

REPUBLIQUE DU SENEGAL
Un Peuple – Un But – Une Foi

LE MECANISME POUR LES PROGRAMMES FORESTIERS NATIONAUX (FAO)

**UNION NATIONALE DES COOPERATIVES
DES EXPLOITANTS FORESTIERS DU SENEGAL**
U.N.C.E.F.S

SUPPORT DE COURS

**FORMATION A LA MEULE
CASAMANCE ET AU FOUR
MATI**

FORMATION DESTINEE AUX ORGANISMES D'EXPLOITATION
FORESTIERE ET AUX MEMBRES DES OCB

DAKAR, NOVEMBRE 2005

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION

I-PRODUCTION FORESTIERE : Exemple de la campagne d'exploitation forestière 2004

II THEORIE SUR LA CARBONISATION

- 2.1 Trois modes de carbonisation
- 2.2 Les quatre phases de la carbonisation et les deux modes de tirage
- 2.3 Les caractéristiques du charbon de bois et les facteurs de conversion
- 2.4 Avantages de l'utilisation du charbon de bois
- 2.5 Les différentes utilisations u charbon de bois

III DESCRIPTION DE LA MEULE CASAMANCE

IV DESCRIPTION DU FOUR MATI

V FORMATION DES ORGANISMES D'EXPLOITATION FORESTIERE ET DES MEMBRES DES ASSOCIATIONS VILLAGEOISES

- 5.1 Cours théoriques
- 5.2 Cours pratiques et évaluation de la formation
- 5.3 Agenda de la formation
- 5.4 Evaluation finale de formation

V- ANNEXES 1 & 2 ILLUSTRATIONS MONTAGE MEULE CASAMANCE ET FOUR MATI

VI RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

INTRODUCTION

a) Au Sénégal, la politique menée dans le sous- secteur des combustibles domestiques se concentre essentiellement sur l'approvisionnement et la consommation des zones urbaines. Cette consommation, principalement sous forme de charbon de bois, contribue à la dégradation du couvert forestier. L'objectif visé, est, d'une part, rationaliser les conditions de production des combustibles ligneux et d'autre part, élargir la gamme des combustibles de biomasse afin de réduire de manière significative, la pression exercée sur les formations forestières.

Le sous-secteur forestier représente 5% du secteur primaire ; il joue un rôle essentiel pour le maintien de la fertilité des sols, la fourniture de plus de la moitié des besoins énergétiques et la conservation de l'environnement. Selon le rapport « Sénégal : identification de projets dans le secteur forestier, mission FAO/Banque Africaine de Développement, 1996 », les formations forestières représentent 11,9 millions d'ha avec un volume sur pied de 331,3 millions de m³. La productivité annuelle serait de 8,6 millions de m³ mais les volumes, accessibles, étant donné les difficultés d'accès, seraient de 3 à 6 millions de m³/année.

Le bois, fournit 92% des besoins énergétiques des ménages. On estime que les consommations en bois de feu est de 1,5 millions de tonnes de bois et celle du charbon de 1,8 millions de tonnes de bois/an, soit un total de 3,3 millions de tonnes ou 4,2 millions de m³. La consommation additionnelle en l'an 2010 serait de 1 million de m³ environ/an.

Selon le rapport « Exploitation Forestière : Contexte-problématique et politique (portant sur un atelier de réflexion) sur la filière charbon de bois tenu du 20 au 22 Mars 2001 Ministère de l'Energie/Projet Sénégal-Allemand des Combustibles Domestiques » le bilan énergétique est caractérisé de nos jours, au niveau de l'énergie primaire, par la prépondérance de la consommation des combustibles ligneux. Ce type de combustible est essentiellement utilisé par les ménages et provient de l'exploitation des forêts naturelles. Il représente 60% du bilan énergétique et satisfait 90% de la consommation énergétique des ménages. D'où la place importante qu'occupent les combustibles domestiques ligneux dans la vie socio-économique des populations.

Cette forte demande en bois de feu et en charbon de bois a entraîné la régression des formations forestières et le recul du front d'exploitation qui jadis était proche de la capitale Dakar, se situe actuellement dans les régions Sud et Sud-Est : Tambacounda et Kolda, 500 à 700 km de Dakar.

Afin d'inverser cette tendance, des essais en carbonisation visant à améliorer la meule traditionnelle ont été entrepris à partir de 1977 au cours des deux

projets FAO/PNUD SEN/71/522 (Inventaire des Forêts de Basse et Moyenne Casamance) et SEN/78/002 (Aménagement de la Forêt de Tobor).

b) POTENTIALITES ET CONTRAINTES DU SOUS-SECTEUR FORESTIER

-Potentialités : Le pays dispose d'un potentiel appréciable à savoir :

- La présence de formations forestières importantes à l'est et au Sud du pays ;
- L'existence (du PAFS qui fournit une) d'un cadre stratégique et de travail pour le développement du sous-secteur forestier (le Plan d'Actions Forestier du Sénégal) ;

La politique forestière 2005-2025 vise à contribuer à la réduction de la pauvreté grâce à la conservation et à la gestion durable du potentiel forestier et de la biodiversité , au maintien des équilibres socio-écologiques en vue de satisfaire les besoins des populations en produits forestiers ligneux et non ligneux à travers, notamment, la mise en œuvre cohérente de la politique de régionalisation/ décentralisation .

- La mise en place de politiques appropriées pour répondre aux problèmes de gestion des ressources naturelles. Les lois de Décentralisation de 1996 (lois 96-06 et 96-07 du 22 Mars 1996 : décret 96-1134 du 27 Décembre 1996) ont intégré la gestion des ressources naturelles (GRN) aux neuf (9) compétences transférées du niveau national au niveau local ;
- Une volonté politique de rationalisation des politiques foncières a été annoncée en 1996 dans le Plan d'Action Foncier ;
- La législation forestière a progressivement instauré le renforcement des droits privés et encouragé une exploitation environnementale des ressources forestières par le biais, notamment, d'un nouveau code forestier au début de l'année 1998 (loi 98-03 du 8 Janvier 1998 et décret 98-164 du 20 février 1998).
- Le Plan National d'Action Environnemental du Sénégal (PNAE) a officiellement été approuvé par les collectivités locales et le gouvernement en Septembre 1997. Ce document d'orientation de même que les politiques mentionnées, vise à promouvoir une approche décentralisée et participative de la gestion environnementale ;
- Ces politiques de GRN prometteuses ouvrent la voie à une plus large application de la politique économique et institutionnelle, comme en témoigne la loi (loi 84-37 du 11 Mai 1984) reconnaissant légalement les Groupements d'intérêt Economique (G.I.E.) qui réduit les

lenteurs bureaucratiques avec la création d'organisations menant des activités commerciales, notamment les activités de gestion et d'exploitation des ressources naturelles ;

- La Direction des Eaux, Forêts, Chasses et de la Conservation des Sols (DEFCCS) dispose de cadres compétents au niveau central et au niveau déconcentré ;
- Depuis 1970, les bailleurs de fonds ont toujours apporté au Gouvernement du Sénégal un soutien financier et technique afin de lutter contre la désertification par le biais de projets/programmes. Les actions d'envergure ont commencé en 1970 avec les grands chantiers de reboisement en régie pour juguler le processus de dégradation des écosystèmes. Ce furent les projets de première génération. La seconde génération de projets vit le jour en 1980 avec la mise en œuvre de bois de villages et de plantations communautaires, Ces projets ont évolué vers une troisième génération avec la prise en compte d'autres activités comme l'appui à la réalisation de brise-vent, bosquets familiaux et haies vives.

Les années 1990 ont été marquées par la Foresterie Rurale consistant à développer une foresterie d'intégration de l'arbre dans les systèmes ruraux de production (gestion participative des formations forestières, aménagement des terroirs, protection et amélioration des sols etc)

Les réalisations en matière de plantations de 1981 à 1998 sont les suivantes (extrait du rapport DEFCCS, atelier mars 2003) :

- a) Plantations massives : 245.063 ha
- b) Plantations en régie : 58.114 ha
- c) Plantations Communautaires : 162.586 ha
- d) Plantations de mise en défens et de régénération naturelles : 31.661 ha

Total plantations = 497.424 ha

Contraintes : Les principales contraintes sont les suivantes :

- i) inégale répartition des ressources forestières (à l'Est et au Sud du pays) et de la population (littoral et centre du pays), ce qui entraîne des tensions si l'approvisionnement des centres urbains en charbon de bois est réalisé sans intéressement par les populations.
- ii) régression des formations forestières,
- iii) augmentation de la demande en charbon de bois liée à l'importance et à la croissance de la population urbaine,

- iv) manque d'informations récentes sur les données d'exploitation des régions forestières (Tamba et Kolda),
- v) faiblesse des moyens d'intervention du service forestier,
- vi) le front d'exploitation, localisé jadis dans des zones proches de la capitale, recule régulièrement pour atteindre aujourd'hui des zones situées à plus de 400 voire 700 km de celle-ci,
- x) les fraudes sur les coupes et l'insuffisance du contrôle des produits forestiers ligneux et non ligneux en circulation.

I PRODUCTION FORESTIERE : exemple de la campagne d'exploitation forestière 2004

1.1- DISPOSITIONS GENERALES

Les modalités d'exécution de la campagne d'exploitation forestière 2004 ont été définies par l'arrêté N° 000550 du 06 février 2004. Ainsi, la date limite de la délivrance des permis de coupe a été fixée le 15 juin pour le charbon de bois et le 30 juin pour les autres produits contingentés.

La campagne a été surtout marquée par un certain nombre de dispositions portant sur :

- Le maintien du quota de charbon de bois à 500 000 Quintaux
- La prorogation de la délivrance des permis de coupe au 31 juillet 2004, pour tous les produits contingentés
- La poursuite de la cartographie des chantiers d'exploitation dans la région de Tambacounda

1.2 RAPPEL DE LA REPARTITION DES QUOTAS

Tableau 1- Répartition du quota par nature de produits _CEF2004.

PRODUITS	QUOTA			TOTAL
	KOLDA	TAMBA	ZIGUINCHOR	
Charbon (qx)	302 850	197 150	0	500 000
Bois d'œuvre (pied)	1 710	0	0	1 710
Bois sculpture (pied)	24 670	25 330	0	50 000
Panneaux crinting (unité)	20 000	15000	0	35 000
Tiges de bambous (unité)	5 000	0	0	5 000
Bois menuiserie (pied)	200	190	130	520
Palmiers et rôniers morts (pied)	30	0	60	90
Pirogues (pied)	50	0	50	100
Autres espèces (pied)	20	50	10	80

La répartition du quota entre les différentes régions d'exploitation forestière tient compte de la disponibilité des ressources des programmes d'aménagement en cours.

1.3 DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE

Le début de la campagne d'exploitation forestière est marqué, dans les régions, par la tenue de la réunion de notification de quotas aux organismes d'exploitants forestiers. Ces rencontres ont été tenues selon les lieux et dates ci- après :

- région de Kolda : le 27 février 2004, à Kolda, sous la présidence du Président du Conseil régional ;
- région de Tambacounda : le 15 mars 2004, à Tambacounda sous la présidence du Premier Secrétaire élu du Conseil régional. A la veille de ladite rencontre, le Président avait organisé une concertation entre les Présidents de Conseil rural et des représentants de l'UNCEFS conduits par leur Président ; cette concertation était axée sur la problématique d'une gestion durable des ressources forestières de la région.

1.3.1. Le charbon de bois :

L'exploitation du charbon de bois est ouverte dans les régions de Kolda et de Tambacounda au niveau de dix sept (17) communautés rurales dont dix (10) dans la région de Kolda et sept (07) dans la région de Tamba
Cette activité est menée par cent quarante six (146) organismes d'exploitants forestiers ainsi constitués :

- Cinquante trois (53) GIE ;

- Quatre vint cinq (85) coopératives ;
- Sept(08) sociétés.

1.3.1.1 Exécution du quota ordinaire au niveau des communautés rurales

Un quota d'encouragement de 37 350 quintaux déductible du quota global a été distribué à des organismes d'exploitants forestiers, à titre d'encouragement pour les actions de reboisement menées durant la campagne 2003. En plus de cette quantité, un quota communal de deux mille (2 000) quintaux a été mis en place au niveau des Chefs d'Inspection de Kolda et de Tamba. Ce quota est destiné exclusivement à l'approvisionnement des communes de leurs régions .

Ainsi, un quota initial de 460 650 quintaux a été distribué à l'ensemble des organismes. De façon générale le taux d'exécution est satisfaisant 96,7% (99,7% à Tamba, 95,1% à Kolda). A noter que parmi les organismes bénéficiaires de quota, seul le GIE Taku Kiguey CEPF n° 36/DK n'a pas exécuté la quantité qui lui était allouée.

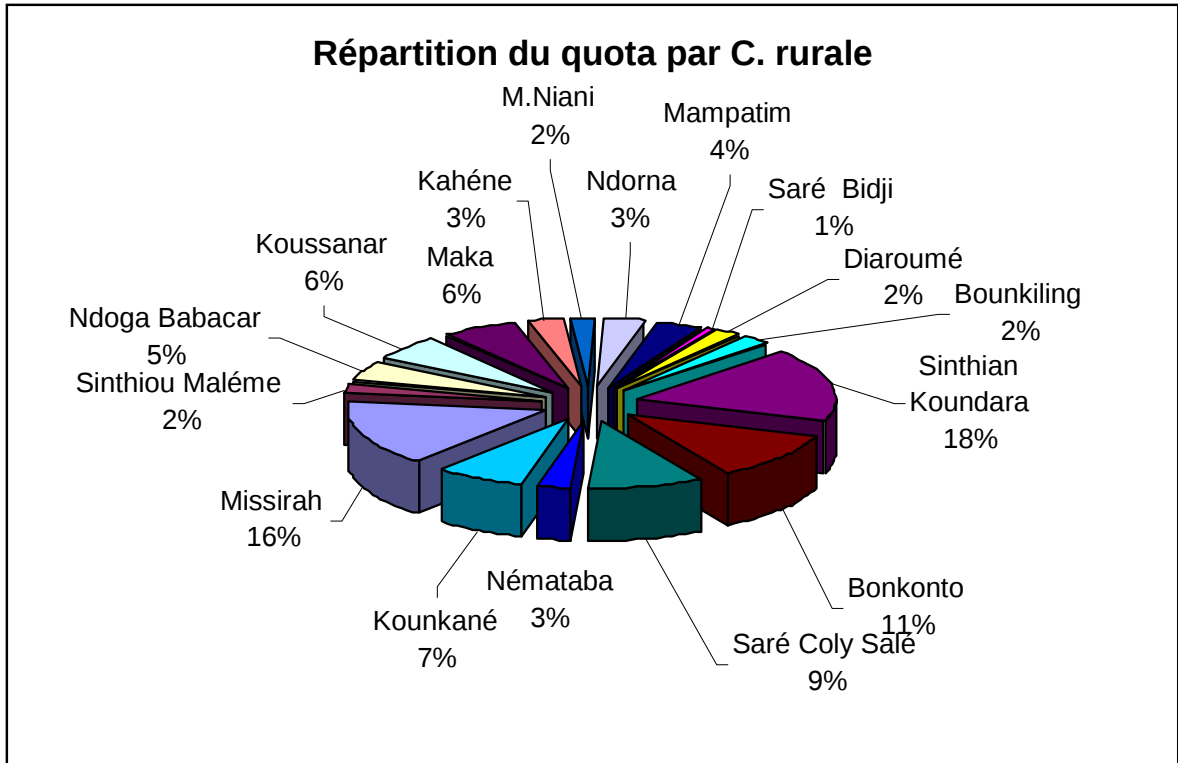
La situation d'exécution du quota ordinaire au niveau des communautés rurales est présenté au tableau 3.

Tableau- Exécution du quota ordinaire au niveau des communautés rurales_ CEF 2004.

N° Ordre	Communauté rurale	Alloué	Exploité	T%exéc
1	Missirah	64 600	64 600	100
2	Sinthiou Maléme	7 200	7 200	100
3	Ndoga Babacar	16 200	16 200	100
4	Koussanar	21 900	21 880	100
5	Maka	27 700	27 700	100
6	Kahéne	12 050	11 600	96,3
7	Maléme Niani	9 150	9 150	100
S/Total Région Tamba		158 800	158 330	99,7
8	Ndorna	16050	16025	99,8
9	Mampatim	20450	20450	100
10	Saré Bidji	2150	1930	89,8
11	Diaroumé	11000	8150	74,1
12	Boumkiling	10300	7500	72,8
13	Sinthian Koundara	87550	85630	97,8
14	Bonkonto	57000	55765	98,9
15	Saré Coly Salé	47150	45505	96,5
16	Némataba	14700	13250	88,1
17	Kounkané	35500	32806	92,4
S/Total Région Kolda		301850	287011	95,1
TOTAL GENERAL		460 650	445 341	96,7

1.3.1.2 Exécution du quota national de charbon de bois

Le graphique ci-après montre le niveau de répartition du quota national de 500 000 quintaux par communauté rurale.



Les communautés rurales de Sinthiang Koundara, Bonkonto (région de Kolda) et Missirah dans la région de Tamba sont celles qui accueillent le plus de quantités à exploiter : 18%, 11% et 16% respectivement. Par contre, Saré Bidji, Bounkiling, Diaroumé, (région de Kolda), Malème Niani, Sinthiou Maléme (région de Tamba) reçoivent chacune 2% du quota national.

Sur un quota global de 500 000 quintaux, 483 016 quintaux ont été exploités, soit un taux d'exécution de 96,6%. La contribution de chaque communauté rurale dans cette production est représentée dans le graphique ci-dessous. Compte tenu du taux d'exécution du quota, la tendance notée au niveau de la répartition du quota par communauté rurale est la même en qui concerne la participation de chaque communauté dans la production de charbon de bois.

1.3.1.3 Analyse de la quantité exploitée

Tableau 5 Situation des quantités exploitées au 31-12-04_ CEF 2004_

Qté exploitée (qtx)	Qté circulée (qtx)	Qté déposée (qtx)	Qté NCND (qtx)
REGION KOLDA			
287 086	147 722	50 476	88 888
REGION TAMBA			
195 930	137 484	55 156	3 290
CUMUL			
483 016	285 206	105 632	92 178

1.4- PERSPECTIVES POUR LA CAMPAGNE D'EXPLOITATION FORESTIERE 2005

La campagne d'exploitation forestière 2005 devrait être marquée par une ferme volonté d'intégrer la production de charbon de bois dans une stratégie de gestion durable des formations forestières. De ce fait et de façon progressive, elle ne serait plus considérée comme une action isolée qui ne contribue pas à sécuriser nos massifs forestiers mais, comme un mode de production durable intégrant l'ensemble des préoccupations des différents acteurs. Ainsi, l'année 2005 verra la mise en œuvre d'une part, des plans de gestion préparés dans le cadre de l'exécution du PROGEDE dans les forêts communautaires de Thièwal et Saré Gardi, dans la région de Kolda, de Missirah/Kothiary et de Nétéboulou, dans la région de Tamba et d'autre part, des zones de productions contrôlées (ZPC) dont deux dans la région de Kolda et deux autres dans la région de Tamba. Dans ces ZPC, en attendant la généralisation des plans de gestion dans l'ensemble des formations naturelles mises en exploitation, des schémas simples d'aménagement seront mis en place.

Ainsi, le quota de cinq cent mille (500 000) quintaux serait maintenu pour le charbon de bois et trois scénarii mis en place pour satisfaire cette production :

- une exploitation classique maintenue mais réduite;
- une production en zone aménagée qui sera faite sous deux formes :
 - o par les populations locales à travers les Comités villageois de Gestion et de Développement (CVGD) mis en place,
 - o par entente CVGD et Organismes d'exploitants forestiers, là où ces populations ne pourront pas prendre en charge la production attendue, du fait de leurs possibilités très limitées ;

- une production de charbon dans les ZPC et en zones aménagées avec la meule casamance;

La mise en œuvre des deux derniers scénarii (exploitation en zones aménagées et dans les ZPC) devrait permettre de satisfaire au moins 30% du quota. Cette démarche devrait connaître une nette progression les années à venir, dans le but d'inverser la tendance en minimisant la production classique au profit de celle faite dans les formations sous aménagement et les ZPC.

II THEORIE SUR LA CARBONISATION

Le charbon de bois s'obtient par pyrolyse du bois. Elle consiste en la dégradation des trois polymères végétaux à savoir la cellulose, l'hémicellulose et la lignine qui composent le bois.

La carbonisation fournit trois produits :

- le charbon de bois ;
- les acides pyroligneux et les goudrons ;
- les gaz.

Le charbon de bois contient 75 à 85% de carbone variant d'une méthode de carbonisation à une autre. A ce titre, les cornues donnent un charbon de bois contenant plus de 80% de carbone.

Quatre paramètres influencent la production de charbon de bois :

- la température finale de réaction,
- la rapidité de carbonisation ;
- l'appareillage utilisé ;
- la matière première de départ.

2.1 trois modes de carbonisation

- a) la carbonisation par combustion partielle : l'énergie nécessaire à la carbonisation est fournie par la combustion d'une partie de la charge (meules, fosses, fours en briques, fours métalliques). Le bois est préalablement disposé dans une enceinte fermée (terre, brique, métal)
- b) la carbonisation par chauffage externe : l'énergie nécessaire est fournie à la charge par un foyer de chauffage externe par l'intermédiaire d'une surface d'échange (vase clos, cornue, fûts de 200 litres)
- c) la carbonisation par contact de gaz chauds : l'énergie nécessaire à la carbonisation est fournie par des gaz chauds provenant d'un foyer externe et mis en contact direct avec la charge (fours industriels).

2.2 Caractéristiques du charbon de bois

- densité réelle : 1,3 à 1,5 g/cm³
- dureté : en relation avec la densité du bois utilisé
- humidité : 1 à 16%
- teneur en matière volatiles (hydrocarbures) : 7 à 30%
- teneur en carbone fixe : 80 à 90%
- valeur calorifique : 7,1 Kcal/gr
- soufres et phosphore : traces
- cendres : 0,5 à 10%

NB : Hydrocarbures : composé binaire de carbone et d'hydrogène

2.3 Rendements d'une carbonisation

Rendement pondéral

Si M = Masse brute du bois enfourné (masse humide)

M_o = Mass anhydre (masse de matière sèche)

Humidité sur brut : $\frac{M - M_o}{M}$

M = masse de charbon produit (anhydre)

- le rendement sur matière brute $\frac{M}{M} = m$

- le rendement sur matière anhydre $\frac{M}{M_o} = m$

Rendement sac par stère : c'est le nombre de sacs de charbon de bois produit divisé par le nombre de stères de bois enfourné ;

$$\frac{\text{Nombre de sacs de charbon produit}}{\text{Nombre de stères enfourné}}$$

Rendement volumique (par sacs) c'est le nombre de sacs de charbon produits ;

Rendement volumique : c'est le ratio volume de charbon produit par le volume de bois initial : **(volume charbon produit / Volume bois initial)**.

2.4 Les quatre phases de la carbonisation

On peut schématiquement définir quatre phases :

- a) **la combustion** : c'est une phase courte et permet d'initier une combustion vive à l'intérieur du four. Le feu est mis à une partie de la charge en faisant pénétrer beaucoup d'air dans le four ;
- b) **la déshydratation** : la charge de bois libère l'eau qu'elle contient. La température est supérieure à 100° C et est inférieure à 250° C ;
- c) **La carbonisation proprement dite** : C'est la phase exothermique au delà de 280° C. Une petite quantité d'air est donc nécessaire. La température moyenne est généralement comprise entre 400 et 500 ° C. On peut toutefois obtenir des températures de 700 ° C.
- d) **Le refroidissement** : le four est fermé hermétiquement. Le four refroidit au contact de l'air et la température redescend à l'ambiante.

2.5 Deux modes de tirage

- a) **le tirage direct** : les fumées sont directement évacuées. L'air pénètre par le bas du four et les fumées évacuées par le haut (fours verticaux). Dans les meules traditionnelles utilisées au Sénégal, l'air pénètre par les événements ouverts dans la partie haute et au fur et à mesure que la carbonisation avance, ils sont fermés et d'autres sont ouverts en allant vers le bas jusqu'à la carbonisation complète. Les fumées sont évacuées par les mêmes événements.
- b) **Le tirage inversé** : l'air pénètre par les événements placés au bas du four et les fumées sont évacuées par une à quatre cheminées (Meule Casamance, fours métalliques, four Mati).

Facteurs de conversion

1 stère de bois : un m³ de bois empilé ; 0,45 à 0,80 m³ (volume du contenu solide)

1 calorie : quantité de chaleur nécessaire pour élever la température d'une gramme d'eau à 1° C

1 kilo calorie : quantité de chaleur nécessaire pour élever la température d'un kg d'eau à 1° C

1 kcal : 4190 joules

Valeur calorifique : c'est le nombre de kcal émis quand 1 gr d'une substance est complètement brûlé

a. charbon : 7,1 kcal/ gr

b. bois anhydre : 4,7 kcal/ gr

c. bois sec à l'air : 3,5 kcal / gr ; c'est la raison pour laquelle le séchage du bois est nécessaire pendant 2 à 3 mois avant la carbonisation afin d'obtenir de bons rendements.

2.4 Avantages du charbon de bois :

Le charbon de bois représente à l'heure actuelle l'énergie de cuisson de loin la moins coûteuse (excepté le bois) et la plus abordable pour la majorité des ménages urbains à petits revenus.

C'est ainsi que le charbon de bois est très apprécié par les consommateurs en plus des avantages suivants :

- a. Le charbon de bois peut être vendu en petites quantités qui sont nécessaires à la préparation immédiate de nourriture et n'engage aucun capital, comme c'est le cas pour le gaz butane très répandu en ville comme en campagne (consigne de bouteille, quantité de gaz acheté) ;
- b. le charbon de bois brûle sans fumée et ne provoque pas de flammes dangereuses comme c'est le cas pour le bois de feu ouvert ;
- c. l'émission de chaleur se régule dans un fourneau approprié au charbon de bois plus facilement et beaucoup plus efficacement que dans un foyer de biomasse (il y actuellement les fourneaux améliorés appelés Diambar vulgarisés par le PROGEDE) ;
- d. le charbon de bois se stocke sûrement et sans perdre ses qualités aussi durant une période longue ;
- e. Finalement, le charbon de bois a un pouvoir calorifique assez élevé 7,1 kcal/gr (pour le bois anhydre 4,7 kcal/gr et le bois sec à l'air 3,5kcal/gr).

2.5 Les différentes utilisations du charbon de bois

On peut citer celles-ci :

- combustible ménager dans les pays à faible revenu ;
- forges, artisanat
- sidérurgie, métallurgie ;
- carbone pour gazogène ;
- chimie ;
- charbon actif

La qualité du charbon requise dépend du type d'utilisation. Dans beaucoup de pays en développement, le charbon de bois est utilisé pour la cuisine, l'artisanat (fondeurs de marmites, forgerons, bijoutiers, c'est le cas du Sénégal) et la petite industrie (fabrique de ciment).

Cependant, l'emploi de fourneaux à charbon efficaces est aussi important que l'utilisation de techniques améliorées de carbonisation.

On peut citer au Sénégal l'utilisation des fourneaux suivants :

- fourneau malgache : très répandu ;

- le fourneau sakkanal : deux types de fourneaux métalliques sakkanal ont été mis au point au Centre d'Etudes et de Recherches sur les Energies Renouvelables (C.E.R.E.R de Dakar).

Ces deux fourneaux font l'objet d'une campagne de diffusion au Sénégal (fourneau monomarmite et fourneau multimarmite).

- le fourneau diambar et le réchaud amul font l'objet de vulgarisation par le Programme de Gestion Durable et Participative des Energies Traditionnelles et de Substitution (PROGEDE)

III DESCRIPTION DE LA MEULE CASAMANCE

3.1 La meule Casamance (VOIR ANNEXE 1)

C'est dans ce domaine que les essais du projet PNUD/FAO SEN/71/522 ont été les plus intéressants.

On a commencé par reprendre les essais du four métallique « Mark V », mais on a constaté que l'investissement nécessaire était prohibitif (3000 dollars à l'époque), compte tenu du prix de vente possible du charbon. De même, la cornue qui fonctionne de façon semi continue, produit un charbon d'excellente qualité et une quantité importante de pyroligneux tout en utilisant comme combustible de la sciure, déchet habituellement inutilisé.

Malheureusement, l'investissement était élevé et le travail pénible (3000 dollars US). Avec l'arrivée d'un expert du Peace Corps, ont été commencés les essais visant à améliorer les techniques de carbonisation de la meule traditionnelle. L'expert et son homologue ont réussi à augmenter le rendement en agissant sur les conditions de carbonisation.

Deux constatations avaient été faites sur la meule traditionnelle :

- I. lenteur de la phase carbonisation due à une mauvaise aération de la meule ;
- II. rendement anhydre trop bas (16 à 20%) due à une irrégularité de la carbonisation qui laissait trop d'incuits ou nécessite une prolongation de la carbonisation avec comme conséquence une auto-combustion du charbon.

Partant de ces constatations et en compulsant la documentation existante, l'attention de l'expert et de son homologue a été attirée par la meule suédoise qui monte la meule sur un plancher et installe une cheminée à l'extérieur.

Au cours des essais entrepris, l'équipe du projet modifia la construction du plancher qui se fit avec des bois ronds (15 à 20 cm) disposés radialement sur

lesquels sont disposés circulairement de petits bois (3 à 7 cm de diamètre), ce qui assurait une bonne circulation de l'air. La cheminée simple de la meule suédoise à 60 000 FCFA a été remplacée avec trois fûts de 200 litres soudés (12 à 15000 FCFA), les fonds ont été conservés en ne gardant fixé au fût qu'une largeur de 15 cm pour former une chicane qui refroidit les gaz en les conduisant dans le fond de la cheminée où une petite ouverture permet la récupération de l'acide pyroligneux (utilisé en remplacement de la créosote 300FCFA/litre) pour le traitement des produits issus des éclaircies en teckeraies. Cette cheminée, qui se déplace autour de la meule, active l'aération de la meule et diminue la durée de la carbonisation. Les résultats enregistrés avec cette meule appelée meule Casamance, ont été très intéressants :

- augmentation du rendement anhydre : +30%
- augmentation du rendement/stère : +50%
- réduction du temps de carbonisation : -30%

La Meule Casamance n'est pas simplement une meule traditionnelle sénégalaise améliorée mais une technique de carbonisation combinant la forme cônica de la meule traditionnelle sénégalaise et la cheminée métallique en acier transformée plus tard en trois fûts de 200 litres en plus du plancher de la meule traditionnelle suédoise.

Le coût de la cheminée composée de trois fûts ne dépasse guère 25 000 FCFA/ unité pour une durée de vie d'au moins de deux ans.

Par ailleurs, la Meule Casamance est très adaptée à l'aménagement de forêts naturelles et de plantations.

L'arrangement du bois est particulier et requiert une formation pratique d'au moins de trois à quatre jours.

L'allumage implique aussi une présence continue des charbonniers jusqu'à la fin du processus afin de maximiser les rendements en charbon de bois.

Enfin, la Meule Casamance permet de recueillir l'acide pyroligneux et les goudrons grâce à la cheminée qui joue un rôle de condensateur des produits provenant du bois carbonisé.

Montage et carbonisation d'une Meule Casamance

Après le nettoyage de l'emplacement de la meule, **la première étape** consiste à faire le plancher. Celui-ci est composé de rondins moyens disposés radialement sur lesquels sont placés tangentiellement et d'une façon compacte, les petits bois.

La deuxième étape constitue l'arrangement de toute la charge en commençant par les gros bois au centre de la meule, suivis par les moyens et les petits bois se trouvant à l'extrémité du plancher.

La meule est entièrement recouverte de petits bois en construisant simultanément la chambre à air qui permet une bonne circulation de l'air et de placer la cheminée à la direction opposée à celle du vent dominant.

La troisième étape : c'est la couverture entière de la petite meule avec des herbes et de la paille. Elle est ensuite couverte de terre.

La quatrième étape consiste à l'allumage et à la conduite de la carbonisation. L'allumage requiert la présence des charbonniers jusqu'à la fin du processus de carbonisation.

Après la cuisson (disparition des fumées), la cheminée est enlevée et la meule laissée durant au moins 24 heures pour son refroidissement. Dès que la cheminée est enlevée, la meule est nettoyée, les herbes et la paille sont enlevées et de la nouvelle terre est utilisée pour la couvrir.

La cinquième étape consiste à défourner le charbon de bois qui après refroidissement, est ensaché pour avoir la production du nombre de sacs/meule et le rendement pondéral.

IV DESCRIPTION DU FOUR MATI

Description du four (extrait du rapport de Mr J. LEJEUNE , le four de carbonisation amélioré- la meule à tirage indirect (mati)

Le four dit "amélioré", mis au point par les projets MAG/84/011, MAG/89/016, UTF/MAG/069/MAG (1988-1994) et la Société Fanalamanga, est un four en terre à tirage inversé. Le four est une combinaison de la meule casamançaise et de la meule traditionnelle malgache. Il a les mêmes avantages que la meule Casamançaise du point de vue rendement mais il est plus proche de forme (rectangulaire) et de taille (5 à 12 stères selon la disponibilité du bois) du four traditionnel malgache. Il se construit à peu près comme le four traditionnel avec une petite fosse de 30 à 50 cm de profondeur.

Le four amélioré s'avère très facile à charger (four rectangulaire), à allumer (côté opposé à la cheminée) et à conduire. De plus, il n'est pas très coûteux, car la cheminée est constituée de tôles de fût de 200 litres. La plaque métallique est "enroulée" pour prendre la forme d'une cheminée et non pas soudée comme celle de plusieurs fours à tirage inversé.

Les entrées/sorties d'air sont assurées par 2 événements, réalisés par le creusement d'un canal qui mène l'air vers le fond de la fosse. Les événements sont creusés du

même côté du four à droite et à gauche de l'emplacement de la cheminée. La cheminée métallique de 25 cm de diamètre et de 1,5 m de haut assure l'évacuation de la fumée. La cheminée est placée sur un canal similaire aux événements.

Mise en oeuvre du four (ANNEXE 2)

Pour mener à bien une carbonisation, quelques règles sont à appliquer e.g.:

- l'air doit pouvoir pénétrer uniformément dans la charge de bois afin d'éviter une combustion inégale;
- la taille des bois, la densité des essences et l'humidité doivent être plus ou moins homogènes;
- à l'exception des événements, l'enveloppe de terre du four doit être aussi étanche que possible;
- les bois de gros diamètres doivent être placés dans les zones restant très chaudes le plus longtemps (centre du four et près de la cheminée).

Constitution de la grille

Les longerons placés à la base du système permettent la libre circulation d'air et des gaz de carbonisation à l'intérieur de la charge.

Selon les dimensions et l'humidité du bois, les longerons seront constitués de billes de 5 à 15 cm de diamètre: 5 cm, si le bois à carboniser est petit et sec; 15 cm, si le bois est gros et humide. Le rangement du bois se fait toujours perpendiculairement aux longerons (la direction de carbonisation se fait perpendiculairement aux fibres de bois).

L'air entre dans le four par la base et passe à travers les bois. L'expérience a montré que la mise en place de la grille est un travail très important afin d'obtenir une carbonisation uniforme et réussie.

Chargement du four

Un plancher de bois de petit diamètre est placé sur la grille. Le point d'allumage est préparé sur ce plancher en dehors du centre du four, à l'opposé des événements et de la cheminée.

Un empilage serré du bois dans le four permet de le charger au maximum. Cela force les fluides provenant de la carbonisation de circuler à travers la charge de bois à l'intérieur du four avant de s'échapper à l'extérieur par les cheminées. Le bon contact des fluides chauds avec la charge sèche le bois et facilite la carbonisation. Le rendement du four sera élevé car l'énergie contenue dans les gaz chauds est partiellement utilisée et les déperditions de

chaleur sont réduites. Donc, le transfert de chaleur à l'intérieur du four est rendu facile par un entassement serré.

L'empilage homogène et dense du bois doit empêcher les fuites d'air qui créeraient des zones précocement consommées alors que le reste du chargement serait pratiquement intact (incuit).

En outre, un empilage serré diminue le risque d'effondrement des fours couverts de terre. Une densité uniforme du chargement lui permet de se stabiliser pendant qu'il se rétrécit.

Allumage

Après l'empilage du bois, on recouvre la meule avec des feuillages, de la paille et ensuite de la terre. La zone du point d'allumage ne doit pas être complètement recouverte de terre. Cette technique permet d'avoir un tirage direct pendant l'allumage.

L'allumage de la charge s'effectue à l'aide des petits bois, des brindilles ou des braises généralement placées au point d'allumage. La charge de bois est allumée par quelques pelletées de braises jetées au point d'allumage. Le feu est activé par des ouvertures creusées à la base et à la partie supérieure de l'enveloppe. Le feu se développe rapidement au centre de la charge. La température de la charge commence à monter et l'eau contenue dans le bois s'évapore et s'échappe sous forme de fumée blanche. La charge de bois perd progressivement son eau. La durée de la phase de déshydratation est fonction de l'humidité du bois.

Conduite du four

Lorsque le feu a bien pris et que la carbonisation commence, l'enceinte doit être étanchéifiée par une opération appelée luttage. Elle consiste à éviter toute entrée et sortie d'air sauf par les orifices préconçus à cet effet. L'objectif consiste à conserver la température élevée de la phase exothermique. Il est donc important de surveiller attentivement la progression du front de carbonisation.

L'avancement du front de carbonisation se fait perpendiculairement à la longueur de la meule. Il est matérialisé par l'affaissement de la partie carbonisée. Si une partie du chargement se carbonise plus vite qu'une autre, il faut boucher l'évent opposé à cette partie et ainsi de suite.

La fin de la carbonisation est matérialisée par:

- L'affaissement de toute la meule;
- L'observation de la fumée bleue très légère et transparente dans la cheminée; et

- L'apparition des braises dans les événements.

Défournement

Lorsque le charbonnier estime que la carbonisation est terminée, il faut immédiatement procéder à la fermeture (colmatage ou luttage) de tous les orifices susceptibles de laisser passer de l'air. On laisse alors la charge se refroidir. Un four de terre, comme le four amélioré, ne se refroidit jamais totalement. Selon les conditions météorologiques, on peut commencer le défournement presque immédiatement après la fermeture du four.

Pour collecter le charbon, on enlève la couche de terre superficielle puis le charbon est récolté avec une fourche. L'ensachage du charbon immédiatement après défournement est déconseillé car une braise non-éteinte peut provoquer l'endommagement de tout le sac.

Rendement d'un four amélioré

Selon le climat, l'humidité du bois et l'expérience du charbonnier, le rendement d'un four amélioré était mesuré entre 15 et 22 %. Cela représente le double ou dans certains cas le triple du rendement d'un four traditionnel. En plus, vu le processus de récupération de la chaleur de fumée et la progression systématique du front, le charbon est moins friable que le charbon produit dans des fours traditionnels.

De nombreux paramètres influent sur la carbonisation. Les facteurs les plus importants sont les suivants:

- Température de pyrolyse;
- Rapidité du processus;
- Matière première utilisée;
- Technique suivie;
- Qualification de l'opérateur;
- Conditions météorologiques.

V FORMATION DES ORGANISMES D'EXPLOITATION ET DES MEMBRES DES ASSOCIATIONS VILLAGEOISES

Cette formation, organisée par l'Union Nationale des Coopératives des Exploitants Forestiers du Sénégal (UNCEFS) avec l'appui financier de la FAO, s'effectuera au niveau d'un site dans chaque région (Kolda et Tambacounda) et se subdivisera en deux sessions de dix jours chacune par site.

Dans chaque session, une meule Casamance de cent (100) stères sera montée et carbonisée parce que les charbonniers utilisent de grosses meules.

Il sera procédé conjointement à la comparaison entre le four Mati et la Meule Casamance. Une charge de dix à douze stères sera enfournée dans chaque des deux fours.

Ainsi, la formation portera sur le four Mati et la Meule Casamance.

5.1 Cours théoriques sur le terrain

- définitions de la Meule Casamance et du four Mati avec des dessins et des croquis;
- choix et préparations des sites de carbonisation ;
- identification des espèces de flore susceptibles d'être carbonisées ;
- coupe et enstérage du bois ;
- les différentes étapes de construction des deux fours avec des dessins et des croquis;
- les différents exposés des consultants sur la politique du Sénégal en matière de bois énergie ainsi que les enjeux.

5.2 Cours pratiques

- préparation de deux sites pour les deux fours ;
- montage des deux fours ;
- carbonisation ;
- refroidissement ;
- défournement ;
- mise en sacs ;
- comparaison des deux fours sur le plan de la production de sacs de charbon;
- évaluation de la formation.

Chaque session regroupera vingt cinq (25) participants et la formation sera dispensée par Messieurs Ibrahima NDIAYE et El Hadji NDIAYE.

Le premier assurera la coordination technique et le second sera chargé de l'assistance technique.

5.3 Descriptif d'une session de formation à dérouler sur 10 jours

La première session démarre le 9 novembre 2005 et s'achèvera le 18 novembre 2005 et la deuxième session commencera le 19 du même mois et se terminera le 28 du mois dans la région de Tambacounda. Le site de formation retenu est celui du Nétéboulou.

A Kolda, la formation va démarrer le 5 décembre 2005 pour se terminer le 14 du même mois tandis que la deuxième session commence le 15 et s'achèvera le 24 du même mois. Le site de la formation sera à Sinthiang Koundara/Bonkonto.

5.4 Agenda des cours théoriques et pratiques

Un (01) jour pour l'installation des participants au chantier (nettoyage du site, dressage des tentes, corvée d'eau, achat de denrées alimentaires etc.) ;

- Trois (03) jours de formation théorique dont 1 sur la politique, et 2 sur les techniques de carbonisation avec leurs avantages et inconvénients ;
- (notion de stère, de plancher, de diamètre en fonction du volume de bois, couche de gros bois etc.) ; montage, habillage et finition de deux meules de vingt (20) stères dont une meule Casamance et une meule traditionnelle pour faire la comparaison ;
- Quatre (04) jours de carbonisation durant lesquelles les notions relatives au conditionnement, au transport et à la commercialisation seront abordées ; mais aussi la surveillance de l'évolution pratique de la carbonisation en appliquant les concepts vus au plan théorique ;
- Un (01) jour pour le refroidissement et le défournement ;
- Un (01) jour de mise en sac et pesée suivi de l'évaluation du stage.

Ce qui fait un total de dix (10) jours par session.

Evaluation des participants : l'évaluation des participants va porter sur les aspects pédagogiques et organisationnels. Pour ce faire, des fiches d'évaluation seront élaborées.

Phase finale

- Elaboration et validation des rapports de formation ;
- Elaboration du rapport financier de l'activité ;
- Restitution du rapport final de l'activité.

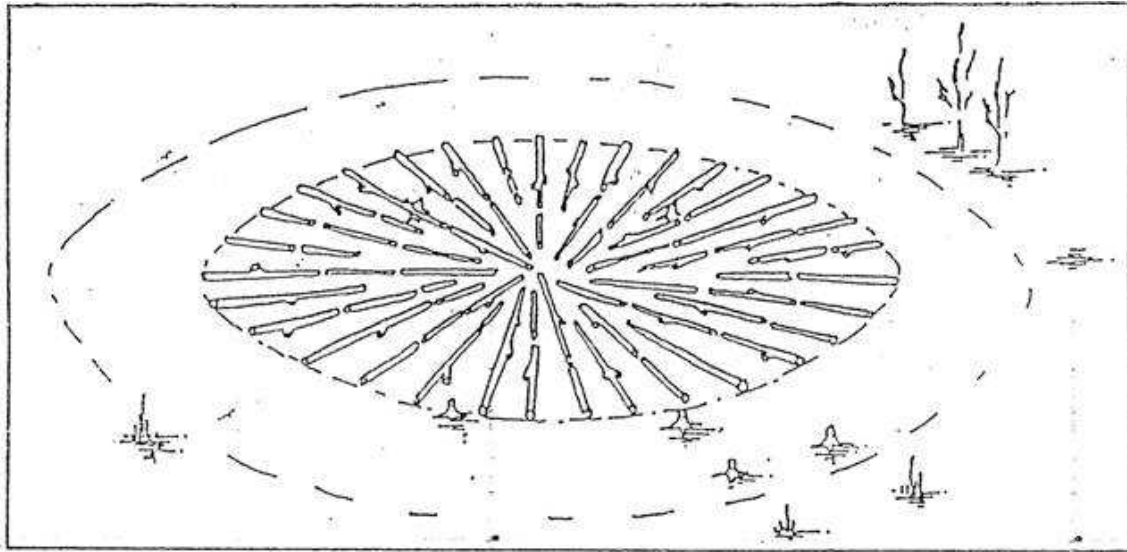
5.5 Evaluation finale de la formation

	Passable	Abien	Bien	Tbien	excellent
1 Que pensez-vous des conditions d' hébergement en forêt ?					
2 Quelle a été la qualité des cours théoriques et pratiques sur la meule casamance et le four marin dispensés par les deux formateurs?					
3 Etes-vous en mesure de monter et carboniser ces deux techniques de carbonisation sans assistance?					
4 Pensez-vous que deux techniques sont plus rapides en temps de cuisson et fournissent plus de charbon que la meule traditionnelle?					
5 Auriez-vous besoin d'un recyclage sur ces deux techniques de carbonisation? QUAND?					

VI- LES ANNEXES

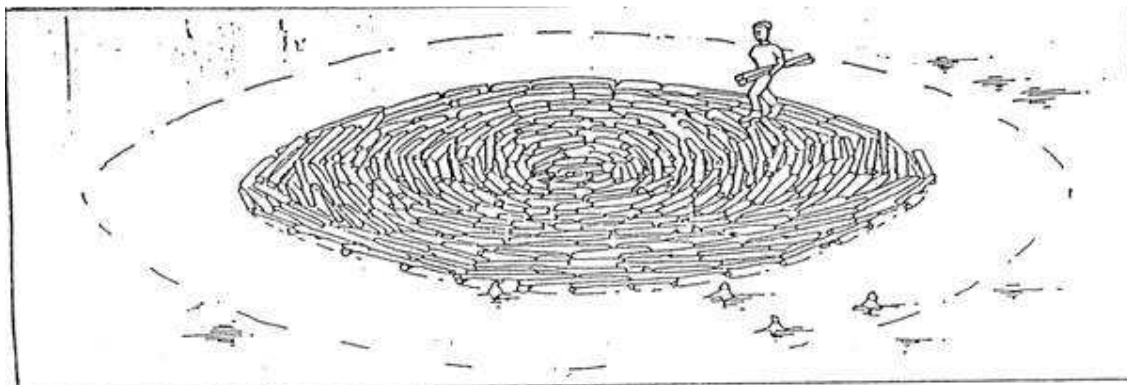
ANNEXE 1 : MONTAGE MEULE CASAMANCE

PHASE 1 : CONSTRUCTION DU PLANCHER



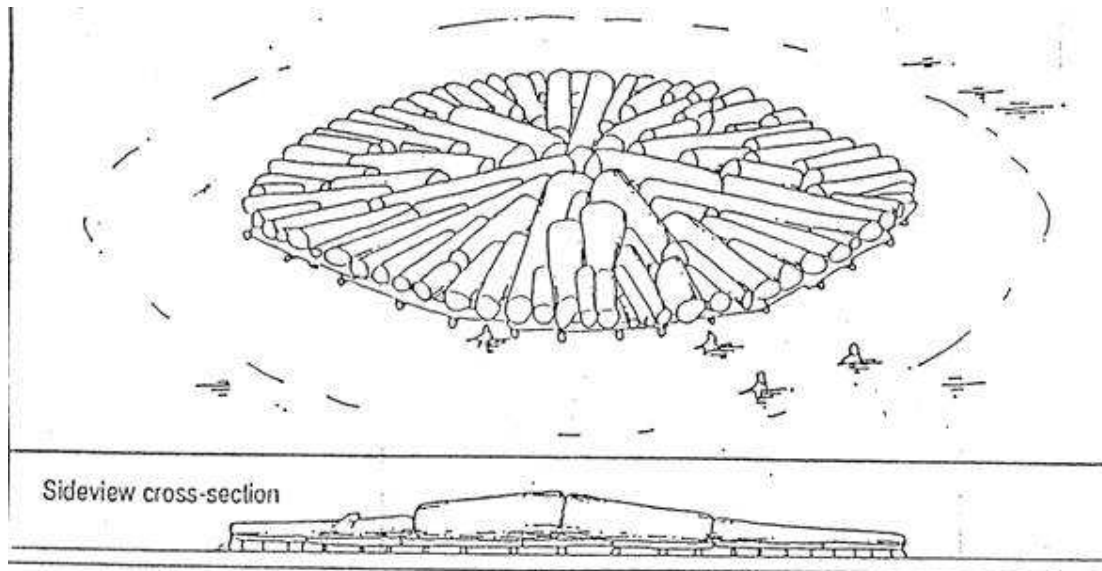
Début du plancher de la meule casamance.
Cette première couche est composée de moyens bois.

PHASE 2 : CONSTRUCTION PLANCHER (SUITE)



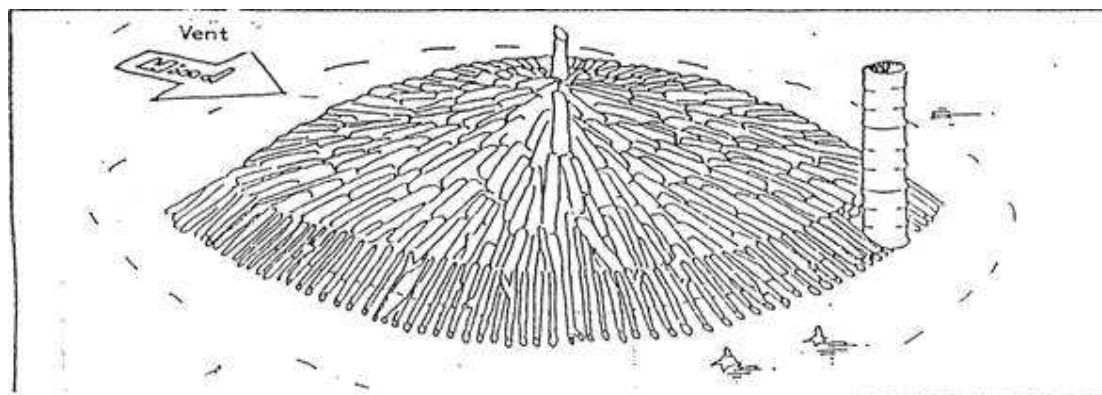
Plancher complet de la meule casamance.
La deuxième couche est composée de petits
bois.

PHASE 3 : VUE CROSS SECTION PLANCHER



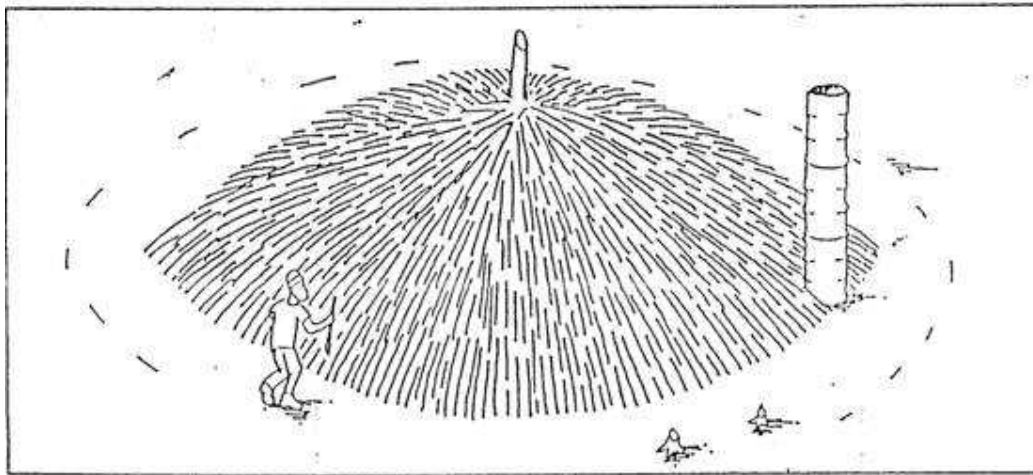
Le montage du bois après la construction
du plancher

PHASE 4 : FIN PROCESSUS MONTAGE AVEC MISE EN PLACE DE LA CHEMINEE



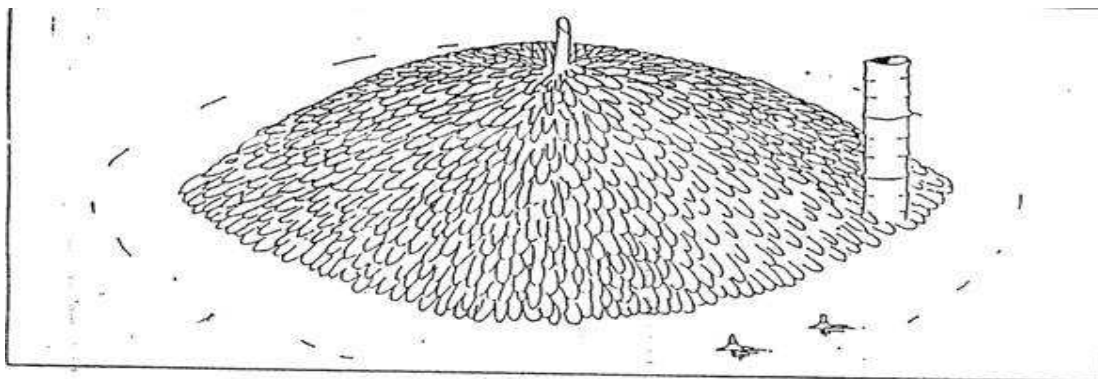
La fin du processus de montage avec la construction
de la chambre à air et la mise en place de la cheminée.

PHASE 5 : COUVERTURE DE LA MEULE PAR DU PETIT BOIS



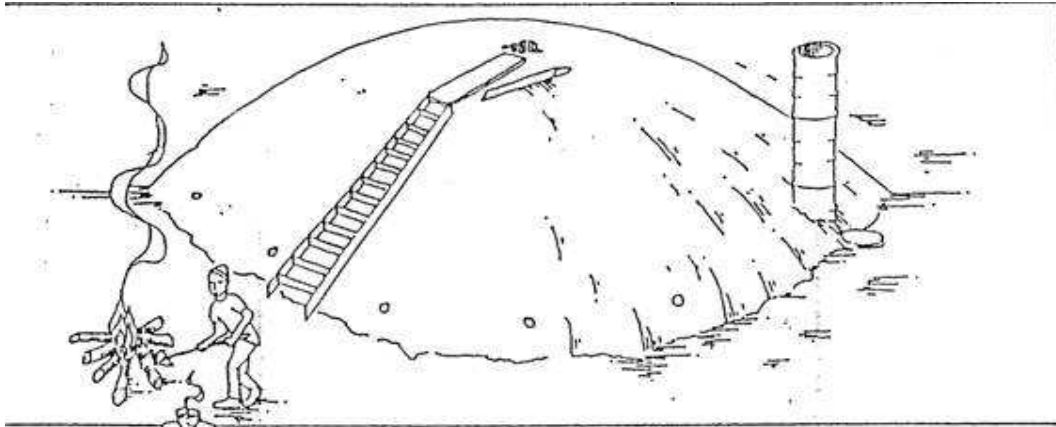
La meule casamance est couverte entièrement de petits bois

PHASE 6 : COUVERTURE DE LA MEULE PAR DE LA MATIERE ORGANIQUE, DES HERBES ET DE LA PAILLE



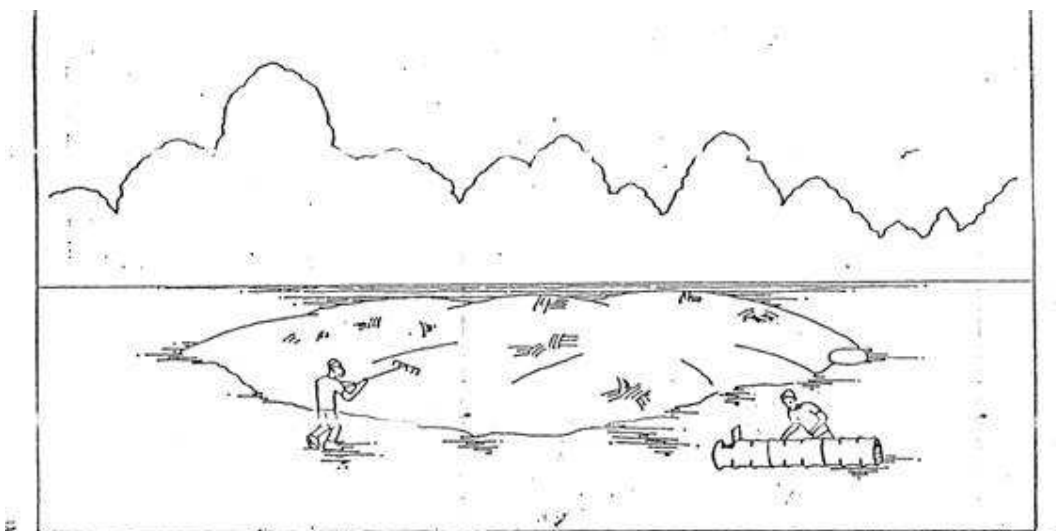
La meule casamance est ensuite couverte de matières organiques (herbes, paille, feuilles d'arbres).

PHASE 7 : COUVERTURE DE LA MEULE PAR DE LA TERRE ET ALLUMAGE



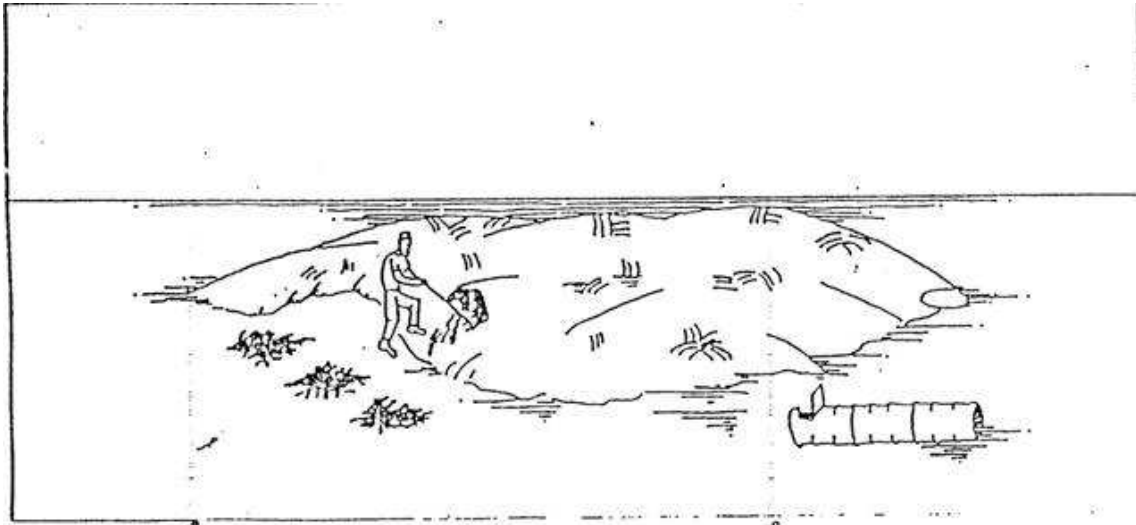
La meule casamance est ensuite couverte de terre.
Aussitôt après, le charbonnier prépare la mise à feu.

PHASE 8 : FIN DE LA CARBONISATION ET REFROIDISSEMENT DE LA MEULE



La cheminée est enlevée et la meule casamance est nettoyée et refroidie.

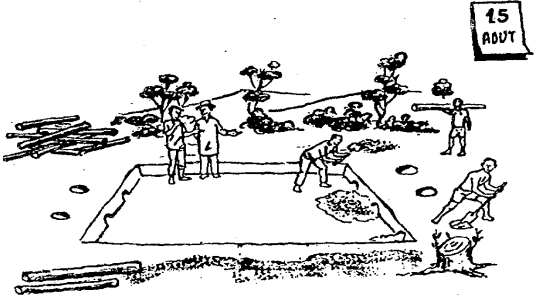
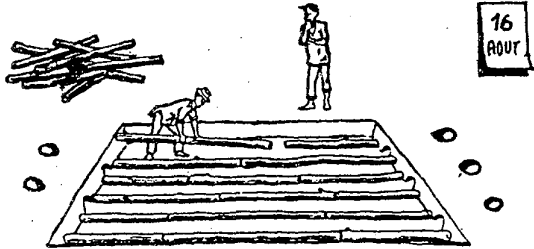
PHASE 9 : PROCESSUS DE DEFOURNEMENT

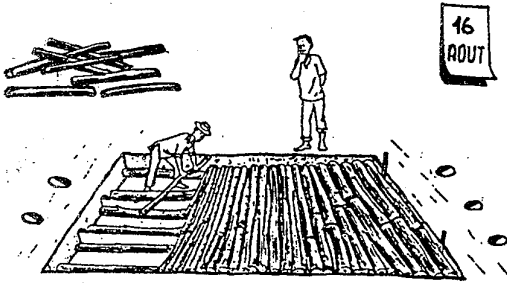
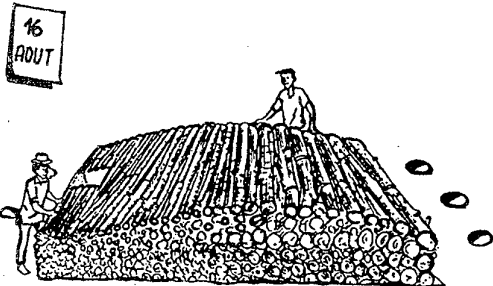


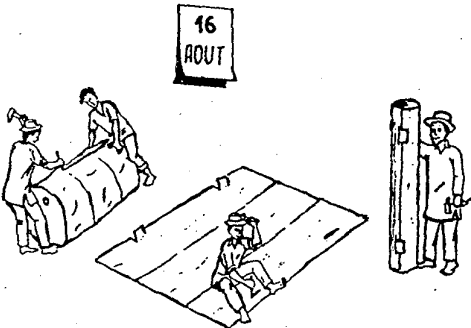
Le processus de défournement de la meule casamance.

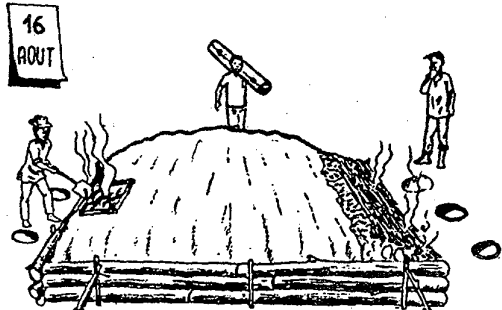
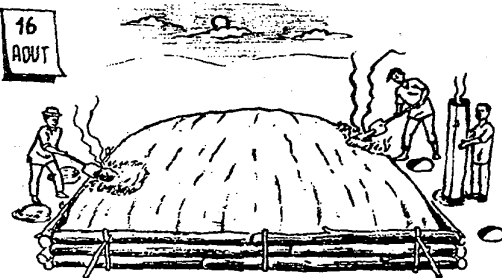
:

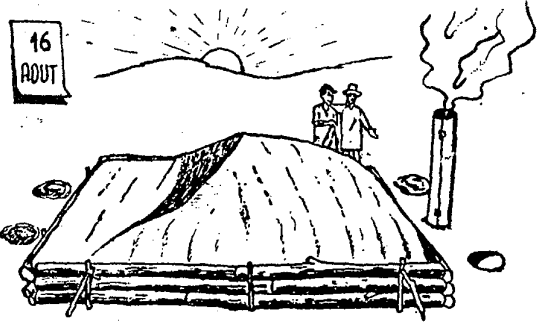
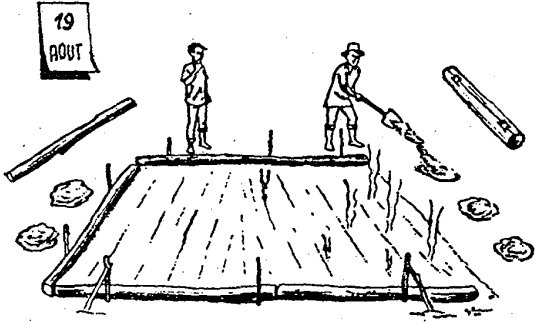
ANNEXE 2 : MONTAGE DU FOUR MATI (TECHNIQUES ET DESCRIPTION)

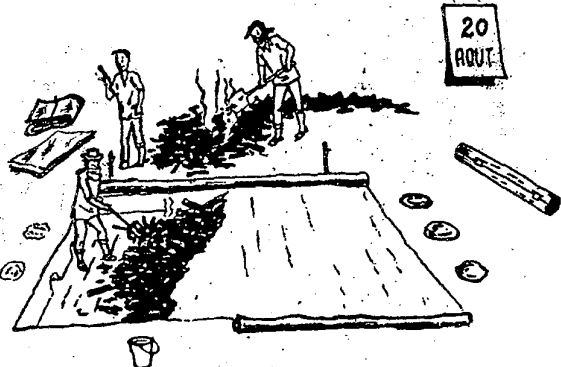
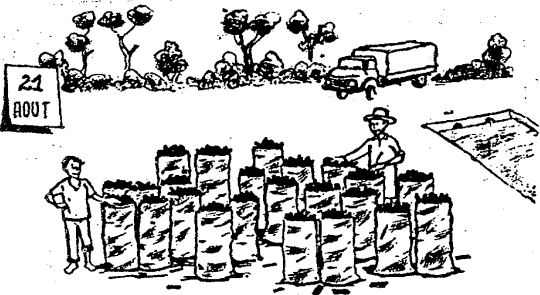
IMAGES	DESCRIPTION	INFO TECHNIQUE
	SAMBA montre à DEMBA lui-même fait pour le rendement de sa une fosse et 5 événements sont creusés; une souche avec le début de rejets montre que le bois à carboniser a été séché depuis quelques semaines.	La fosse permet d'avoir un vide au fonds du four (extra volume du four et disponibilité de terre pour couvrir le four après le chargement); Des événements ont été creusés sur les côtés du four pour permettre à l'air de pénétrer dans le four et d'en sortir, ainsi que pour faciliter l'allumage; un des événements (central de 3) servira pour installer la cheminée; Mesure de sécurité: distance de 3 mètres entre la lisière de la forêt et le four (retourner à l'image n° 1).
	SAMBA montre à DEMBA comment il faut placer les longerons dans le fond de la fosse <u>Regardez le calendrier:</u> le creusement de la fosse et des événements a nécessité toute une journée.	Les longerons sont disposés de manière à faciliter la pénétration de l'air, à la base du four, par les événements et la libre circulation d'air à travers les bois; la distance entre les longerons est un peu plus grande que le diamètre des événements; possibilité d'utiliser des souches de bois . et des briques comme longerons.

IMAGES	DESCRIPTION	INFO TECHNIQUE
	SAMBA montre à DEMBA comment il faut charger la meule. . .	Les bois à carboniser doivent être secs et toujours rangés transversalement; . Les bois de gros diamètre sont placés au centre du four et près de la cheminée.
	Le rangement du bois est presque terminé; SAMBA a laissé un vide dans le chargement à côté des deux événements, afin de préparer le point d'allumage; Le bois est chargé de façon à former un dôme.	Le chargement est fait en respectant le principe du maximum de bois et de minimum d'espace vide; Les bois de gros diamètres doivent être placés au centre du four et près de la cheminée.

IMAGES	DESCRIPTION	INFO TECHNIQUE
	SAMBA et DEMBA sont en train de construire le coffrage avec des bois assez longs; D'autres charbonniers couvrent la meule de bois, avec d'abord une couche de feuillage et ensuite de la terre; La partie autour du point d'allumage et la partie près des trois événements ne sont pas complètement recouvertes.	Le principe du coffrage est de bien isoler les bois chargés; Les bois du coffrage doivent être humides pour bien supporter la température qui vient du front pendant la carbonisation; Le coffrage peut être construit en mottes de terre en les rangeant soigneusement sans laisser de vides entre elles; Le recouvrement du four avec herbes et feuillage est nécessaire pour éviter la pénétration de la terre à l'intérieur du four.
	SAMBA montre à DEMBA la confection de la cheminée à partir d'un fût vide de gas-oil.	La cheminée doit avoir au moins 100 cm de hauteur; La cheminée peut être aussi fermée avec un fil de fer au lieu de languette (comme montré sur le dessin); Possibilité de construire des cheminées en motte de terre ou en argile

IMAGES	DESCRIPTION	INFO TECHNIQUE
	La meule améliorée est allumée avec une pelletée de braises; Un ouvrier arrive avec la cheminée.	Notez le point d'allumage et la fumée qui sort dans les endroits de la meule non encore recouverte; <u>Le tirage est encore direct.</u>
	SAMBA ferme la bouche d'allumage, quand la fumée devient chaude et bleue, pendant que DEMBA couvre la partie finale; La cheminée est mise en place mais ne fonctionne pas encore ou très peu; L'allumage a été fait en fin d'après-midi.	Le tirage est encore direct mais la cheminée canaliserait graduellement la fumée du four. .

IMAGES	DESCRIPTION	INFO TECHNIQUE
	SAMBA et DEMBA sont contents: quelques heures après l'allumage le four fonctionne bien; Le dôme s'est affaissé un peu, surtout autour du point d'allumage,	Le principe de la cheminée est celui d'avoir un tirage inverse: La fumée sort après avoir traversé tous les bois à l'intérieur du four; ce tirage favorise une carbonisation constante et plus rapide; les événements à droite et à gauche de la cheminée sont ouverts dans le cas normal; si un côté du four se développe plus vite que l'autre, (voir dessin), l'évent correspondant doit être fermé temporairement afin que l'affaissement du dôme soit uniforme.
	SAMBA enlève la cheminée et bouche les événements avec de la terre; c'est la fermeture du four <u>Notez le calendrier</u> la carbonisation n'a duré que trois jours	La fin de la carbonisation est caractérisée par l'affaissement total du four, l'apparition des braisettes au fond du four et la fumée bleue s'échappant de la cheminée ; la durée de carbonisation est variable en fonction de l'humidité de l'essence de bois utilisée et des dimensions des bois chargés; on évite le retour du front vers le charbon par l'enlèvement de la cheminée et la fermeture des événements

IMAGES	DESCRIPTION	INFO TECHNIQUE
	Déchargement du four: à cause de la chaleur et du risque de reprise du feu, il faut attendre encore un jour pour l'ensachage (notez le calendrier).	Collecte de beaucoup plus de charbon et de qualité meilleure (en comparaison avec le four de DEMBA); Absence ou très peu d'incuits; Mesure de sécurité: il faut porter toujours des masques pendant le défournement; tenir prêt un seau d'eau à coté du charbon.
	Le lendemain SAMBA et DEMBA montrent ensemble le résultat de leur travail; Un camion arrive pour transporter le charbon au marché.	Montrez les avantages du travail en commun et de la formation de groupement des charbonniers: par exemple: • la création d'un fond de roulement pour l'achat du fût de gas-oil; • la création d'une caisse d'entre-aide, pour les membres qui ont un besoin urgent d'argent; • organisation du transport groupé des produits

VII REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Dominique BRIANE :** Association Bois de Feu, support de cours pour la formation à la carbonisation pour les techniciens et formateurs des pays du CILSS à Ziguinchor du 03 au 15 novembre 1986, FAO ;
- Edward G.KARCH:** The Casamance Kiln;
- Ibrahima NDIAYE :** La Meule Casamance ;
- Johan LEJEUNE :** Manuel d'utilisation des fours destiné aux Ingénieurs et Techniciens Forestiers du Tchad.