

RAPPORT PREMIERE MISSION
VISANT
L'AMELIORATION DE LA CARBONISATION DANS LES
ZONES D'INTERVENTIONS
DE L'AGENCE ENERGIE DOMESTIQUE
ENVIRONNEMENT (AEDE)

En périphérie de N'Djamena sur un rayon de 150 Km
(*mission réalisée du 03 au 11 / 04 / 2001*)

Par

Hugues DUCENNE

SOMMAIRE

1. Diagnostic des modes actuels d'organisation des charbonniers et des techniques de carbonisation existantes.....	4
2. Sélection de techniques de carbonisation plus performantes et mieux adaptées au contexte Tchadien.....	6
2.1 Le contexte Tchadien en matière de carbonisation.....	6
2.2 Sélection des techniques de carbonisation plus performantes et mieux adaptées au contexte Tchadien.....	9
2.2.1 La meule Casamançaise améliorée	9
2.2.2 La meule « Casa »GV	11
2.2.3 La meule « Valbois HD» (Voir Annexe 7).....	12
2.2.4 La carbonisation en four métallique	13
3. Système de formation à l'utilisation de ces techniques.....	15
4. Logistique à assurer pour la promotion et la formation à l'utilisation de ces techniques.....	17
5. Conclusions - Recommandations	18



REMERCIEMENTS

J'aimerais saisir l'opportunité qu'il m'est offerte en début de ce rapport pour exprimer mes remerciements à :

- *Dr. A-H Mahamat Ali, M. Steve Dietrich SEPP, M. HAASER François qui m'ont accordé leur confiance pour mener à bien cette mission,*
- *Aux cadres et responsables de l'Agence Energie Domestique et Environnement qui m'ont accueilli et m'ont consacré leur temps et mis à disposition leur logistique,*
- *A ma famille, qui une fois de plus a fait preuve de compréhension et d'abnégation en sacrifiant la moitié de nos congés.*

Que soient également remercié toutes les personnes ayant organisé les visites sur le terrain, plus particulièrement les cadres de l'AEDE MM. Boussala BADMOKREO, Babakar MATAR, Ousmane OURDE et M. Bardoum DJEKOURBIAN, DFPE/ Adjoint

J'ai bien apprécié les échanges d'informations, d'expériences et les discussions que j'ai eu avec tout un chacun concerné par cette problématique focalisée sur les alternatives visant à satisfaire les besoins domestiques en bois d'énergie pour les populations Tchadiennes en particulier avec M. Mahamat AGALA DFPE (Directeur National des Eaux et Forêts), et MM. les consultants Andreas W. Massing et KANOURTE également en missions à l' AEDE.

Rapport Première mission
visant
L'amélioration de la carbonisation dans les zones d'interventions
de L'Agence Energie Domestique Environnement (AEDE)
En périphérie de N'Djamena sur un rayon de 150 Km
(du 03 au 11 / 04 / 2001)

Cette première mission s'inscrit dans la phase préparatoire des missions de courte durée nécessaires pour l'amélioration de la filière carbonisation qui est l'une des composantes de l'Agence Energie Domestique et Environnement (AEDE).

Le déroulement de cette mission est respectivement détaillé et présenté en annexe 1 et 2 sous forme d'un agenda et d'un tableau des activités menées.

Les personnes rencontrées durant cette mission sont reprises en Annexe 1'

La finalité de cette composante pourrait se résumer comme suit :

Au travers de techniques de carbonisation plus performantes, plus respectueuses de l'environnement mais aussi par une meilleure planification et organisation de la filière carbonisation, produire avec une quantité moindre de bois plus de charbon de meilleure qualité .

1. Diagnostic des modes actuels d'organisation des charbonniers et des techniques de carbonisation existantes

Suite aux cinq jours de visite de terrain passés dans les 3 zones pilotes d'intervention de l'AEDE on peut rappeler les faits suivants :

A proprement parler les charbonniers travaillent pour la plupart individuellement, peu par équipe. Ceux travaillant en équipes sont souvent issus du village même. Un grand nombre travaillent dans la clandestinité sans permis de coupe, ni autorisation. En effet, ces « clandestins » sont des migrants et pratiquent dans des terroirs très éloignés de leur zone d'origine. Il est plus facile de détruire ou de déboiser les forêts d'autrui. Parmi ces migrants on distingue :

Les charbonniers migrants saisonniers qui sont tolérés par les villageois ou par le chef de terre ou chef de village moyennant un droit à payer en espèces et/ou en nature (sacs de charbon). Ces charbonniers reviennent d'une année à l'autre dans les mêmes villages à la morte saison quand ils ont terminé la récolte dans leur terroir d'origine. Le plus souvent ils travaillent individuellement et font 3 à 6 fours¹ pour les plus courageux. Ils écoulent facilement leur production four après four et retournent à leur village d'origine pour aller préparer les prochaines cultures.

Les charbonniers clandestins rebelles qui pratiquent tout l'année dans des massifs forestiers très éloignés de leur origine ; le plus souvent ils travaillent avec la complicité de gros négociants en charbons de N'Djamena qui les ravitaillent et leur font des avances en échange d'un salaire de 500 FCFA / sac qu'ils percevront en fin de la mise en sac. Travaillant dans l'illégalité, une seule chose intéresse ces charbonniers, c'est de faire vite sans respecter l'environnement ; ainsi ils procèdent le plus souvent à des coupes à blanc créant des trouées, des

¹ Pour éviter toute confusion, on gardera le mot « four » pour désigner la carbonisation traditionnelle et on réservera le terme de meule pour désigner les méthodes de carbonisation améliorées.

poches de désertification dans les massifs. En effet, un exemple parmi tant d'autres, s'il y a 3 pieds d'*Anogeisus leiocarpus* situés les uns à côté des autres ils couperont les trois de manière à rassembler le plus rapidement possible un maximum de bois sur des faibles distances pour monter le four au plus vite alors qu'ils ne devraient ne prélever qu'un pied de manière à ne pas ouvrir le peuplement.

Les charbonniers occasionnels souvent issus de N'Djamena ou de la région qui par cette activité complémentaire recherche un supplément de revenu. Mais de charbonniers occasionnels on passe facilement dans le plein temps. Et puis il y a

Les charbonniers traditionnels issus de village qui pratique la carbonisation à la morte saison comme une activité complémentaire rémunératrice. Selon le contexte, leur campagne de carbonisation dure de 3 à 6 mois ; en effet, ceux du canton de Karal qui cultivent deux fois par année en cultures pluviales et en cultures de décrue n'ont que 3 mois pour pratiquer la carbonisation alors que ceux qui ne cultivent qu'en cultures pluviales ont toute la saison sèche pour carboniser soit 6 mois. Ces charbonniers travaillent souvent en équipe de 3 à 4 charbonniers.

Les photos 1 à 6 de la première planche de l'annexe 3: *Mission « carbonisation - visites sur terrain »*, illustrent les différentes étapes de la production de charbon de bois selon la méthode traditionnelle, à savoir :

1. rassemblement du bois autour de l'emprise du four,
2. montage du four, remarquez le «*conduit d'allumage*» qui permettra d'allumer le four en son centre,
3. le four est en fin de montage, il est couvert de petit bois,
4. le four est recouvert de paille et de terre,
5. le charbon est dispersé en petit tas pour refroidir avant sa mise en sac,
6. le transport est assuré parfois avec des charrettes dont la charge habituelle n'excède pas 20 sacs d'un poids moyen de 40 Kg, soit une charge approximative de 800 Kg. Ces charretiers rejoignent N'Djamena distant de 80 Km en 2 jours.

Toutes catégories confondues, ils pratiquent la carbonisation selon le four traditionnel avec de faibles rendements entre 10 et 18 % . Les temps de séchage sont trop court car la carbonisation suit de 15 jours à un mois l'abattage et les découpes parce qu'ils sont toujours à court d'argent, ils montent leur four à la hâte sans attendre que le bois soit parfaitement sec. Or on sait que pour évaporer un gramme ou un ml d'eau il faut 600 calories ou 600 Kcal / Litre d'eau ; donc tout l'humidité du bois sous forme de sève nécessitera une perte d'énergie prise au détriment de la charge en charbon. Ainsi, lors de la phase de déshydratation on gaspille de l'énergie à évaporer l'eau résiduelle contenue dans les bois avant de commencer la carbonisation proprement dite. L'organisation des coupes et des carbonisations est à revoir. L'idéal serait dès la fin de la saison des pluies de procéder comme suit :

1. Rassembler les bois facilement « carbonisables », bois morts, châblis, branches issues des émondages,....
2. Abattre un nombre restreint d'arbres nécessaires pour compléter les charges constituées en priorité des bois morts , des châblis, et les laisser sécher le plus longtemps possible afin de monter les meules après au moins 3 mois de séchage.

Cette façon de faire permettrait de surcroît aux essences de rejeter de souche car à cette période (Novembre, janvier) l'hygrométrie de l'air est encore relativement élevée ; ce qui est favorable aux rejets et au renouvellement des espèces qui ont cette potentialité.

Il existe une dernière catégorie de charbonniers les plus dangereux pour l'environnement mais les plus efficaces pour ravitailler N'Djamena ; ce sont ...

Les charbonniers commerçants ou négociants en charbon qui pré financent les coupes abusives. Ceux là sont mieux organisés spécialement pour éviter les contrôles et payer le moins de taxes possibles.

Tous ces charbonniers (*producteurs du charbon très demandé à N'Djamena*) ne se sont pas regroupés en une coopérative car la profession s'inscrit la plupart du temps dans l'illégalité, le système actuel les poussent à se dérober, à se marginaliser, à échapper totalement à tout approche ou contrôle ce qui est un non sens vu qu'on a besoin d'eux pour approvisionner N'Djamena.

Il serait préférable de les approcher plutôt que de les pourchasser afin d'en faire des partenaires attentifs aux nouvelles méthodes de carbonisation plus performantes afin qu'ils les assimilent.

Quant à la logistique, elle est désuète et se résume à quelques outils rudimentaires : hache, pelle, râtaux, houe. Dans ce domaine nous verrons comment innover et améliorer la logistique de manière à augmenter les rendements tout diminuant la pénibilité des travaux avec des outils que l'on peut pour la plupart fabriquer localement. A ce sujet une première commande devra être faite de manière à montrer aux artisans forgerons les exemplaires à reproduire sur place. La liste et les descriptions de ce matériel figure en annexe 4. (Lire le chapitre 4 concernant la logistique).

2. Sélection de techniques de carbonisation plus performantes et mieux adaptées au contexte Tchadien

Tout d'abord il nous faut cerner ce contexte et mettre en exergue les facteurs qui interfèrent en termes de carbonisation.

2.1 Le contexte Tchadien en matière de carbonisation

Il peut se résumer par les réflexions et constats transcrits ci dessous.

L'aridité du climat est le premier facteur dont il faut tenir compte pour diverses raisons :

Selon les isohyètes rencontrées dans les zones d'intervention de l'AEDE couvrant un rayon de 150 Km. autour de N'Djamena (*voir annexe 5 : carte bioclimatique*), les zones climatiques permettant des végétations mixte ligneuses et graminéennes de productivité croissante sont respectivement du nord au sud :

- Situé entre 300 et 400 mm, le canton de «*Karal*» est intermédiaire aux zones sahéenne et sahélo-soudanienne ;
- Situé entre 400 et 600 mm, au Sud -Est du précédent, le canton de «*Bougoumène*» est également intermédiaire aux zones sahéenne et sahélo-soudanienne ;
- Situé entre 600 et 800 mm, au sud du précédent, le canton de «*Mogroum*» appartient intégralement à la zone sahélo-soudanienne.

Avec de telles isohyètes on ne pas espérer des croissances spectaculaires, ni des biomasses ligneuses abondantes ; les productivités naturelles restent donc faibles comparativement à d'autres végétations poussant sous des conditions plus clémentes (Absence de saison sèche ou de courte durée et de surcroît pluviosité abondante telles que celles rencontrées plus au sud en zone guinéenne et équatoriale).

Compris entre ces isohyètes le préfixe « sahélo » commun aux trois zones d'interventions rappelle le sahel et incite à la prudence en matière d'exploitation et de carbonisation. On en tiendra compte pour pratiquer une carbonisation plus performante et plus respectueuse de l'environnement.

Le passage fréquent des feux de brousse

La durée excessive de la saison sèche, les vents du nord desséchants et l'hygrométrie de l'air (air très sec) sont également des facteurs à prendre en considération car non seulement ils freinent considérablement les croissances mais, de plus ils accélèrent la dessiccation des graminées présentes dans ces savanes arborées jusqu'à un degré d'inflammabilité limite qui à la moindre étincelle, engendrent des feux de brousse dévastateurs avec les conséquences néfastes que l'on connaît : baisse des productivités naturelles, destruction de villages, de peuplements, des régénérations des zones de pâturages pour ne citer que les plus courantes.

Les vents desséchants et l'hygrométrie de l'air accélère le processus de séchage des bois coupés ce qui en matière de carbonisation est un avantage considérable. En effet, ça raccourcit la durée de stockage des bois avant carbonisation mais surtout ça permet d'augmenter les rendements car en début du cycle de carbonisation les pertes d'énergie sont moindres lors de la phase de déshydratation.

Dans le cas des fours, les charbonniers Tchadiens qui ne peuvent attendre, parce que pressés par un manque de liquidités utilisent du bois fraîchement coupé pour faire au plus vite leur charbon et le vendre. Un très grand savoir-faire est alors nécessaire pour obtenir malgré cela des rendements acceptables. Il faut savoir que plus le bois sera humide plus l'énergie nécessaire à l'évaporation sera importante et plus le taux des matières carbonisables sera faible. Or, dans les procédés dits à combustion partielle, cette énergie provient de la combustion d'une partie de la charge de bois introduite dans la meule. Le rendement sera donc diminué d'autant (voir fig1). Pour ce type de carbonisation, la phase de préchauffage correspond à l'évaporation de l'eau contenue dans le bois encore appelée phase de déshydratation. Sa durée est une fonction croissante de l'humidité du bois (voir fig.2). Les figures 1 et 2 (ci-dessous) illustrent parfaitement les baisses de rendement significatives et l'augmentation de la durée de carbonisation quand le bois est fort humide

Autrement dit, plus le bois introduit dans la meule est sec, plus le rendement en charbon sera élevé et plus la durée de carbonisation sera réduite. Or sous ce climat aride il est très facile de faire sécher du bois encore faut-il attendre le temps nécessaire pour y parvenir. Lors de la formation quelques techniques et recommandations seront faites pour diminuer ce temps de séchage (voir § s/ recommandations et sur la logistique).

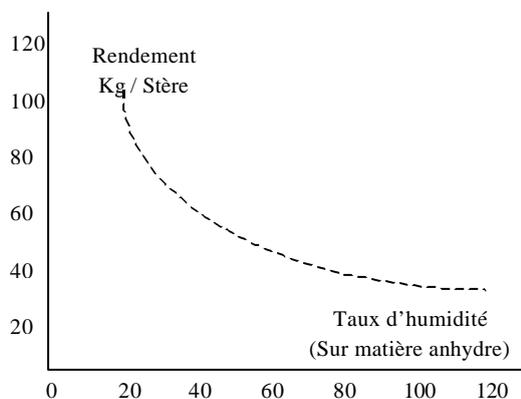


Fig 1 : Rendement en kg charbon/ stère en fonction de l'humidité du bois (essai avec un four de type Mark V, De Earl)

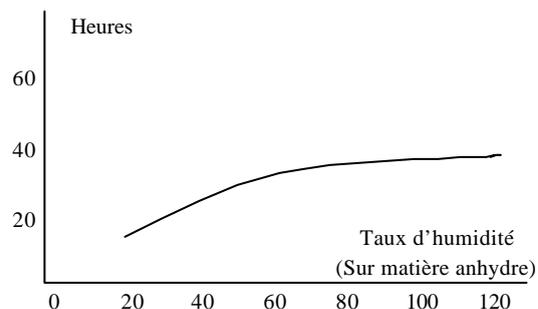


Fig 2 : Influence de l'humidité sur la durée de la carbonisation Source : Guide technique de la carbonisation EDISUD 1985

Mais cet air sec favorise également le passage des feux de brousse qui en brûlant les savanes soustrait les pailles nécessaires au recouvrement des meules ; les charbonniers pour couvrir leur meule avant la couche de terre doivent alors couper du feuillage vert par émondage abusif, pratique néfaste à l'environnement.

L'hygrométrie de l'air varie selon l'avancement de la saison sèche ; ainsi en début l'hygrométrie est encore élevée et les essences propices au rejet de souches abattues durant les mois de novembre et décembre parviennent à émettre des rejets qui après sélection pourront remplacer l'arbre coupé ; on constate que les coupes tardives à cause d'un air trop sec et un soleil trop agressif tuent irrémédiablement les jeunes cellules qui n'ont pas le temps d'épaissir leurs membranes pour se protéger. Or quelques espèces telles *Anogeiscus leiocarpus* très apprécié pour la qualité de son bois et du charbon qu'il produit sont coupés tardivement et ne peuvent ainsi ni rejeter de souche et remplacer le pied mère. On assiste inexorablement à la disparition de certaines espèces qui sont coupés abusivement et de surcroît à des mauvaises périodes. On en tiendra compte lors de la planification des travaux de carbonisation.

N'Djamena ou le drame des grandes villes installées aux portes du sahel

Du fait de sa croissance démographique et de l'utilisation quasi exclusive du bois de chauffe ou du charbon pour leurs usages domestiques et/ou de services, les populations urbaines prélèvent des quantités de bois qui dépassent de loin les productivités restreintes des formations mixtes ligneuses et graminéennes poussant dans ces conditions climatiques arides. De ce fait ces formations sont en perpétuelles régressions ; ce qui obligent les populations à aller de plus en plus loin pour subvenir à leurs besoins en bois d'énergie. Il serait temps d'attribuer aux charbonniers (constitués en entité légale et demandant l'attribution de forêts communautaires qu'ils créeraient comme ça se fait au Cameroun) des surfaces à reboiser proches des grandes localités afin qu'ils fassent des plantations périurbaines à vocation de bois énergie et qu'après une dizaine d'année ils puissent commencer à exploiter et à sédentariser les opérations de carbonisation. Que d'avantages : une production en charbon assurée aux portes de la ville et aux moindres coûts, un contrôle facile, un gain considérable pour les transports, moins d'accidents sans parler de l'impact sur l'environnement. Ces reboisements peuvent également être conçus comme de larges rideaux brise-vents constitués d'au moins 5 à 15 lignes d'essences à croissance rapide, rejetant de souche permettant des cultures intercalaires entre les brise - vents sous un parc de type construit à base d'*Acacia albida* p.ex. selon les techniques agro-forestières les plus appropriées de manière à répondre aux besoins des uns et des autres (agriculteurs, éleveurs, charbonniers, citadins).

Récupération de bois « carbonisable »(voir Annexe 3 : Planches II à V)

Pour diverses causes liées aux aléas climatiques et aux déprédations anthropiques il y a en brousse et dans ces massifs forestiers une quantité non négligeable de bois que l'on pourrait carboniser en premier lieu, et n'abatte en complément que les bois qui devraient être coupés pour des raisons sanitaires ou en coupes sélectives. Quelques photos ont été insérées dans le présent document pour illustrer ces « laisser pour compte », ces bois « carbonisables ».

Dans les 3 zones d'interventions visitées nous avons relevé de grande quantité de bois que l'on pourrait carboniser ; il s'agit principalement de :

- Les bois morts secs sur pied dont la mortalité est due à diverses causes tels que : le passage fréquent des feux de brousse, ou dans les champs à des anhélation ou brûlis répétés à leur base ou à la récolte de miel, ;
- Les châblis provoqués par de forts vents, la foudre ou des vents desséchants ;

- Les branches mortes rabattues suite à des émondages abusifs ;
- Des peuplements d'Acacia nilotica entraînent de dépérir suite à des inondations excessives et répétées (hypothèse à vérifier)
- Des coupes sanitaires et des coupes sélectives à entreprendre pour des conduites de peuplement favorables à une augmentation de leur productivité.

2.2 Sélection des techniques de carbonisation plus performantes et mieux adaptées au contexte Tchadien

Sur base de notre finalité et des réflexions présentées ci avant, les méthodes de carbonisation les plus prometteuses en termes de compromis qualité-quantité de charbon produit, rendements et coûts sont les meules à combustion partielle suivantes :

- La meule Casamançaise améliorée
- La meule « Casa »GV (Grand Volume ou à Géométrie Variable)
- La meule « Valbois »
- La carbonisation en four métallique

Nous donnons une brève description de ces meules car elles seront largement présentées explicitées et pratiquées lors de la formation ; leur fonctionnement, mise en œuvre ainsi que leurs avantages et conditions d'utilisations seront largement discutés et comparés aux fours traditionnels Tchadiens.

2.2.1 La meule Casamançaise améliorée

Historique

Il y a une vingtaine d'année, cette meule a été mise au point par Mr Head Garsh et Mr Hugues Ducenne travaillant au projet PNUD-FAO-UNSO-Sénégal 78/002. Vu le surcroît de rendement pondéral et avantages multiples (voir ci-après) qu'elle permet; elle a été entre-temps vulgarisée dans le monde entier et figure dans le Mémento du Forestier au chapitre carbonisation.

Description - fonctionnement - avantages

Sa forme générale est hémisphérique. Elle est à combustion partielle ; c'est à dire que la combustion d'une partie de la charge fournit la chaleur nécessaire à la carbonisation du reste de la charge. La couverture réalisée à l'aide de paille et de terre, assure l'étanchéité.

D'un aspect extérieur proche du four traditionnel, elle diffère principalement par son montage, la présence d'un plancher ou grille et la mise en place d'évents (tuyaux métalliques d'une longueur de 80 cm pour un diamètre de 10 à 15 cm) et d'une cheminée. Celle-ci est généralement fabriquée à partir de 3 fûts de 200 L. soudés les uns sur les autres dont les fonds et couvercles ont été partiellement découpés et rabattus pour faire une chicane et permettre à la fumée de se condenser au contact de la paroi . Les acides pyroligneux et les goudrons sont ainsi précipités et récupérés à la base de la cheminée.

La capacité de cette meule est variable. Les petites meules ne prennent qu'une douzaine de stères et dans les plus grandes on peut charger jusqu'à 80 voir 100 stères.

Ces particularités améliorent le processus de carbonisation pour les raisons suivantes :

Le gain par rapport à un four traditionnel sur base d'une production traditionnelle moyenne par four de 100 sacs est de l'ordre de 25 à 30 sacs (amortissement des 8 sacs défalqués). En effet une meule casamançaise de taille identique produira de 130 à 140 sacs.

Les gains provenant de la vente des goudrons et acides pyroligneux suffisent à rembourser l'achat de la cheminée et des événements dans les zones où ces produits sont appréciés et demandés .

Les deux meules suivantes sont des variantes de la meule Casamançaise et/ou la combinaison de deux méthodes.

2.2.2 La meule « Casa »GV (Voir Annexe 8)

Description

Les initiales *GV* rappellent la particularité de cette meule à *Géométrie Variable* puisqu'elle permet de carboniser des *Grands Volumes de bois de Grandes dimensions, des grumes entières*. C'est la combinaison d'une meule horizontale et d'une meule Casamançaise (d'où la dénomination «Casa »). En effet la forme de ce type de meule est celle d'un demi – cylindre aplati dont les deux extrémités sont hémisphériques. A l'une des extrémités on place le puits d'allumage, à l'autre la cheminée. La récupération des pyroligneux et goudron est possible. Cette meule permet de carboniser de grande quantité de bois de dimensions variable. La charge repose sur une grille ou plancher lui même supporté par des rondins de diamètre moyen de 15 cm disposés « en arêtes de poisson ». La couverture est assurée par de l'herbe ou du feuillage recouverts de terre provenant d'une tranchée peu profonde dont le fond correspond à l'emprise de la meule comme pratiqué dans les meules en 1/2 fosse ou en 1/3 de fosse. L'étanchéité est assurée en cours de carbonisation par des projections de terre sur les zones d'effondrement. L'admission d'air et l'évacuation des fumées sont respectivement assurées par des événements latéraux et par la cheminée.

Montage et fonctionnement

La mise en œuvre de cette technique est la suivante :

1. Le bois est chargé en grande longueur et placé longitudinalement dans la partie centrale dans le sens du vent dominant. Quant aux deux extrémités le bois est disposé comme dans une demi meule Casamançaise.
2. L'allumage se fait par le puits d'allumage situé à l'extrémité placée au vent.
3. Le contrôle de la carbonisation se fait simultanément en suivant le front de carbonisation par l'ouverture ou l'obturation des événements mais aussi en examinant la couleur et la quantité de fumée évacuée par la cheminée.
4. Pour de très grosses meules cette disposition permet de défourner une des extrémités en recul du front de carbonisation avant la combustion complète de la meule.

La durée du cycle de carbonisation est variable selon les dimensions, de 1 à 3 semaines et se décompose en :

- 3 à 9 jours pour la carbonisation ;
- 5 à 12 jours pour le refroidissement.

Le suivi du cycle nécessite une surveillance sans défaillance et une main d'œuvre qualifiée possédant le savoir-faire.

Le front de carbonisation se déplace d'une extrémité à l'autre de la meule.

2.2.3 La meule « Valbois HD» (Voir Annexe 7)

Description

« Valbois » est la contraction des deux mots « *valorisation et bois* » ; j'ai appelé ainsi cette meule en souvenir du mandat « Valbois » que j'ai effectué en Guinée forestière où j'ai mis au point cette technique dans le souci d'une récupération maximale de la matière ligneuse issue de l'exploitation de grands arbres et de leur transformation de « A à Z », dans leur intégralité. Cette technique peut également s'appliquer aux châblis mais aussi valoriser ces « laisser pour compte », ces houppiers que les exploitants forestiers abandonnent sur les parterres de coupe. En effet, cette meule s'inscrit comme l'ultime récupération des bois non sciés, des houppiers, des déchets, des rémanents, des copeaux et sciures habituellement abandonnés après les sciages de long et autres découpes après exploitation.

C'est au départ une meule Casamançaise à tirage inversé mais son originalité réside dans son montage, sa conception puisqu'elle est construite à l'aplomb de la partie la plus importante du houppier, à la jonction des plus grosses branches et ce afin d'éviter des découpes et la manutention des branches les plus grosses et les plus lourdes.

Montage des Meules « Valbois » à l'aplomb des houppiers et carbonisation

- ◇ Dégagement de l'emprise de la meule sous les branches maîtresses du houppier et ses abords pour faciliter les travaux
- ◇ Repérage du centre de la meule vers la base du houppier dans les proportions 1/3-2/3 ou ¼3/4 du diamètre du houppier en fonction de sa taille de manière à éviter les découpes et les manutentions des grosses branches plus difficiles à scier, très lourdes à transporter (économie des temps de découpes, des coûts machines et diminution des manutentions pénibles des bois).
- ◇ Traçage du cercle matérialisant l'emprise de la meule à l'aide d'une cordelette ;
Le rayon de l'emprise de la meule est proportionnel à la grosseur du houppier, donc au nombre de stères et/ou volume de bois disponible dans le houppier. En fonction du nombre de stères estimé, on détermine le rayon (voir barème dans le § carbonisation inséré en annexe N° 3)
- ◇ Utilisations des bois selon leurs dimensions pour le montage de la meule :
A ce moment, la meule au 1/3 de son montage se rapproche des grosses branches qui constitueront le cœur de la meule (où la température sera la plus élevée) Arrivé à cette hauteur, on tronçonne les plus grosses branches pour les détacher de la surbille afin qu'elles tombent directement au cœur de la meule. Cette façon de procéder évite de les transporter.

Les vides entre ces grosses branches longues de plusieurs mètres et lourdes de plusieurs centaines de kilos ou tonnes seront comblées avec des petits et moyens bois afin d'assurer leur carbonisation totale.

les règles ergonomiques sont respectées afin de diminuer la pénibilité en évitant tous trajets et manutentions inutiles avec de lourdes charges ; ne seront transportés que les petits bois coupés à la périphérie du houppier dont le poids n'excèdent pas 60 kg. Les branches maîtresses de plusieurs centaines de kilos resteront sur place au cœur de la meule sans être découpées.

- ◇ Utilisations des sciures et copeaux

Les copeaux et sciures sont en grande quantité (de l'ordre de 20 à 25%) si on pratique le sciage de long sur place. La grume est sciée à l'aide de tronçonneuse dont l'épaisseur du trait

est d'un cm, c'est à dire que tous les 4 traits on perd une planche de 4 cm d'épaisseur. Ces copeaux peuvent être utilisés de diverses manières :

- compostage ou mulching pour fertiliser la trouée d'abattage et la valoriser par des pratiques agroforestières,
- dans un digesteur pour faire du biogaz ou encore
- introduit dans la meule pour colmater les trous mais surtout comme première couche pour couvrir la meule avant la couche de feuillage et de terre. Cette sciure assurera une triple fonction : elle améliorera l'étanchéité, diminuera la déperdition des calories et sa combustion lente complètera la combustion partielle de la charge nécessaire à la carbonisation du reste. Ce supplément de calories diminuera d'autant les pertes en bois liées à la combustion partielle pour assurer la carbonisation du reste de la charge. N'oublions pas que les meules sont des méthodes de carbonisation où l'on « sacrifie » une partie de la charge pour carboniser le reste ; autant brûler des déchets !

2.2.4 La carbonisation en four métallique

Généralités sur les fours métalliques

On appelle four métallique, tout système de carbonisation composé d'une enceinte métallique constituée d'une ou plusieurs viroles et coiffé d'un couvercle qui s'emboîte hermétiquement sur la virole supérieure. L'enceinte métallique remplace la couverture de terre des meules. Les entrées d'air sont à la base du cylindre tandis que la cheminée peut être insérée soit dans le couvercle (four à tirage direct), soit à la périphérie, à la base du four (tirage inversé). Plusieurs formes de four sont utilisables : cylindrique, tronconique, à base polygonale (hexagonale ou octogonale pour la plupart).

Leur capacité varie de 4 à 12 m³. La durée du cycle de carbonisation est d'environ 48 h et se décompose en :

- 24 h pour la pyrolyse,
- 24 h pour le refroidissement.

Ces fours métalliques de type *Magnien* (ou *Mark V*), ou le « bataillon », ou « *Bonnechaux* » sont construits en tôle réfractaire de bonne épaisseur (1,5 à 2 mm) pour résister à la chaleur, aux fumées corrosives et augmenter leur durée de vie. De ce fait, ils sont d'un prix trop élevé pour être vulgarisés dans les pays en voie de développement. C'est dommage car ils offrent de nombreux avantages dont la production d'un charbon de qualité, propre avec une teneur en carbone fixe élevé ainsi que de bons rendements pour des cycles de carbonisation relativement court comparé aux charges en bois qu'ils peuvent recevoir.

Le four métallique le plus simple, le moins cher, le plus facile à fabriquer, à vulgariser, mais malheureusement le plus petit est le baril ou fût de 200L. Il est classé dans le matériel rudimentaire de petites productions. Néanmoins pour les raisons précitées, nous allons le décrire et présenter sa méthode de fonctionnement.

Baril métallique ou la carbonisation en fûts de 200 L.

La carbonisation se fait dans un four construit avec deux fûts métalliques dans lesquels on a aménagé des appels d'air (*Voir annexe 8*).

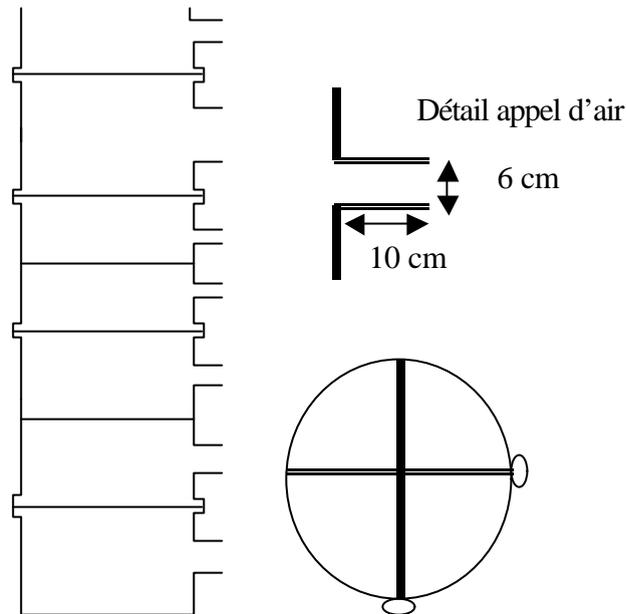
C'est une méthode de carbonisation rationnelle pour le bois de petite dimension ou rémanents ruraux (produits de défrichements, éclaircies, émondages, mangrove, fruits à coque ligneuse tel fruit du palmier doum,...)

Le rendement va jusqu'à 20% du poids sec ou environ 30 à 40 Kg de charbon de bonne qualité par four.

Coût du four : 12.000 FCFA

Durée de vie : une année

Four de carbonisation



Couvercle tenu par 2 barres de fer

Méthode de carbonisation

1. Orienter les trous d'appel d'air contre le vent
2. Placer le bois d'allumage au fond du four et l'enflammer par le trou inférieur
3. Le bois sec (ne dépassant pas 15 cm de diamètre et 1 m de longueur) doit être chargé progressivement, par petites quantités ;
4. Le four doit dégager un minimum de fumée.
5. Quand le charbon incandescent atteint le niveau du premier trou, boucher celui-ci avec de la terre humide
6. Boucher chaque trou quand on aperçoit les braises et continuer de charger progressivement jusqu'à ce que le four soit rempli de braises.
7. Placer le couvercle, arroser pour refroidir, renverser le four et boucher le fond avec de la terre.
8. Laisser le charbon se refroidir au moins 18 heures dans le four et se stabiliser pendant 24 heures à l'air libre avant sa mise en sac.

Le four Tonga est une variante simplifiée qui a déjà été testé par l'AEDE pour la carbonisation des noix du palmier Doum (*Hyphaenea* sp.) Au lieu d'aménager des appels d'air à l'aide de morceaux tuyaux soudés en ligne sur les parois des deux fûts ; on a fendu le fût sur toute sa longueur et cette fente va servir d'appel d'air . Deux fils de fer utilisé pour cercler le fût serviront à maintenir à l'intérieur la charge en bois de petite dimension. Cette façon de faire sera réédité lors de la formation vu l'investissement modeste d'un tel four et la compréhension de la carbonisation qu'il permet d'illustrer.

3. Système de formation à l'utilisation de ces techniques

Les différentes meules retenues permettent de carboniser des bois de gros diamètre et en grande longueur ; pour obtenir de bons rendements, le charbonnier devra être formé à leur utilisation .

L'acquisition de ce savoir faire doit s'effectuer à quatre niveaux :

- la conception des différentes meules,
- l'organisation de chantier, le montage y compris le recouvrement
- le suivi du cycle de carbonisation depuis la mise à feu jusqu'au défournement et mise en sac,
- la sécurité.

Par manque de vigilance donc de surveillance, il peut arriver que la meule prenne feu, de façon irréversible. Il est donc conseiller de privilégier d'une part la surveillance, d'autre part, dans un premier temps, la construction de meules de tailles moyennes pour éviter les pertes éventuelles.

La formation sera essentiellement pratique

Pour privilégier la pratique et le savoir faire, plusieurs meules de différents types seront montées simultanément selon les contextes avec un léger décalage les unes par rapport aux autres afin que les différents groupes puissent suivre les différentes étapes de montage et la conduite de carbonisation.

Hormis une ou deux journées passées en salle de classe, la théorie même sera également dispensée sur le terrain sur « *Flip Chart* » à côté des meules en court de montage où chaque étape sera largement explicitée. Il en sera de même pour les conduites de carbonisation afin que les participants acquièrent les savoirs faire pour maîtriser les cycles de carbonisation tout en assurant une sécurité et un rendement optimal.

Le Public cible retenu sera constitué par :

- les charbonniers traditionnels issus des villages encadrés par l'AEDE
- les cadres responsables du volet carbonisation de l'AEDE et des Eaux et Forêts
- les responsables d'ONGs concernés par la carbonisation
- les chefs de poste
- D'autres participants que l'AEDE jugera utile d'inclure à ce programme

La formation se fera en cascade en plusieurs modules, ainsi d'une session à l'autre les équipes seront réparties en formant de nouvelles équipes qui seront constituées pour moitié par les anciens charbonniers auxquels viendront s'ajouter les nouvelles recrues.

Après la première session, l'émergence de leaders en matière de carbonisation permettra d'identifier des futurs maîtres charbonniers ou paysans formateurs qui après une formation supplémentaire pourront à leur tour former d'autres charbonniers.

Après trois à quatre cycles de formations, on sélectionnera et formera plusieurs responsables de la filière carbonisation respectivement chargés de :

- La maîtrise et vulgarisation des techniques de carbonisation,
- L'organisation de la filière (transport, approvisionnement de Ndjamen),
- Les forêts communautaires multi-usages (bois d'énergie, de service au niveau des brise vents et agroforesterie dans les bandes intercalaires), ces fc seront installées à proximité de Ndjamen.

La période

Considérant :

- Les élections Tchadienne en avril - mai
- La préparation des champs ou la reprise des activités culturelles avec l'approche de la saison des pluies
- La saison des pluies qui accaparent les villageois et empêchent de circuler aisément (pistes impraticables dans les zones d'intervention)
- Les récoltes qui occupent les paysans – charbonniers traditionnels jusqu'en octobre
- Les délais de livraison pour le matériel nécessaire pour la formation
- L'inversion du F.I.T ;

Sont autant de raisons qui nous incitent à faire la formation à partir d'octobre ou novembre 2001.

Le choix de la zone où se déroulera la première session sera dicté par les considérations suivantes :

- La diversité des sites de carbonisation, la disponibilité des différents types de bois « carbonisables » (châblis, bois mort, branches issues des émondages abusifs),
- L'accessibilité des lieux,
- La représentativité des stations.

De toute manière les différentes zones seront parcourues durant les différentes sessions mais les zones de Mogroum et de Djongotoli remplissent les critères précités. La zone de Karal est également intéressante pour vulgariser la meule « Casa GV » vu les stocks importants d'acacia nilotica et les conversions futures à prévoir suite aux mortalités d'une partie de ces peuplements.

La finalité de cette formation est d'améliorer la filière de carbonisation ; elle se résume comme suit :

Au travers de techniques de carbonisation plus performantes, plus respectueuses de l'environnement mais aussi par une meilleure planification et organisation de la filière carbonisation, produire avec une quantité moindre de bois plus de charbons de meilleur qualité .

Objectifs

Cette finalité est sous tendue par les objectifs suivants :

- ◇ Professionnaliser cette activité qui est perçue comme marginale
- ◇ Faire la promotion de ces meules plus performantes, plus ergonomiques, plus attrayantes vu que la pénibilité des travaux est diminuée
- ◇ Mieux tirer parti de la matière ligneuse en tenant compte de ses propriétés physiques mais aussi de ses formes et poids
- ◇ Améliorer la manutention des bois, montrer des méthodes qui allège les travaux de portage et transport
- ◇ Respecter certaines règles de manière à augmenter les rendements tout en respectant l'environnement

4. Logistique à assurer pour la promotion et la formation à l'utilisation de ces techniques

Lors de ces formations visant la promotion et la maîtrise des ces nouvelles techniques de carbonisation il est nécessaire d'acquérir le matériel nécessaire pour y parvenir. Une partie de ce matériel figure dans la liste de l'annexe 8.

Ce chapitre est consacré pour expliquer les diverses utilisations de ce matériel et ainsi d'en justifier son acquisition par rapport aux objectifs et au contexte Tchadien.

Il est ressorti de cette étude que les rendements en carbonisation au Tchad peuvent être facilement améliorés sans grand investissement dès lors si :

- on améliore le séchage du bois et la pénibilité des travaux,
- on améliore l'exploitation et la manutention des bois,
- on diminue la pénibilité des travaux de façon à gagner du temps, de l'énergie, donc les coûts en main d'œuvre tout en rendant ces nouvelles méthodes plus attrayantes.

Concernant l'exploitation et la manutention des bois, c'est à dire les travaux d'abattage, façonnage, découpes, récolte ou collecte de bois carbonisable pour les amener à proximité de l'emprise de la meule, il existe des outils et des façons de faire qui du point de vue ergonomique rapidité d'exécution facilite grandement ces opérations .

Les exploitants charbonniers utilisent la hache locale et le coupe-coupe pour l'abattage et les découpes. Ces deux outils sont à conserver.

La serpe italienne (N° 105.010 en annexe 4), quant à elle avec son extrémité pointue et recourbée non seulement permet de couper mais surtout de pratiquer deux techniques de manutention des bois : le «*piqué-tourné*» et le «*piqué-trainé*» deux techniques bien appréciées des connaisseurs. En effet, la première permet de faire rouler rapidement les rondins de \Leftrightarrow 20 à 30 cm pour un seul homme et des billons ou petites grumes si on est plusieurs (*le sol porte la totalité du poids, l'effort à consentir est un effort de traction*). Après avoir enfoncé, piqué la pointe de sa serpe dans une extrémité, le hûcheron peut facilement traîner la bûche (*le sol porte la ½ du poids*). Ces deux techniques permettent de se baisser moins, de porter moins de poids donc de soulager les lombaires, de travailler plus longtemps avec moins de fatigue ce qui importe vu les conditions climatiques Tchadiennes.

Le crochet de serpe (N° 105.150 en annexe 4), petit accessoire permettant de porter la serpe dans le dos et de l'avoir continuellement à disposition et surtout de ne pas perdre sa serpe et le temps nécessaire à la retrouver (*perte de temps = perte de gains et énervements*).

Le sapi à main (N° 107.010 en annexe 4) permet aussi de pratiquer ces deux techniques.

Développés par les suédois spécialistes en ergonomie, le crochet de levage (N°108.300 en annexe 4) et la pince à main (N° 108.500 en annexe 4) sont des outils à promouvoir vu les facilités qu'ils permettent lors de la manutention des bois.

En outre, ces techniques et outils précités ci-dessus permettent de manipuler aisément les bois épineux et de garder les mains propres ce qui est appréciables surtout quand on manipule des essences qui exsudent du latex ou autre sève collante ou toxique.

Au risque de me répéter, une part importante de l'amélioration de la carbonisation est lié au séchage du bois, hormis les gains en énergie et les meilleurs rendements que permet la carbonisation des bois les plus secs, ceux-ci ayant perdus leur eau sont plus légers donc plus facile à transporter. Ainsi un bois peut perdre jusqu'à 40 % de son poids. Mais comme on ne

peut pas trop attendre que le bois sèche, on a intérêt à développer des techniques qui raccourcissent ce temps.

L'écorçoir (N° 107.010 en annexe 4) et la gouge à déséver (à fabriquer sur place) sont deux outils à promouvoir pour diminuer l'humidité des bois à carboniser et leur poids ; ce qui facilite grandement leur manutention et leur transport.

Pour les mêmes raisons de séchage et manutention il est parfois utile quand les bois s'y prêtent de les refendre pour accélérer ce processus et les alléger ; les merlins (N° 102.070 en annexe 4) et les coins (N° 103.100 en annexe 4) sont indispensables pour refendre les bois.

Quant aux autres coins en aluminium et plastique (N° 103.010, 103.170, 103.175, 103.155 en annexe 4) ils sont réservés pour les abattages directionnels et pour assurer certaines coupes et éviter de coincer la machine et surtout par sécurité pour empêcher l'arbre de partir dans une direction non désirée.

La quasi totalité des outils présentés ci-dessus peuvent être fabriqués localement par de bons artisans- forgerons.

Il est également à prévoir l'achat d'une vingtaine de fûts pour faire les cheminées nécessaires pour vulgariser les meules Casamançaises, Casa GV, et Valbois HD (voir § Pour le canton de Djongotoli)

D'autres outils seront fabriqués sur place tels que les crocs à 3 dents, les râtaeux, les supports de sacs lors des opérations de défournement et mise en sac, mais aussi, les échelles pour se déplacer sur les meules en toute sécurité.

Bien que la tronçonneuse ne soit pas un outil à promouvoir dans ce monde des charbonniers, lors de la formation pour gagner du temps lors du montage des meules où il y a toujours des recoupes à faire pour ajuster l'un ou l'autre bois pour l'insérer dans la meule et ainsi ne pas immobiliser les participants. Il serait donc judicieux de prévoir une machine de taille et puissance moyenne (8 cv) ainsi que les accessoires pour son entretien à savoir :

Un dispositif de sciage complet de rechange (pignon, guide-chaîne, et 2 chaînes)

Lime ronde pour les gouges et lime plate pour les limiteurs de profondeurs

Un jerrican « combi huile-essence »

Un jerrican métallique de contenance 20 litres pour faire les mélanges et stocker le carburant,

Les lubrifiants (Huile moteur 2 temps, + huile pour lubrification dispositif de sciage)

Une trousse à outils élémentaires

3 marques ont ma préférence par ordre décroissant :

1. Husqvarna
2. Dolmar
3. Sthil

Mais le critère à retenir est : laquelle de ces marques est représentée dans le pays ?!!!

Enfin il ne faut pas oublier le matériel pédagogique : Flip chart, rouleaux « papier conférencier », marqueurs,

5. Conclusions - Recommandations

Elles sont liées d'une part au contexte Tchadien et d'autre part aux objectifs précités. Elles concernent les considérations suivantes : environnementales, organisationnelles, économiques, techniques, ergonomiques, stratégiques.

Considérations environnementales

Le contexte Tchadien a fait ressortir les faits suivants :

- ◇ L'aridité du climat interdit des chantiers d'exploitation-carbonisation par mise à blanc afin de ne pas créer des « poches de désertification »
- ◇ Une importante quantité de bois morts sous diverses formes est à valoriser. Un vaste nettoyage en récupérant en priorité et au maximum ces «*laisser pour compte*» que sont les bois morts, les châblis, les émondages abusifs, ...est à commencer au plus vite.
- ◇ Le calendrier d'exploitation – carbonisation devra respecter les essences qui rejettent de souches en abattant quand l'hygrométrie de l'air est élevée. En effet, en abattant dès la fin de la saison des pluies on permet aux essences ayant cette potentialité de rejeter de souche donc de se renouveler .
- ◇ Après ce vaste nettoyage on pourra pratiquer des coupes sanitaires et/ou sélectives de manière à éliminer les moribonds, ces arbres dont la forme ou les défauts sont flagrants et qui pour la plupart des cas sont déjà sur leur fin vu leurs maladies ou blessures par le feu ou émondages abusifs qu'ils subissent d'année en année. Mais en aucuns cas on ne pratiquera de mise à blanc sauf pour la conversion des mortalités dans les peuplements d'Acacia nilotica rencontrées dans le département de Karal.

Considérations organisationnelles – économiques

L'aridité rencontrée au Tchad offre des inconvénients (passage plus fréquent des feux de brousse, facteur désertifiant,...) mais néanmoins un avantage en matière de carbonisation : le séchage du bois est plus rapide et plus profond au sein de la matière ligneuse à condition de respecter ce temps de séchage et de ne pas courir après l'argent. L'organisation de l'exploitation et de la carbonisation est à revoir. Ceci est très important à considérer car sans investissement les mêmes fours traditionnels, si ils étaient allumés plus tard dans l'année en fin de saison sèche afin de faire descendre l'humidité du bois au plus bas permettrait d'obtenir de biens meilleurs rendements et un surcroît de production, donc d'argent. Cette recommandation est organisationnelle car elle implique de travailler en équipe, de s'organiser en groupement lié au marché rural et de prévoir une caisse d'avance de manière à subvenir aux premiers mois sans production de charbon. Elle offrira l'opportunité d'installer un certain professionnalisme dans ce secteur marginalisé.

Considérations techniques – ergonomiques

Elles sont directement liés au contexte et aux objectifs.

Lors des formations nous verrons comment améliorer les rendements en :

- montrant des méthodes de manutention des bois qui diminue la pénibilité des travaux,
- fabriquant localement des outils pour faciliter les travaux et compléter l'outillage de l'exploitant-charbonnier,
- accélérant le temps de séchage (fabrication de gouges à déséver, abattage le soir et laisser l'arbre en feuilles quelques jours sans faire de découpes afin que le feuillage continue à évaporer et à extraire la sève),
- réduisant au maximum le nombre de découpes si l'on pratique la meule « *Valbois HD* »,
- maîtrisant des techniques de carbonisation plus appropriées.

Considérations stratégiques

- Il s'agit essentiellement d'organiser, de planifier les activités d'exploitation et carbonisation en pensant que les ressources ligneuses au Tchad sont limitées afin que Ndjamenana ne soit pas confronter à une grave crise en bois d'énergie.
- Il faut donc préparer le futur de diverses manières :
- L'AEDE continuera à promouvoir les alternatives de substitution et d'économie d'énergie permettant de diminuer la pression sur le bois de feu,

- Ce vaste nettoyage permettra de récupérer une grande quantité de bois carbonisable,
- Les coupes sanitaires, sélectives et la conversion des mortalités sur les peuplements atteints offrent des opportunités pour la carbonisation,
- Des forêts communautaires à multi-usages sont à promouvoir, à créer le plus rapidement possible car il ne faut en aucun cas se cantonner à une rationalisation de la récolte de bois d'énergie mais envisager au plus vite une stratégie de production de bois de feu et/ou charbon.

Quant aux recommandations suivantes, elles concernent les préalables à consentir pour préparer cette première session de formation en carbonisation mais aussi pour mieux aménager les zones et planifier les carbonisations pour le futur.

Durant les mois prochains les différents responsables de l'AEDE des 3 zones d'interventions s'engagent à réaliser les tâches qui contribuent aux objectifs de l'agence

Certaines tâches sont communes aux 3 zones, les voici :

- ❑ Sensibiliser les villageois sur ce concept de marché rural et les rendre opérationnels
- ❑ Identifier les charbonniers traditionnels villageois les plus aptes, les plus motivés (idem pour les migrants tolérés et autres)
- ❑ Identifier parmi les ONGs celles les plus concernées par la carbonisation
- ❑ Inviter les chefs de postes et cadres de l'AEDE et des EAUX et Forêts
- ❑ Identifier les sites de carbonisation et les reporter sur plan selon les critères de :
 - Disponibilité en bois « carbonisable » le plus sec possible et en quantité suffisante
 - Faire l'inventaire de ces bois et reporter sur plan l'emplacement de ces bois
 - Les châblis et autres bois morts important seront cuber et reporter sur plan
 - Les bois découpés seront transportés et enstérer autour de l'emplacement retenu pour monter la meule
 - L'estimation des volumes bois morts et chablis ainsi que le nombre de stères reportés sur carte permettra de délimiter les aires de carbonisation et de planifier le nombre de meules qu'il serait souhaitable de carboniser annuellement.
- ❑ Rassembler le petit outillage ; exiger des charbonniers retenus de venir à la session avec 1 hache, 1 pelle, 1 râteau, 1 houe + l'équipement personnel
- ❑ Prévoir 20 fûts de 200 l pour faire 4 cheminées et pour stocker les pyroligneux

Certaines tâches sont spécifiques aux 3 zones, les voici :

Pour le canton de Karal, les mortalités dans les peuplements d'Acacia nilotica sont à étudier de près :

Déterminer la ou les causes de cette mortalité :

- Faire une recherche bibliographique préalable pour resituer le contexte ainsi que des investigations sur terrain
- Vérifier les exigences édaphiques et autres d'Acacia nilotica ; examiner si elles ont été respectées
- Confirmer les hypothèses par des spécialistes en la matière
- Faire l'inventaire des parcelles atteintes
- Etablir les surfaces / parcelles et les totaliser de manière à préparer les regarnissages

- Estimer les volumes des arbres morts sur pied en utilisant le tarif de cubage établi pour cette zone
- Déterminer le nombre de stères grâce au coefficient d'empilage et ensuite la production en charbon
- Planifier sur base de ces résultats et du calendrier cultural le déroulement des carbonisations en tenant compte de la décrue.

Concernant les sessions en carbonisation et la récupération des *Ac.nilotica* exploités l'année dernière :

- Enstérer les bois
- Faire quelques pesées pour déterminer le poids moyen d'un stère d'*Ac.nilotica* et par après déterminer les rendements
- Prévoir la logistique, le matériel pour augmenter la rapidité d'exécution et rendre la formation plus performante (Merlin + coins, pinces individuelles et à deux hommes, paire de gants et bottes et une tronçonneuse)

Pour le canton de Mogroum

1. Suite aux saisies de bois rétablir un climat de confiance ;
2. sensibilisation au niveau des villages
3. Enstérer les tas de bois saisis par catégorie en les plaçant autour des sites de carbonisation
4. Rassembler, enstérer les bois issus des émondages abusifs
5. Etablir pour la zone la potentialité en production de charbon ; pour ce faire :
6. Cuber ce qui ne peut être coupé et transporté + châblis et gros bois mort
7. Transporter et enstérer les bois morts et les branches issues des émondages abusifs

Pour le canton de Djongotoli

Achat des 20 fûts et Logistique

Rassembler des tuyaux métalliques de \Leftrightarrow supérieur à 8 cm, longueur minimale 60 à 80 cm pour en faire des événements. Les tuyaux prévus pour les systèmes d'irrigation conviennent parfaitement.

Pour une meule Casamançaise il faut de 6 à 8 événements soit 4,8 m à 6,4 M de tuyau, ou encore une longueur de tuyau type « irrigation » cité ci-avant.

Si on ne dispose pas de tuyaux on peut utiliser des bambous de \Leftrightarrow important car le trou doit être grand tels que les bambous de chine *Bambusa vulgaris*, ou encore en clouant 4 planches. Mais ces deux alternatives ont l'inconvénient qu'il faut fabriquer les événements à chaque meule.

Identifier artisan chaudronnier soudeur capable de :

- fabriquer 4 cheminées (4 x 3 = 12 fûts),
- découper 4 fûts pour en faire des récipients pour récolter les liquides pyrolygiques,
- 4 fûts restent intacts pour stocker les acides pyrolygiques (3 fûts) et les goudrons (1 fûts),
- fabriquer le petit outillage facilitant les travaux d'exploitation, de désèbage, de manutention des bois, de conduite de carbonisation de défournement et mise en sacs.

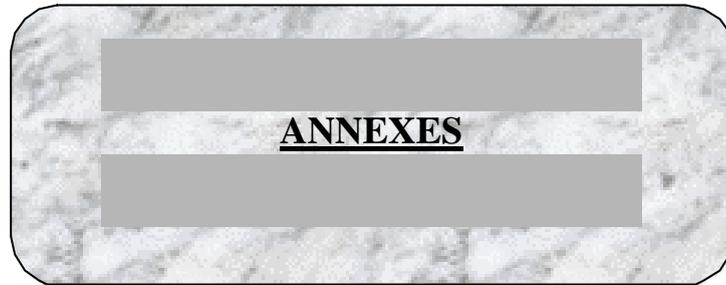
Commencé à N'Djamena

Le 11/04/2001 et ...

Terminé à Yaoundé

Le 25/04/ 01

M.H.Ducenne
Expert en carbonisation



ANNEXE 1 : Déroulement de la mission

ANNEXE 1' : Personnes rencontrées

ANNEXE 2 : Tableau des activités menés

ANNEXE 3 : Photos illustrant la mission

Planche 1 : Production de charbon selon le four traditionnel et transport

Planche II à V : Récupération et mise en valeur des bois « carbonisables »

ANNEXE 4: Liste descriptive du matériel

ANNEXE 5 : Carte bioclimatique – zone d'intervention de l'AEDE

ANNEXE 6 : Bilan d'une carbonisation

ANNEXE 7 : Valorisation dans son intégralité d'un arbre abattu : sciage de long et meule
« Vaboïs » HD

ANNEXE 8 : La meule « Casa » GV

ANNEXE 1

Déroulement de la mission

- Ma. 03/04/01 : Arrivée à N'djamena à 21 H 00' avec Air France, Bon accueil de la part de l'AEDE
- Me. 04/04 : Briefing – présentation de la stratégie et activités de l'agence s/c de :
M. le Directeur Général, le Dr. Abdel -Hamid Mahamat Ali,
Le responsable des opérations, M.Hissein Tchéré,
Validation visa s/c de M. Alladoumbaye Beyamra (DAF),
Echanges d'expérience sur la problématique d'énergie avec le Consultant, M. Andreas W. Massing,
Lecture des documents relatifs à la filière carbonisation,
Entrevue avec les directeurs des Eaux et Forêts M. Hagala, Bardoum Djekourbian, DFPE Adjoint
- Je. 05/04 : Rencontres – entrevues avec les responsables des zones d'interventions et/ou départements :
M. Babakar Matar (PDA), M. Ousmane Ourdé (SIG), M. Boussala Badmokréo
Entrevue avec M. Kanourdé, consultant Malien
1^{ère} sortie sur terrain dans le canton de Mogroum (Préparatifs dans la matinée et départ à14 H.)
Itinéraire : N'Djamena → Mogroum → Mitau → (via Guélandeng) → Magao/Heling → Bongor (nuit à B.) → Heling → Mitau → Kakalé-Béri → Guélandeng → Mogroum → Zaïko → Mogroum → N'djamena
- Ve. 06/04 : Suite visite sur terrain dans la zone de Guélandeng, Mogroum, Zaï ko Retour sur N'djamena
- Sa. 07/04 : 2^{ème} sortie sur terrain dans le canton de Bougoumène (du 07 au 08.04/01)
Itinéraire : N'djamena – Linia – Larba – Talhaya – Tokoni – Bougoumène (chef de canton en déplacement → Nuit à Djonkotoli) – Larba – Linia – N'djamena.
- Di. 08/04 : Suite visite des chantiers de carbonisation dans les environs de Djongotoli, Larba : longues discussions avec les charbonniers rencontrés
- Lu. 09/04 : 3^{ème} sortie sur terrain dans le canton de Karal
Itinéraire : N'djamena – N'djarmaya – Douguia – Dandi- Maloumri et retour par le trajet inverse
Visite des peuplements de l'aménagement forestier de Karal – maloumri
Entretiens avec les villageois travaillant sur les terroirs de décrue et les villageois de maloumri
- Ma. 10/04 : Entrevues « recommandations – Actions point » - avec les 3 responsables des 3 zones visitées,
Entretiens avec les consultants
Rédaction aide mémoire
- Me. 11/04 : Restitution de cette 1^{ère} mission sur l'amélioration de la filière de carbonisation auprès des cadres de L'AEDE et des Eaux et Forêts ;
Fin de mission à 12 h 45' préparatifs et départ pour Kousséri ; arrivée au Caméroun à 15 H.

ANNEXE 1'

LISTE DES PERSONNES RENCONTREES (lors des visites sur terrain)

1^{ère} sortie sur terrain dans le canton de Mogroum

Itinéraire : N'Djamena → Mogroum → Mitau → (via Guélandeng) → Magao/Heling → Bongor (nuit à B.) → Heling → Mitau → Kakalé-Béri → Guélandeng → Mogroum → Zaïko → Mogroum → N'djamena

- 1- M. Boussala BADMOKREO , Ingénieur Chargé des Marchés Ruraux à l'AEDE;
- 2- M. Hagal, DFPE
- 3- Bardoum DJEKOURBIAN, DFPE Adjoint ;
- 4- Saleh GANGANG, chef de canton de Mogroum ;
- 5- Prince OUMAR, représentant du chef de canton de Mitau ;
- 6- Samtchos SABALA, chef d'IF6 du Mayo-Boneye ;
- 7- SG du Département du Mayo-Boneye ;
- 8- Mokäi ni DJOBSOU, gardien du local de l'ADCM et chef des charbonniers rencontrés à M'Boura ;
- 9- Bulama MALLOUM, chef de village de Zaï ko,
- 10- Abdel-Kerim, représentant groupe des charbonniers rencontrés à Zaï ko.

2^{ème} sortie sur terrain dans le canton de Bougoumène (du 07 au 08.04/01)

Itinéraire : N'djamena – Linia – Larba – Talhaya – Tokoni – Bougoumène – Djongotoli – Larba – Linia – N'djamena.

1. Bardoum DJEKOURBIAN, DFPE/ Adjoint
2. Babakar MATAR, Ingénieur Forestier responsable du plan directeur
3. Le chef de poste forestier de Larba
4. Le chef de village de Larba
5. Le chef de poste forestier de Djongotoli
6. Le chef de village de Djongotoli
7. Le représentant du chef de canton de Bougoumène
8. Les charbonniers rencontrés sur leur site de carbonisation
9. Quelques membres des SLG (structure locale de gestion)

3^{ème} sortie sur terrain dans le canton de Karal

Itinéraire : N'djamena – Ndjarmaya – Douguia – Dandi- Mallourmi et retour par le même trajet

1. Bardoum DJEKOURBIAN, DFPE/ Adjoint
2. Ousmane OURDE, Ingénieur Forestier responsable de l'aménagement de la forêt de Mallourmi
3. Le chef de canton de Karal
4. Le chef de village de Mallourmi
5. Le chef de poste forestier de Karal
6. Les charbonniers traditionnels de Mallourmi
7. Quelques membres de la structure locale de gestion (SDL) de Mallourmi
8. Quelques villageois cultivateurs sur les terrains de décrue.

PERSONNES AEDE RENCONTREES

Dr. Abdel-Hamid Mahamat Ali,	DG
M. Alladoubaye Beyamra,	DAF
M. Hissein Tchéré,	RO
M. Mustapha Tanko,	Comptable
Mme. Souad Senoussi,	Secrétaire
M. Mahamat Ibrahim,	RRT
M. Boussala Badmokréo,	MR
M. Babakar Matar,	PDA
M. Ousmane Ourdé,	SIG
M. Boykas Mbäï lenang,	DCR
M. Adjid Mahamat,	SIEP
M. Bakhit Brahim,	RD
M. Andreas W. Massing,	Consultant
M. Kanourte	Consultant

Annexe 3, Planche V : Ces « *laisser pour compte* » ou récupération et mise en valeur de bois « carbonisable »

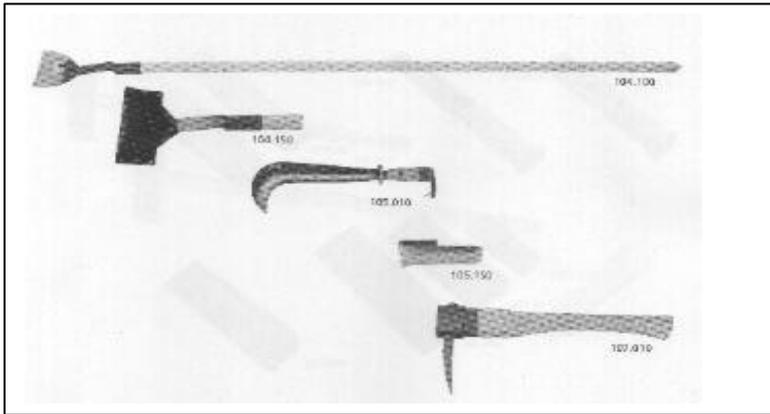


1. Arbre annelé, brûlé lors d'un défrichage

2. Exemple d'un peuplement d'*Acacia nilotica* entrain de dépérir suite à des inondations excessives et répétées (hypothèse à vérifier)

3 et 4 Peuplement trop dense, coupes sanitaires et sélectives seraient nécessaires et fourniraient du bois de feu ou du charbon

Annexe 4 : Liste descriptive du matériel



104.100
Ecorçoir avec manche 150 cm **51.60 DM**

104.150
Housse de protection en cuir **15.05 DM**

105.010
Serpe 28 cm **30.10 DM**

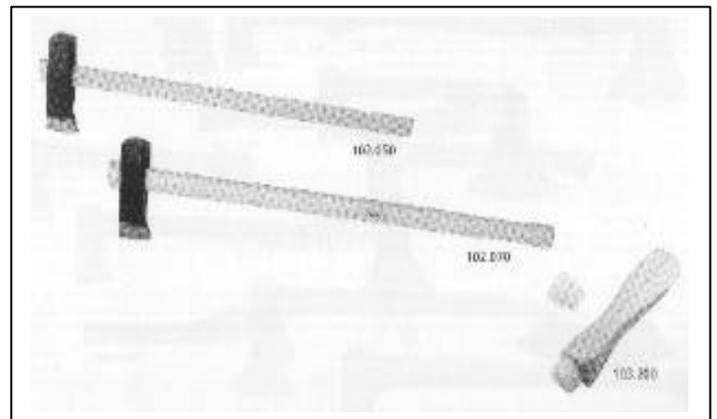
105.150
Crochet de serpe **5.40 DM**

107.010
Sapi à main avec manche 45 cm **63.45 DM**

102.050
MerlinCH 3,5 kg avec manche en frêne 85 cm
Prix : **60.20 DM**

102.070
MerlinCH 3,5 kg avec manche hickory 90 cm
Prix : **67.75 DM**

103.200
Coin bolle avec 2 touches, 28/31 cm, 0-60 mm
Prix : **75.25 DM**

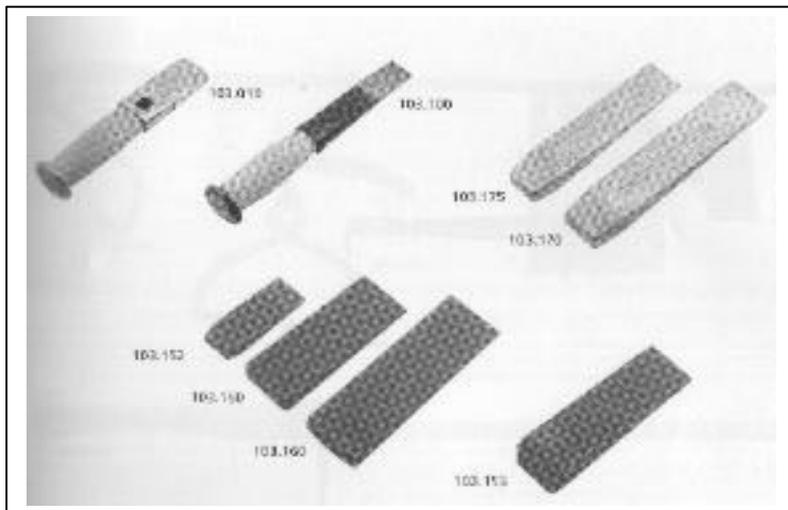


103.010
Coin en métal léger, complet **47.30 DM**

103.100
Coin en acier 2000g, complet **53.75 M**

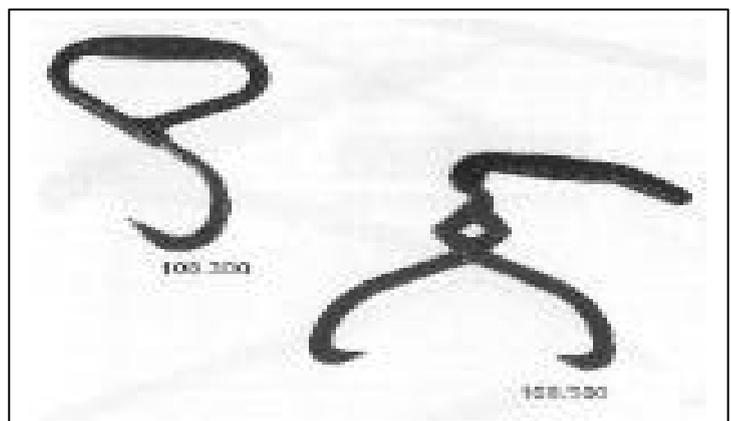
103.170
Coin en métal léger 26 cm **45.15 DM**

103.175
coin en métal léger 22 cm **34.40 DM**



108.500
Pince à main 18 cm, 04 kg, avec poignée
en plastic.
Prix : **35.50 DM**

108.300
Crochet de levage
Prix : **52.72 DM**

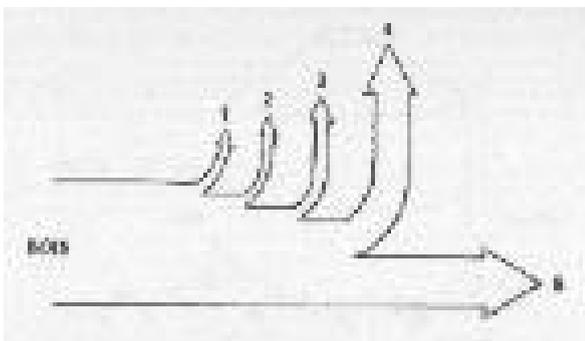
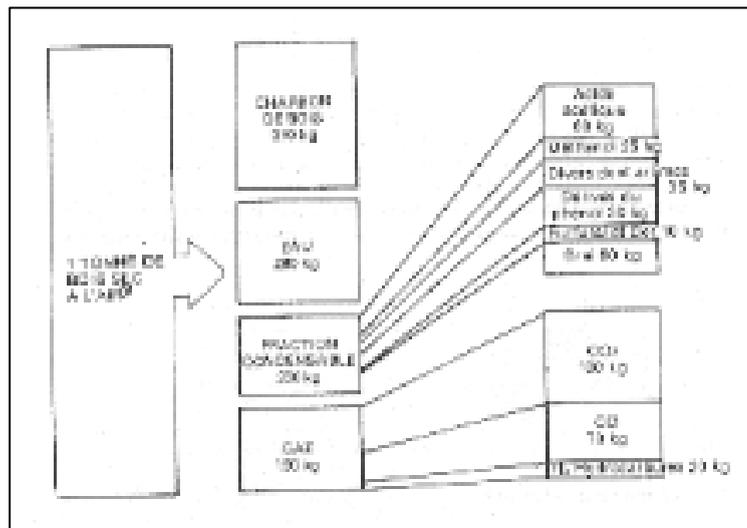


Annexe 6 : Bilan d'une carbonisation

A titre indicatif, on a transcrit dans le tableau ci-après les résultats globaux de carbonisation à 500 °C de quelques bois tempérés et tropicaux.

Ces exemples montrent que selon les essences, pour une carbonisation à 500 °C, on a globalement, pour une tonne de bois :

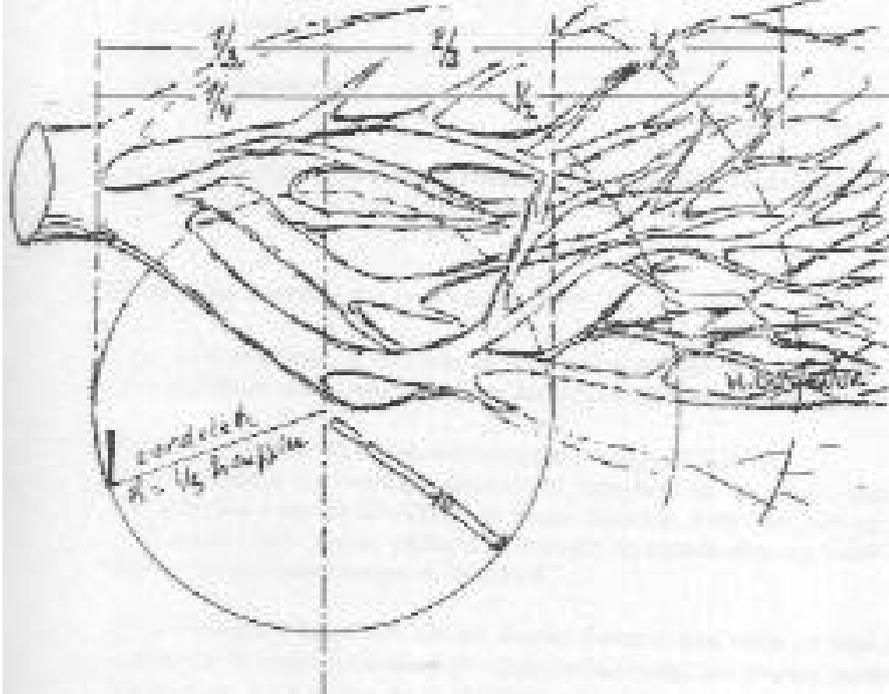
- 300 à 350 kg de charbon et comme sous-produit ;
- 430 à 530 kg de pyrolygèneux contenant plus de la moitié de son poids en eau et 10 à 20 % de goudrons ;
- 150 à 200 m³ de gaz.



1. Pertes par vaporisation de l'eau.
2. Perte par rayonnement + convection.
3. Chaleur de carbonisation.
4. Gaz + goudrons pyrolygèneux.
5. Charbon.

**Annexe 7 : Valorisation dans son intégralité d'un arbre abattu : sciage de long et meule « Vabois »
HD**

10) CONSTRUCTION D'UNE MEULE A L'AUTOUR DE SON HOUPIER, AFIN DE PROFITER DE CHAQUE BOIS



Déplacement de l'empreinte de la meule et ses abords pour faciliter les travaux

Repérage du centre de la meule à l'aplomb du houppier selon les proportions 1/3 - 2/3 ou 1/4 - 3/4 du Ø du houppier en fonction de sa taille. Tracer le cercle pour matérialiser la surface qu'occupera la meule.

Faconnage du houppier :

Procéder par découpes concentriques d'une largeur d'environ 2 M.

Pour un houppier important, les bois coupés dans la couronne externe c.à.d. les extrémités des branches, seront utilisés pour monter la 1^{ère} couche du plancher de la meule.

Les bois issus de la 2^{ème} couronne seront réservés pour le rayonnage supportant le plancher et renforcer le plancher (2^{ème} couche).

Les moyens bois issus de la 3^{ème} couronne sont réservés au montage de la 3^{ème} de la meule.

Montage de la meule

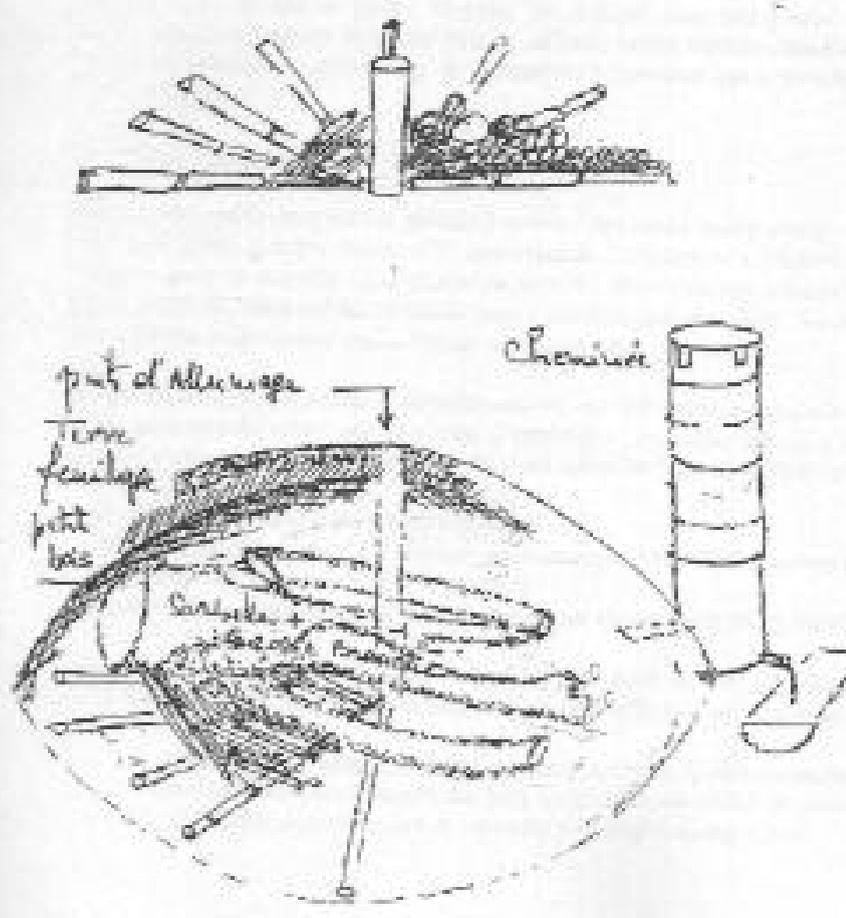
Le point d'alignage est matérialisé par un bois cross régulier érigé au centre.

A cet effet disposer des bois de Ø = 8 à 15 selon les rayons comme supports de plancher ou placer les petits bois pour construire le plancher.

Par couche successives de bois de Ø croissant en sens de la meule en prenant soin de remplir tous les espaces entre les moyens et Gros bois avec des plus petits afin d'assurer une bonne carbonisation.

Enfin les plus grosses branches seront séparées du tronc au moment où le montage viendra en contact rapproché afin de les laisser choir au cœur de la meule.

Les solides pyrolygènes et graudens sont récupérés au bas de la cheminée comme produits de protection.



A) BOIS D'ÉLEVAGE OBTENU PAR SCIAGE DE LIGNES POUR PRODUCTIONS ÉQUARRIS, MADRIERS, PLANCHES, BAIGNIES, CHEVROIS ET LATTES.

Légende

Après abattage directionnel

La grume est préparée mais elle sera séparée du boisier après l'opération

Le plus médian en vue de l'opération est marqué

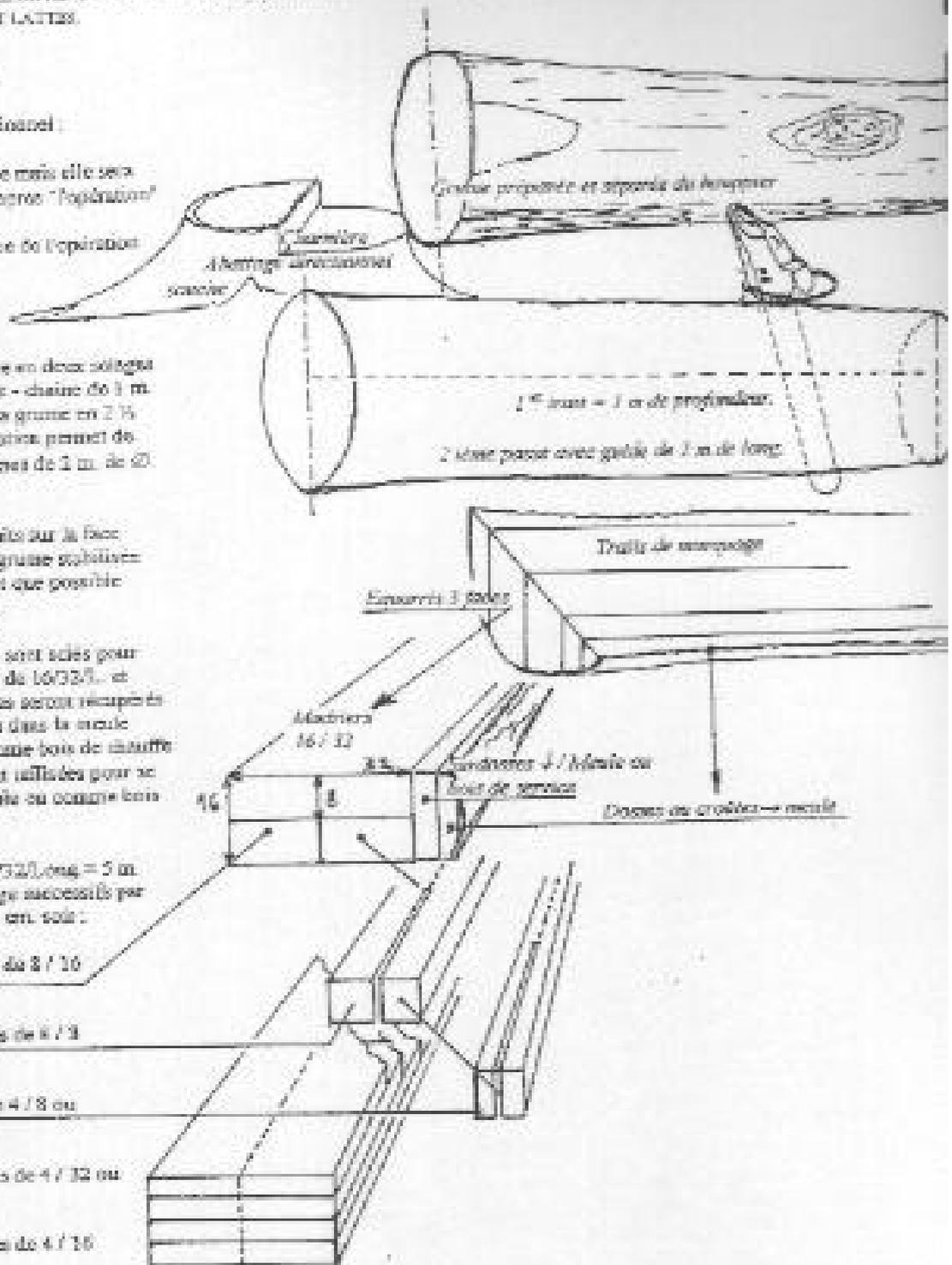
L'opération de sciage en deux étapes nécessite avec guide - chaîne de 1 m. puis de 2 m. sépare la grume en 2/3 Graines. Cette opération permet de l'évider en 2 des grumes de 2 m. de Ø.

1^{er} marquage des traits sur la face horizontale de la grume stabilisée pour être aussi droit que possible les égarés à face.

Ces égarés à face sont sciés pour obtenir les madriers de 16/32, et les Dosses ou croûtes seront récupérés pour être carbonisés dans la meule sèche à chaud ou comme bois de chauffe. Les sections seront utilisées pour se Déplacer sur la meule ou comme bois de service.

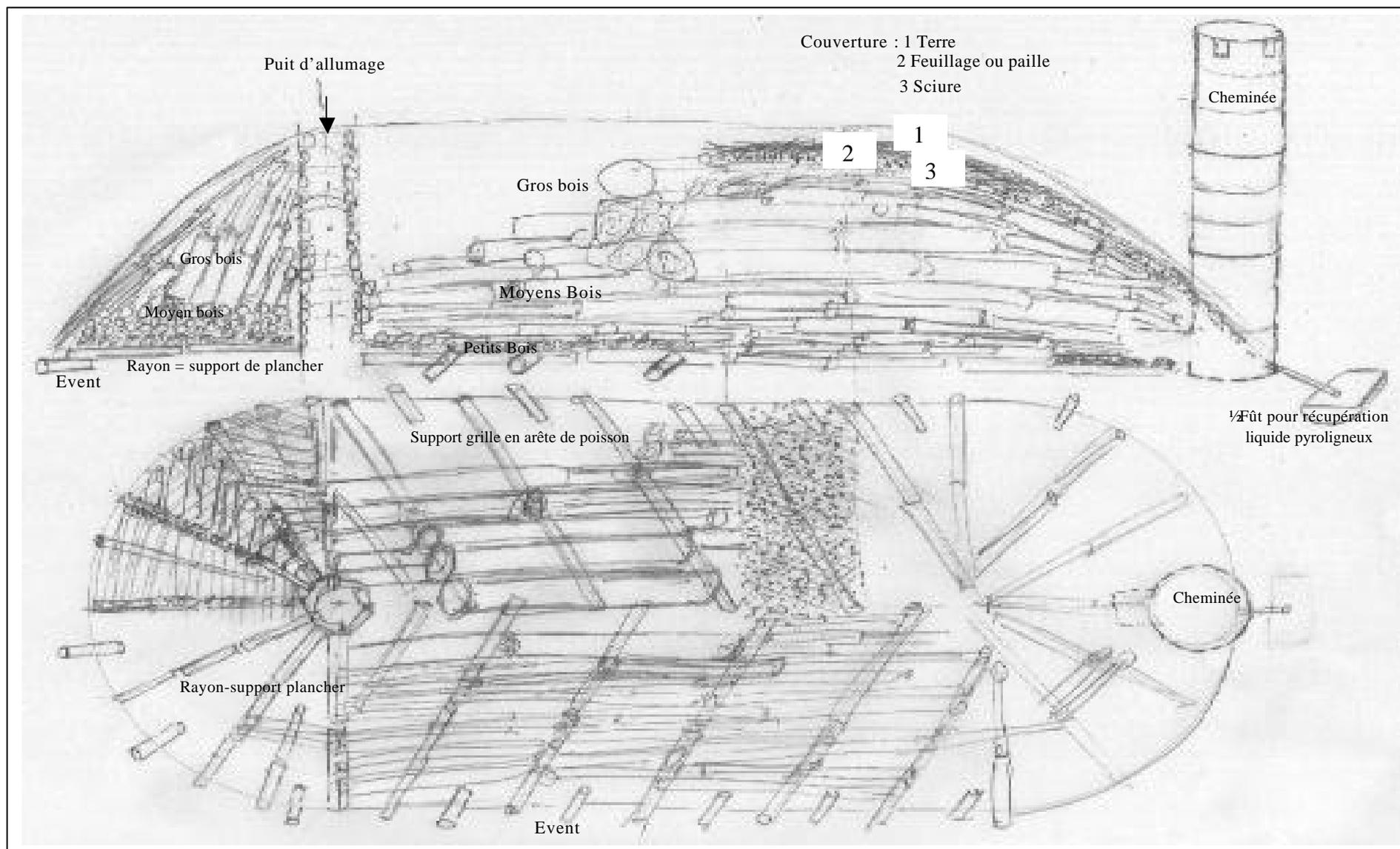
Les madriers de 16/32, long = 5 m. Durent après sciage successifs par sous multiples de 4 cm. soit :

- 4 berrings de 8 / 16
- 2 chevrons de 8 / 8
- 2 lattes de 4 / 8 ou
- 4 planches de 4 / 12 ou
- 8 planches de 4 / 16



Les croûtes et autres déchets seront incorporés dans la meule pour être carbonisés, la sciure également ou utilisée comme mulching

Annexe 8 : La meule « Casa » GV



Echelle Approx 1/50