffe aux paysans.

- Le terroir boisé et les forêts

Certaines reliques de forêts sont particulièrement pauvres en bois de chauffe ; on peut y réintroduire quelques espèces locales à croissance rapide et à bon pouvoir calorifique. La recherche scientifique en aménagement forestier devrait porter un regard particulier sur la maîtrise des techniques élémentaires de création des pépinières et d'enrichissement des espaces boisés en ressources ligneuses destinées au bois de chauffe.

Il serait particulièrement judicieux que chaque village africain ait son parc à bois de chauffe créé sur des terres périphériques des zones boisées non exploitées à des fins agricoles et non loin des villages.

2- La valorisation énergétique de la biomasse non conventionnelle

La biomasse conventionnelle dans le domaine de l'énergie domestique est le bois de chauffe. Toute biomasse non constituée par le bois de chauffe pourrait faire l'objet d'une analyse de son pouvoir calorifique et des conditions de son utilisation afin d'être valorisée à des fins d'énergie domestique. C'est le cas notamment des parches de café, du son de riz, de la sciure de bois auxquels on met le feu en créant une double perte écologique, à savoir la destruction d'une ressource abondante et quasi-gratuite d'énergie et la non utilisation de l'énergie produite.

3- La fourniture décentralisée de l'électricité en milieu rural

- Les micro-centrales hydrauliques.

Le réseau hydraulique ivoirien est suffisamment important pour envisager l'expérimentation des micro-centrales hydrauliques. La densité des affluents et des sous-affluents des principaux fleuves qui traversent le pays et dont la majorité sont des cours d'eau pérennes constituent des atouts à exploiter. Malheureusement, à ce jour, peu ou pas de micro-centrales hydrauliques sont en service en Côte d'Ivoire.

La stratégie nationale qui consiste à confier la production et la distribution de l'électricité à une seule société privée, guidée par des normes de gestion conformes aux préoccupations des pays occidentaux, maintient une grande partie des populations des hameaux et villages reculés dans l'impossibilité d'accès à l'électricité. Il convient de reconsidérer cette option politique afin de combiner l'existence d'une grande société nationale avec plusieurs petites sociétés communales ou intercommunales ayant des seuils de rentabilité moins élevés.

- L'électricité solaire

L'électricité solaire est une opportunité pour les nombreuses communautés rurales éloignées des réseaux de transport de l'électricité conventionnelle.

Si le coût d'accès semble prohibitif a priori, on peut soutenir sa diffusion par des mécanismes de crédits appropriés. Dans les régions de forte productivité agricole, l'électricité solaire peut offrir de multiples avantages aux communautés rurales en dehors de l'éclairage ; il s'agit notamment de la téléphonie et du fonctionnement des micro-ordinateurs qui peuvent devenir de puissants moyens à la disposition des paysans pour les échanges d'informations sur les prix et les quantités de produits à écouler. Les expériences menées à travers les microprojets du Fonds pour l'Environnement Mondial montrent le niveau d'enthousiasme élevé des populations

pour ces projets, pour lesquels elles participent au tiers du coût des installations réalisées.

Pour conclure, il convient d'insister sur la nécessité de sortir des schémas figés conçus pour une minorité dite solvable afin de penser des stratégies d'accès à l'énergie par tous à travers plusieurs paliers de services en adéquation avec les pouvoirs d'achats des différentes couches sociales et singulièrement de celle constituées par les populations rurales.

Le développement durable passe certainement par la gestion durable des énergies. Il faut s'atteler à traduire cette exigence dans les faits.

ESTIMATION DES ECONOMIES EN CO₂

ESTIMATION DU VOLUME DE CO₂ ECONOMISE PAR LA DIFFUSION DES FOURNEAUX AMELIORES

➤ Fourneaux améliorés réalisés : 5000

- La taille moyenne d'une famille en milieu rural est de 8 personnes.
- Chaque famille fait au moins un repas par jour.
- Le besoin énergétique par personne est de 2 kg soit 16 kg par famille.
- La quantité de bois économisée par famille est de 8kg sur la base d'une économie de 50% réalisée par l'adoption des fourneaux améliorés.
- Le pouvoir calorifique spécifique du bois sec à l'air : **4 Kwh/kg**
- La chaleur dégagée par le bois économisé : $4 \times 8 = 32 \text{ Kwh}$
- Le volume de CO₂ économisé par Kwh : **0,19 m³/Kwh.**
- Le volume de CO₂ économisé par fourneau amélioré /jour /famille : $0,19 \times 32 = 6 \text{ m}^3$
- Le volume de CO₂ économisé par 5000 fourneaux par jour : $6 \times 5\,000 = 30\,000 \text{ m}^3$
- Le volume annuel de CO₂ économisé est environ **11 millions de m³.**

ESTIMATION DU VOLUME DE CO₂ ECONOMISE PAR LA DIFFUSION DES PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUE

➤ **Panneaux photovoltaïques installés : 500 kits de 20 W**

- Avant le projet, chaque ménage consomme au moins 72 litres de kérosène par an.
- Après l'installation du kit, le ménage ne consomme plus de kérosène
- Pouvoir calorifique spécifique du kérosène : **9,3 Kwh**
- La chaleur dégagée par la combustion des 72 litres : $72 \times 9,3 = \mathbf{669,6 \text{ Kwh}}$
- Volume de CO₂ économisé par an/kit de 20Wc : $0,14 \times 669,6 = \mathbf{94 \text{ m}^3}$
- Le volume de CO₂ économisé par an pour les 500 kits installés : $500 \times 94 = \mathbf{47 \text{ 000 m}^3}$
- Sur la base d'une durée de vie de 20 ans, le volume de CO₂ qui sera économisé est estimé à **940 000 m³**

BIBLIOGRAPHIE CONSULTEE

- ARRIGNON, J (1987) : Agro-écologie des zones arides et subhumides, ACCT, Paris
- Ministère Français des relations extérieures, de la coopération et du développement, (1983) : Le biogaz, GRET, Paris.
- GITONGA, Stephen (2005) : Simplified approach for taking stock of community contribution to global GHG reduction, UNDP/GEF/SGP.

L'AUTEUR



Cyriaque N'GORAN est Docteur-Ingénieur de l'Université d'Abidjan Cocody et Diplômé d'Etudes Approfondies (DEA) en Ecologie. Il est également Ingénieur du Génie Rural (EIER) et Ingénieur du Génie Sanitaire (Rennes).

Avant d'occuper le poste de Coordonnateur National du Programme PNUD/FEM de microfinancements en janvier 1993, il était Sous-directeur des Politiques Environnementales en Côte d'Ivoire.