

l'encyclopédie d'utovie

la fabrication artisanale du

**CHARBON
de
BOIS**



par le G.R.E.T.

Le Groupe de recherche et d'échanges technologiques, créé en 1976 existe toujours et travaille toujours à un développement durable pour les pays en développement en vue d'une justice sociale.

On peut découvrir son travail sur www.gret.org.

Ce manuel de fabrication artisanale du charbon de bois figure dans les premières réalisations du G.R.E.T. Nous l'avons publié dans L'Encyclopédie d'Utovie et repris en 1996 sous le numéro 41.

Cette technologie accessible reste fiable. A vous de l'adapter à vos besoins.

La numérisation de cette réédition a été effectuée en janvier 2024 par et pour les Editions d'Utovie dont vous pourrez découvrir le travail sur www.utovie.com

ISBN 978-2-86819-141-0

Dépôt légal 02/2024



Introduction

Les deux tiers des hommes comptent d'abord sur le bois pour trouver l'énergie correspondante à leurs besoins quotidiens. C'est ainsi que sur d'immenses zones du Tiers-Monde, les forêts disparaissent. Au contraire, la France est aujourd'hui un des pays les plus boisés du monde. Cette ressource naturelle est loin d'être exploitée en fonction de ses potentialités.

Fabriquer du charbon de bois est une des meilleure, et la plus ancienne façon de rendre l'énergie du bois plus facilement disponible, transportable, consommable. Sa fabrication peut aussi bien se faire à l'échelle industrielle qu'à l'échelle artisanale, qui nous intéresse seule ici.

Cette fabrication artisanale se prête bien à la décentralisation, et peut créer des emplois de qualité sans gros investissement (comme on le sait bien, « charbonnier est maître chez soi »...).

Il ne faut pourtant pas sous-estimer la complexité des techniques à mettre en œuvre. Ce petit ouvrage ne peut être considéré que comme une introduction, et celui qui voudra se lancer dans l'aventure, ce qui peut être parfois la voie la plus raisonnable, devra compléter sa documentation, et d'abord par des stages chez des charbonniers... « sur le tas »...

I - LE CHARBON DE BOIS : DEFINITIONS ET PROPRIETES

La fabrication du charbon de bois est une pratique vieille de plusieurs milliers d'années. Elle repose sur un principe simple : augmenter relativement le pouvoir calorifique disponible dans l'unité de poids du combustible.

Elle est aujourd'hui encore très répandue dans le monde. Le charbon de bois constitue en effet une source d'énergie domestique applicable aux domaines alimentaire et artisanal, il trouve aussi des applications dans le domaine industriel moderne :

- 1 - Combustible domestique : largement utilisé dans le Tiers-Monde pour la préparation des repas et l'artisanat;
- 2 - Chauffage industriel : peu utilisé - coûteux;
- 3 - Force motrice : gazogènes - turbines électriques;
- 4 - Métallurgie : fabrication d'aciers spéciaux, fonte et cuivre;
- 5 - Charbons actifs : - chimie alimentaire;
- chimie industrielle;
- 6 - Industrie de la viscosité et des tissus synthétiques;
- 7 - Alimentation des animaux (poulets, porcs)

Une technologie de conception simple et peu coûteuse permet d'obtenir un charbon de bon pouvoir calorifique dont les propriétés de conservation sont correctes. Le charbon de bois peut constituer dans *certaines conditions bien précises* une source d'énergie alternative très importante. C'est le cas en particulier au Brésil dans différents projets industriels, (métallurgie, production électrique) et en Afrique.

Processus de carbonisation

On distingue dans la chimie du bois deux formes de transformations, produisant des résultats différents. On parle de carbonisation lorsque la cuisson du bois donne du charbon de bois et de distillation lorsqu'on veut recueillir essentiellement des sous-produits comme certains goudrons, gaz ou acides.

La distillation est un processus plus poussé que la carbonisation, plus évolué techniquement; lors de la carbonisation on obtient également des produits de distillation, mais la technologie alors mise en œuvre n'a pas pour but de récupérer les produits.

L'opération se déroule en vase clos, la chauffe est progressive, la source de chaleur est interne ou externe.

1 - Jusqu'à 100°C on observe une dessiccation sans altération.

2 - De 100° à 275°C il y a production de vapeur d'eau, changement de couleur de la fumée (brunâtre), et dégagement de CO₂, de CO et d'acide acétique.

3 - Vers 300°C se produit une forte réaction exothermique avec formation de pyroligneux de goudron léger et de gaz.

4 - Après cette réaction, le processus se stabilise et l'opération se termine vers 400 à 450° afin d'obtenir un charbon épuré.

5 - Si on interrompt la carbonisation, en cessant le chauffage et en fermant l'appareil, les gaz riches en hydrocarbures sont réabsorbés par le charbon.

le bois à carboniser

En principe on peut utiliser des bois de toute provenance, souche, tronc, sarments de vigne, grignons d'olives, coques d'arachide et certains déchets de scierie à l'exception de l'écorce et de la sciure.

La technique de carbonisation en tas (meules ou fours) impose certaines contraintes du point de vue de la qualité générale du bois. Plus le bois est sain, vieux, a poussé lentement, est plus lignifié donc, plus il est dur, lourd et de teinte

foncée – meilleur pourra être le charbon. En principe, on carbonise ensemble des bois de même essence de même degré d'humidité, afin d'obtenir une cuisson homogène.

De même on veillera à la taille des bois (petites tailles 10 à 12 cm de diamètre) et à leurs formes (bois droits) de façon à laisser le moins d'espaces libres possibles dans le tas.

(Le charbonnier doit choisir ses bois en fonction de tous les paramètres afin de constituer un tas qualitativement et physiquement bien homogène).

choix et préparation du faulde

Le faulde est l'emplacement sur lequel on installe la meule ou le four.

Ce choix doit tenir compte de deux critères : l'un économique, l'autre technique. On veillera tout particulièrement à choisir un emplacement qui permette un approvisionnement facile et durable du « tas » afin d'éviter un transport toujours coûteux du bois. De plus, le rendement optimal d'un « tas » ne s'établit qu'après la troisième fournée, phénomène que connaissent bien les charbonniers.

On choisira également un endroit abrité du vent, où le sol sera sec, meuble et perméable à l'eau. Les terrains pierreux, argileux et humides sont déconseillés. L'emplacement doit être nivelé, il aura une forme légèrement conique afin de faciliter l'écoulement de l'eau de cuisson. On retirera la végétation et les racines, puis on sèmera une fine couche de terre criblée.

On préparera également de la terre de charbonnier en quantité suffisante (mélange argile, sable, poussière de charbon) pour assurer la couverture du « tas » (meule forestière) et la bonne étanchéité du four (four transportable) et pour obturer le moment venu les ouvertures du tas.

Pratique de la carbonisation l'expérience du charbonnier

Nous n'entrerons pas ici dans le détail de cette pratique que nous reverrons pour trois cas particuliers dans les chapitres

tres suivants (meules forestières, fours transportables, installations fixes). Il s'agit simplement d'énoncer des règles générales sur la conduite de la carbonisation d'un tas.

Techniquement, on distingue deux procédés :

- Le four à chaleur interne, où une partie du bois en tas va brûler, apportant ainsi à l'intérieur l'énergie nécessaire à la cuisson. C'est à cette famille qu'appartiennent les meules forestières, les fours transportables et les fours fixes simples.
- Le four à chaleur externe, où l'apport d'énergie se fait extérieurement à un vase clos (type continu) où se trouve le bois à carboniser et où le chargement et le déchargement sont continus. Ce second procédé est essentiellement utilisé en distillation, car il permet la récupération des sous-produits, mais sa technologie est beaucoup plus complexe et coûteuse.

Pour les fours à chaleur interne, on distinguera deux catégories, *les fours à tirage direct* (le front de carbonisation se propage de bas en haut et du centre vers l'extérieur) et *les fours à tirage inversé* (même processus que précédemment puis on colmate les ouvertures en partant du sommet du tas ce qui oblige l'inversion du tirage, le front de carbonisation se propage alors de haut en bas).

Les meules forestières et la plupart des fours transportables sont du type tirage inversé, avec chargement du bois et déchargement du charbon discontinu (arrêt du fonctionnement nécessaire).

La technique de la meule forestière – qui est en fait un four en terre – est matériellement parlant la plus simple de toutes les techniques de carbonisation, mais c'est également une des plus délicates à mettre en œuvre, exigeante en travail, en surveillance, elle requiert de la part du maître d'œuvre une *bonne expérience*. La durée d'une rotation est longue, le charbon produit de qualité inégale, le rendement très variable.

Les fours transportables à tirage inversé, s'ils fonctionnent suivant le même principe que la meule, sont plus simples à mettre en œuvre, moins exigeants en travail et en surveillance et plus réguliers en qualité et rendements.

L'opération la plus délicate dans la conduite de la carbonisation est l'appréciation du moment exact où l'obturation des

ouvertures doit être réalisée. Si on bouche la cheminée centrale trop tôt, le tas sera incomplètement cuit; si l'opération est faite trop tard on brûlera également le charbon.

Pour déterminer le moment de l'obturation, le charbonnier observe la couleur de la fumée, son odeur, et apprécie « à la main » la température du tas (une fumée fine de couleur bleu clair est le signe de la fin de la carbonisation).

Le charbonnier doit également veiller à ce qu'aucun « coup de feu » ne se produise, une quantité importante de charbon brûlerait alors. Ce « coup de feu » est provoqué par une fuite d'air sur le tas (mauvaise étanchéité), ou par une exposition au vent du tas.

L'allure de chauffe devra être lente et progressive, le tas restant à la température limite suffisamment afin que la chaleur soit bien répartie.

propriétés du charbon de bois

a) Rendement

Il peut être exprimé en poids ou en volume et dépend surtout de l'essence carbonisée, de la taille du bois, du degré d'humidité initial du bois, de la technique utilisée et enfin de la bonne conduite de la carbonisation et de l'expérience du charbonnier. A titre d'exemple, un bois sec (20% d'humidité) donne un rendement de 20% en poids pour une meule et de 25% environ en fours et cornues. Le rendement en volume est plus variable; pour une carbonisation en meule il s'établit par exemple à 42% pour des branches de chêne de diamètre moyen 10 cm et 72% pour des bûches de pin de 15 cm de diamètre.

b) Composition chimique

Le charbon de bois contient du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote. Les proportions respectives de ces éléments dépendent surtout de la conduite de la cuisson et de sa température. Plus cette dernière augmente, plus le taux de carbone est grand et le taux d'hydrogène petit. Par exemple, à 800°C le taux de carbone est de 90% et de 2,7% pour l'hydrogène. La composition peut varier de 80 à 90% pour le carbone, de 4,5 à 2,7% pour l'hydrogène et de 14 à 5,7% pour l'oxygène et l'azote et une petite proportion de substances minérales (2 à 3%).

c) Pouvoir calorifique

A 7% d'humidité et 3% de cendres le pouvoir calorifique inférieur moyen du charbon est de 7 000 calories. Le charbon de meule a le pouvoir calorifique le plus élevé (7 300 calories), puis celui de four (6 800 calories) et de cornue (6 500 calories).

d) Densité

La carbonisation en meule et four, lente et régulière, donne des charbons plus denses et plus lourds (un bois dur donne un charbon dense, une végétation lente accroît la densité). Le poids au m³ de charbon à 7% d'humidité varie selon la dureté du bois et la technique utilisée.

A titre d'exemple, un charbon de conifère cuit en meule pèse entre 140 et 180 kg/m³, un charbon de feuillus très dur cuit en four ou meule pèse entre 300 et 350 kg/m³, un charbon d'un bois dur cuit en cornue pèse entre 165 et 170 kg/m³.

e) Pouvoir absorbant - porosité

La surface des pores d'un gramme de charbon de bois peut varier de 160 à 400 m². Cette porosité explique son fort pouvoir absorbant et ses propriétés désinfectantes et décolorantes. Un charbon léger est très absorbant. Par exemple 1 cm³ de charbon de bois peut absorber 97 cm³ de gaz carbonique ou 165 cm³ d'anhydride sulfureux ou 178 cm³ d'ammoniac.

f) Propriétés mécaniques

Un charbon trop friable se désagrège en poussière dont le mélange à l'air est détonant. Un charbon trop dur brûle mal. Une température de carbonisation inférieure à 280°C donne un charbon qui brûle avec flamme et fumée; une haute température de carbonisation donne un charbon dur. La dureté diminue si la teneur en eau augmente. On peut mesurer également sa résistance à la compression (charbon pour la métallurgie).

g) Reprise d'oxygène et risque d'inflammation spontanée (stockage)

Du fait de la porosité du charbon, son stockage devra se faire à l'abri d'une humidité trop forte (il peut reprendre jusqu'à trois fois son poids en eau). Le charbon peut également se combiner avec l'oxygène ambiant en plus ou moins forte proportion. C'est la reprise d'oxygène.

Un charbon, cuit à 450°C a un taux de reprise de 30%, ce qui est beaucoup trop. Il faut donc cuire à une température soit inférieure (350°C) soit supérieure (550°C), le taux de reprise se situant alors à environ 8%, ce qui est correct.

Une carbonisation en meule bien conduite atteint une température voisine de 550°C.

Si l'on doit stocker une quantité importante de charbon dont le taux de reprise est fort on doit procéder à une stabilisation du produit (huit jours de stockage à l'air libre à 20°C par exemple) afin d'éviter tout risque d'inflammation spontanée.

NOTA : Tous les chiffres cités sont des valeurs indicatives,

Problèmes liés à l'exploitation forestière

Les recommandations du Professeur A. Schmitz (Fondation universitaire luxembourgeoise, Arlon, Belgique) dans le cas de l'Afrique tropicale portent sur une ré-utilisation des aires de carbonisation pour une reforestation progressive. En effet, à moins d'une attention particulière, ces aires risquent – malgré leurs caractéristiques agronomiques positives – de se réensemencer d'espèces herbues ou arbustives peu intéressantes. Aussi, pour utiliser l'ameublissement du sol, son nettoyage et son enrichissement minéral par le feu, il est conseillé de pratiquer sur ces aires, un semis en place bien conduit, de variétés capables de profiter des conditions du milieu et constituant une amorce de reboisement. Chaque zone demande certainement une connaissance sylvicole et une expérimentation particulière ; en l'occurrence A. Schmitz a été conduit à préconiser au Sud-Zaïre l'utilisation de l'eucalyptus. L'opération du semis – qui doit être conduite aussi scrupuleusement qu'une plantation pour obtenir les meilleurs résultats – se reproduit sur chaque emplacement successif de meules ; d'où l'intérêt à déplacer les aires de carbonisation. L'utilisation de variétés à croissance rapide, bien adaptées au milieu (au besoin exogènes), reproductibles par semis et utiles, permet à la fois d'éviter la dégradation des potentialités du milieu et de poursuivre l'exploitation du charbon de bois.

Cette sauvegarde du milieu liée à la pérennité de la technique de carbonisation, nécessite de la part des communautés rurales concernées une compétence forestière et un consensus entre les intérêts mis en jeu.



Références :

- MISSON** « *La carbonisation du bois au Katanga* », Bulletin agr. Congo Belge, XIV (1) : 66-93, 1954.
- SCHMITZ** « *Note sur l'expérimentation forestière portant sur l'effet du feu dans le Haut-Katanga* », Première conférence forestière Abidjan, 12 p., 1951.
- SCHMITZ** « *Essai de stockage de graines forestières prégermées, en vue de semis sur place* », Bulletin INEAC, X (5) : 309-319, 1961.
- SCHMITZ et DELVAUX** « *Implantation d'eucalyptus sur brûlis* », Bulletin agr. Congo Belge, XLIX (4) : 1003-1015, 1958.
- SCHMITZ, FOUARGE et ROOSEN** « *Les bois de mines du Haut-Katanga* » Bulletin Soc. Roy. For. Belg. 67 (10) : 325-358, 1960.
- SCHMITZ et HERINCKX** « *Considérations sylvicoles sur les Katanga* » Publi. Univ. Off. Congo à L'shi, XIX : 113-140, 1969.
- SCHMITZ et MISSON** « *La carbonisation du bois dans le Haut-Katanga industriel* », Minist. C.B. et R.U., tract 45, 71 p. 1960.

II – PRATIQUE DE LA CARBONISATION EN MEULES FORESTIERES

Il s'agit d'une technique artisanale qui impose néanmoins la maîtrise d'un nombre important de paramètres naturels. Sa pratique exige beaucoup de temps (5 à 8 jours depuis le dressage du bois jusqu'au défournement). Elle a cependant l'avantage d'utiliser exclusivement des matériaux pris sur le terrain à l'exception des petits outils de forestier (pelles, scies, machette, hache...).

Dans le choix du bois à carboniser, sa préparation, le choix d'un site approprié, le dressage et la couverture de la meule, l'allumage et la cuisson sous surveillance constante, enfin le défournement puis le conditionnement et le stockage, *l'expérience du charbonnier* est irremplaçable. La qualité de son travail influe étroitement sur le résultat tant quantitatif que qualitatif, qui est ici la production d'un charbon de bois à usage domestique, (charbon dur et non fumant à la combustion). Voici les règles élémentaires de cette technique.

Le bois à carboniser

Tout un travail de sélection et de préparation du bois est indispensable.

En principe, tout bois sain, dur et sec peut donner un bon charbon. On évitera de carboniser ensemble des bois d'essences très différentes (qualités phytochimiques éloignées). En zone tropicale particulièrement, on devra procéder au séchage du bois en claies rectangulaires de préférence (possibilité de mesure du volume) pendant au moins trois mois. Les bois à carboniser seront sélectionnés et préparés selon leurs tailles. La longueur n'excédera pas 1,5 m et le diamètre 20 cm ; les bois seront le plus droit possible. Au séchage on aura donc des claies de bois de longueur 50 cm, 1 m et 1,5 m (la forme

géométrique choisie pour la meule guidera la préparation pour la longueur et le diamètre).

Choix d'un site approprié

Ce choix prendra en compte la facilité d'approvisionnement en bois (il vaut mieux transporter du charbon que du bois), l'exposition au vent (un site protégé du vent sans être trop en creux est idéal) et les possibilités du terrain proprement dites (terre meuble, non argileuse et non caillouteuse).

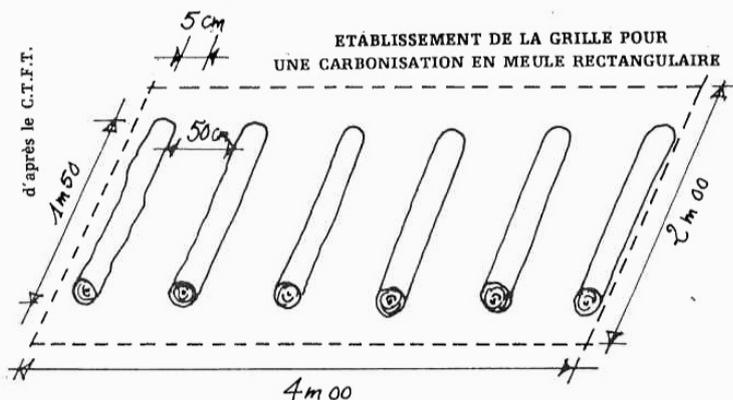
La préparation du faulde consistera en un nettoyage parfait d'une aire suffisamment grande (débroussaillage, enlèvement des racines importantes) dépendant de la forme de meule choisie. Selon le cas, on effectuera des petits aménagements destinés à favoriser la pénétration ou l'écoulement de l'eau de cuisson du tas (fossés, terre ameublie, pente...).

Rappelons que le rendement optimum d'un faulde ne s'établit qu'après la troisième carbonisation.

Dressage et couverture du tas

Lors du dressage, on tiendra compte d'un élément essentiel : l'homogénéité du tas. De même que l'on recherche une homogénéité des bois à carboniser, on veillera à laisser le moins d'espaces libres possibles entre les bois de façon à obtenir une circulation égale de la chaleur dans le tas lors de la cuisson. Pour un tas rond on fixera un piquet au milieu du faulde, on élèvera une cheminée autour de laquelle on dressera régulièrement les rondins debouts sur deux niveaux. Pour un tas rectangulaire on disposera des rondins sur le sol de façon à faire une grille, puis on construira une claie simple, enfin on empilera le bois à plat sur la grille en aménageant à une extrémité un point d'allumage (petit bois bien sec).

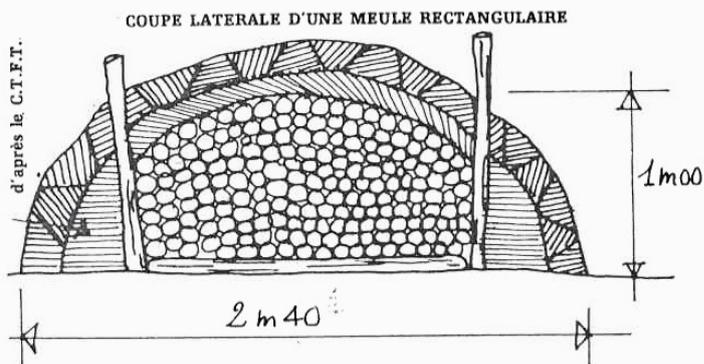
La couverture du tas se fera en deux niveaux : en premier on placera des feuilles, branchages, fougères ou toutes sortes de matériaux identiques, puis on recouvrira de terre de façon à rendre la construction étanche et solide sauf au point d'allumage (cheminée pour une meule) et aux endroits pré-

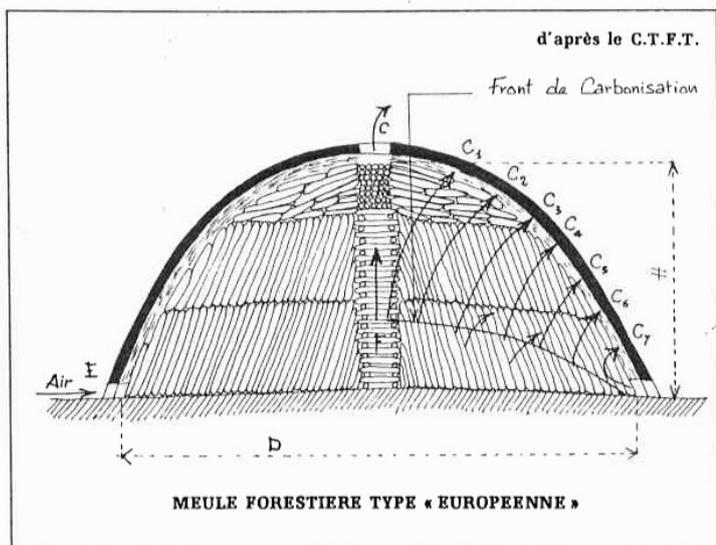


vus pour les événements d'aérations dont l'ouverture est nécessaire pour le démarrage du feu dans le tas.

On aura toujours à proximité une quantité suffisante de terre pour prévenir tout éboulement (lors de la cuisson le tas s'effondre, le bois se rétractant en rendant son eau de constitution) et pour obturer le moment venu toutes les ouvertures.

Pendant la préparation du tas, on aura pris soin de faire à proximité un feu, dont les braises serviront à l'allumage.





Allumage et cuisson

Sitôt le montage du tas terminé on procède à son allumage avec des braises, tous orifices ouverts. Lorsque le feu s'est bien établi (appréciation par la couleur de la fumée), on bouche la cheminée ou le point d'inflammation avec de la terre. Dans une meule ronde, le tirage s'inverse progressivement, les événements aspirant l'air nécessaire à la combustion, la fumée étant refoulée à la base du tas. Dans un tas rectangulaire, le front de carbonisation progresse directement d'une extrémité à l'autre du tas. Une fois le feu bien pris, on obture le point d'allumage avec de la terre. Le tas doit être visité régulièrement toutes les deux ou trois heures pour s'assurer que la carbonisation progresse lentement et complètement. Pour une meule ronde, le charbonnier doit être constamment présent. Son travail dans les deux cas consiste à régler de

façon appropriée les ouvertures d'air afin que la cuisson soit lente, régulière et homogène. Une fine fumée blanche indique une bonne marche, une fumée bleue indique que les événements trop ouverts ou un défaut d'étanchéité du tas. Le charbonnier veillera également à régler avec soin l'événement qui est « au vent » de façon à ce qu'aucun coup de feu ne se produise dans le tas. Après deux jours environ la fumée devient fine et peu importante, elle indique que le processus de cuisson est terminé; l'expérience du charbonnier est surtout importante pour le réglage des événements; ceux-ci commandent la qualité de la cuisson (lenteur, progressivité, point de température limite, coup de feu éventuel) donc du charbon et son rendement (du réglage des événements résulte un compromis entre le bois brûlé et le bois carbonisé). On obture enfin toutes les ouvertures du tas.

Défournement - conditionnement, stockage

Après trois à quatre jours, le tas est suffisamment refroidi pour être ouvert. Son ouverture doit se faire proprement en écartant les branchages et la terre de la couverture qui ne devra pas trop se mélanger avec le charbon et on fera particulièrement attention à quelques braises qui peuvent encore être dans le tas, car l'ouverture pourrait provoquer la combustion d'une part importante de charbon. Pour cette raison le défournement peut avoir lieu de nuit, on aura également soin d'avoir à proximité quelques seaux d'eau utilisables en cas d'urgence.

Après une aération de quelques heures à l'air libre, l'élimination de corps étrangers (pierres...), le charbon froid pourra être ensaché, puis stocké dans un endroit sec (le charbon réabsorbe facilement l'eau). Les sacs ne seront pas empilés sur une hauteur trop importante, car le charbon risque de s'écraser et de devenir poussiéreux. Toute manipulation ultérieure devra également prendre en compte ce facteur.

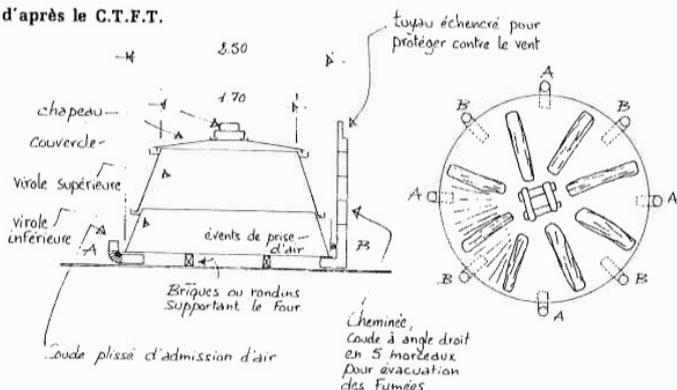
Le rendement d'une telle technique se situe aux environs de 30 à 40 kg/stère de bois frais.

Deux charbonniers expérimentés peuvent produire et ensacher de 5 à 6 tonnes de charbon par mois.

III – LES FOURS TRANSPORTABLES

Description du matériel Four Type Magnein

d'après le C.T.F.T.



DISPOSITION DES CHEMINÉES

Le four se compose de deux éléments tronconiques, d'un couvercle, d'un tampon central et de huit tuyaux coudés (quatre événements, quatre cheminées).

- L'élément tronconique (base) pèse 110 kg et est en tôle de 2 mm d'épaisseur.
- Le second élément tronconique pèse 70 kg, en tôle de 1 mm d'épaisseur.
- L'ensemble couvercle-chapeau pèse 33 kg.

Les éléments s'assemblent entre-eux sans boulons, clavettes ni appareil de serrage, dans les gouttières prévues, qui

doivent être remplies de sable pour assurer l'étanchéité de l'ensemble. Le volume est de 4 stères.

Deux hommes peuvent transporter facilement chaque élément au moyen d'une civière rudimentaire.

Dressage du bois – mise en place du four

Le forme tronconique permet le dressage en dehors de l'appareil ce qui est plus pratique pour travailler. On établit au sol une grille avec des rondins disposés dans le sens des rayons. La cheminée centrale se monte comme dans une meule ordinaire, le bois est ensuite dressé verticalement autour de la cheminée. Le dressage terminé on pose le premier élément dont la partie inférieure est maintenue au niveau de la grille au moyen de quatre briques ou pierres sur lesquelles il repose. Sous la grille on glisse symétriquement et alternativement les quatre tuyaux coudés destinés à servir d'évents et les quatre tuyaux coudés servant de cheminées. On amasse de la terre au pied de la meule pour assurer l'étanchéité à la base. On pose le deuxième élément, sa cornière disposée dans la gouttière du premier, puis on place le couvercle.

Allumage et fonctionnement

L'allumage se fait en jetant une masse de braises dans la cheminée centrale. Lorsque le feu est bien établi on ferme l'orifice central et le tirage s'inverse progressivement, la fumée s'échappant par les autres cheminées après avoir traversé toute la masse de bois du tas.

Il est exagéré de penser que l'on peut alors laisser le four sans surveillance. Plus pratique que la meule forestière, du point de vue montage et étanchéité, le four doit être surveillé fréquemment pendant la cuisson afin que celle-ci soit aussi lente et régulière que possible. Le réglage des événements est tout aussi important, d'autant plus qu'un coup de feu peut provoquer une déformation irréparable des tôles. Un charbonnier expérimenté sera seul capable d'apprécier la bonne marche

de son appareil et, de conduire correctement la carbonisation. C'est à l'appréciation de la densité et de la couleur de la fumée qu'il jugera la cuisson achevée. Il pourra alors retirer les tuyaux et obturer tous les orifices du four.

La cuisson peut durer de 20 à 27 heures.

Le défournement s'effectue une fois le four bien refroidi. Quelques seaux d'eau pourront être utiles en cas d'urgence si un foyer persiste dans le tas.

La durée totale d'une opération s'établit à environ 48 heures. Un chantier de carbonisation devra comprendre de trois à cinq fours afin d'éviter les temps morts et fera travailler des ouvriers dont l'un au moins est expérimenté.

Limites d'utilisation des fours transportables

Le four transportable doit être d'une faible contenance (inférieure à 10 m³) sinon ses éléments trop lourds ne sont plus transportables facilement et risquent de se déformer. Le diamètre des bois à carboniser ne doit pas excéder 12 à 15 cm et leur longueur 50 cm.

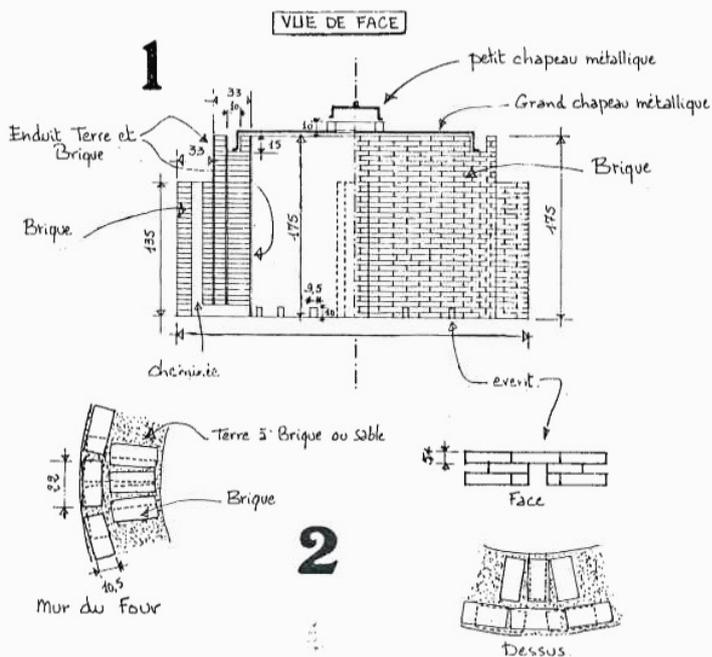
Les fours transportables ne doivent être utilisés que dans le cas d'exploitation de bois de petites dimensions ou en complément d'une exploitation qui utilise déjà les bois de grosses dimensions.



IV – FOUR FIXE

Description du four (voir dessins 1 et 2)

d'après le C.T.F.T.



ETABLISSEMENT DE LA SOLE EN BOIS
ET DE LA CHEMINÉE CENTRALE

Le four est formé d'un cylindre en briques, recouvert d'un chapeau de tôle de 2 mm d'épaisseur (qui aurait avantage, si possible, à être porté à 3 mm d'épaisseur).

Partie cylindrique à construire en briques crues de la dimension habituelle (22 × 10,5 × 5,4), jointoyées avec un coulis de la même terre glaise que celle qui a servi à faire ces briques.

L'assemblage des briques est à faire d'une manière très soignée et régulière : les unes en travers, les autres en long, conformément au dessin 2. Dans la mesure des possibilités, on peut adjoindre une mince paroi cylindrique de sable entre les briques extérieures et les briques intérieures afin d'augmenter l'isolation et l'étanchéité.

Une fois la construction du mur terminée, passer, à l'intérieur et à l'extérieur, un enduit de la même terre glaise que les briques, de façon à assurer son étanchéité complète.

A la sortie inférieure, le cylindre comprend :

– douze événements de 10 cm × 9,5 correspondant à deux hauteurs de briques

– quatre cheminées de 10 × 10 à leur partie verticale et de 10 × 9,5 à leur partie horizontale de manière à présenter au départ la même forme que les événements. La hauteur peut être supérieure à celle indiquée sur le plan (la maçonnerie de brique pouvant être prolongée par un tuyau métallique).

En haut du cylindre, une rigole circulaire de 10 cm de large, situé entre deux bordures concentriques de briques découpées et jointoyées. C'est dans cette rigole que viendra se poser le rebord du chapeau en tôle. On assurera ensuite l'étanchéité en remplissant la rigole de sable.

Le chapeau métallique. Il ferme l'ensemble de la maçonnerie à sa partie supérieure qu'il recouvre entièrement. Il est formé de deux chapeaux :

A) *Le grand chapeau* qui est constitué par l'assemblage de trois éléments métalliques.

1) Un disque de 2,22 m de diamètre.

2) Un cylindre de même diamètre que le disque et de 0,15 m. de haut, soudé perpendiculairement au plan du disque sur son rebord.

3) Une couronne de 2,22 m de diamètre intérieur et 2,26 m de diamètre extérieur, parallèle au disque et soudé au bas du cylindre indiqué ci-dessus.

Le disque vient obturer la partie supérieure du cylindre. Le rebord formé par le cylindre et le disque a le double avantage d'assurer, d'une part une assise stable au couvercle et, d'autre part, une meilleure étanchéité du joint couvercle-maçonnerie.

L'étanchéité est complétée, une fois l'assise du couvercle emboîtée (dans la rigole en maçonnerie) par le remplissage de cette dernière par un matériau d'étanchéité qui peut être du sable ou toute autre matière similaire.

Au centre du disque est prévue une ouverture de 0,28 m de diamètre.

Sur tout le pourtour de cette ouverture, une gouttière en U cylindrique sera soudée perpendiculairement au plan du disque, afin de recevoir le petit chapeau.

- dimensions de la gouttière : diamètre intérieur : 0,28 m
- diamètre extérieur : 0,35 m - hauteur : 0,10 m

B] *Le petit chapeau*

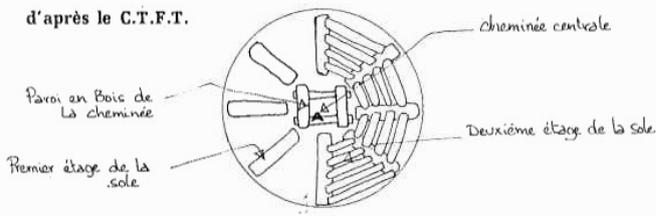
Ce chapeau est constitué sur le même principe que le grand mais de 0,32 m de diamètre seulement.

Son assise viendra reposer dans la gouttière du grand chapeau. On assurera l'étanchéité de la fermeture entre le grand et le petit chapeau dans du sable maintenu dans la gouttière.

Remplissage du four

On commence par monter la cheminée centrale d'allumage A (voir dessin « Etablissement de la sole et de la cheminée centrale », qui est formée d'un empilage de bois courts, d'en-

d'après le C.T.F.T.



**ETABLISSEMENT DE LA SOLE EN BOIS
ET DE LA CHEMINÉE CENTRALE**

viron 50 cm de long, placés les uns sur les autres, de façon à former une colonne d'un diamètre intérieur d'environ 20 cm. Autour et au pied de cette colonne, on place horizontalement un certain nombre de gros rondins (il y en a huit sur le dessin), sur lesquels on constituera une sorte de plancher formé de bois placés horizontalement les uns à côtés des autres. Le but de cette sole en bois est de surélever par rapport au terrain naturel l'ensemble du bois à carboniser afin de permettre un meilleur tirage entre les événements et la cheminée centrale.

On place ensuite verticalement, sur cette sole, tous les bois à carboniser, de façon à remplir le four complètement, et l'on met alors en place le chapeau en tôle. Le four est ainsi prêt à être allumé et contiendra environ 5 stères de bois.

Allumage et fonctionnement du four

Pour allumer, on enlève le petit chapeau, et l'on jette dans la colonne A servant de cheminée d'allumage, une masse de braises et de petits bois allumés. Ce foyer en brûlant, provoque peu à peu la combustion du bois qui se trouve autour de la cheminée.

On laisse cette combustion continuer pendant une à deux heures, puis on remet en place le petit chapeau, en assurant l'étanchéité de la rigole avec du sable. A ce moment, la fumée sort par les quatre cheminées sur les côtés du four.

A partir de ce moment, la carbonisation commence à se produire. Elle durera environ deux jours.

On surveille les cheminées jusqu'au moment où il ne sortira plus de fumée. A ce moment, on constate aussi, en regardant par les événements ouverts, qu'il s'y trouve une masse de charbon porté au rouge. On bouche alors tous les événements en formant autour du foyer un bourrelet de terre, et on ferme aussi les extrémités supérieures des cheminées en les bouchant avec une brique bien lutée avec de la terre glaise. La carbonisation est alors terminée. Il n'y a plus qu'à attendre le refroidissement pour défourner.

BIBLIOGRAPHIE

1. OUVRAGES GENERAUX

- **Le charbon de bois** par A. Lefoivre et G. septembre (1941)
Ouvrage complet qui aborde les problèmes de carbonisation en Europe (CTB)
- **Technologie de la distillation du bois** par M. Klar (1925)
Aborde tous les aspects de la chimie du bois. Ouvrage technique un peu démodé (CTB)
- **La carbonisation du bois**, FAO (1955)
Excellent ouvrage de référence sur la carbonisation en meule, fours transportables et fours fixes (CTB, CTFT) (réf 55-6-3441)
- **Fabrication artisanale du charbon de bois pour les petites entreprises** (1975) BIT
Ouvrage récent et bien illustré sur la carbonisation artisanale du bois. Contient un manuel détaillé pour la mise en œuvre d'une meule forestière et d'un four transportable. Aborde également les aspects économiques et de gestion d'une petite unité de production (Publié également en anglais) (CTFT)
- **Bois et forêts des tropiques**, n° 159 janvier/février 1975
Aperçu général - Résumé des connaissances.

II. ETUDES ET DOCUMENTS SPECIALISES

La liste n'est pas limitative, chaque problème particulier doit faire l'objet d'une recherche spéciale. Les ouvrages cités le sont à titre d'exemples.

- **La forêt amazonienne source d'énergie** E. UHART (1971) CTFT
Rapport de mission sur la mise en valeur des ressources forestières du Brésil pour produire de l'électricité avec du charbon de bois.
- **Etude préliminaire sur la possibilité de production de charbon de bois au Surinam** par M. GAVARD 1966 (CTFT)
- **La carbonisation du bois dans le Haut-Katanga industriel** M. SCHMITZ et M. MISSON. (1960) CTFT
La production de charbon de bois pour alimenter une industrie métallurgique.

- **Mise en valeur des déchets de sciure et d'une usine de pâte à papier, FAO**
Problème du recyclage des déchets industriels pour la production de charbon de bois.
- **Carbonisation du bois et enrichissement forestier en Afrique tropicale M. SCHMITZ (1978) CTFT Colloque International.**
Problème des dégradations des lieux de carbonisation en forêt et description d'une expérience de reboisement.
- **Formation d'ouvriers charbonniers au Congo E. UHART (1971) CTFT**
- **Construction et mise en œuvre d'un four fixe à charbon de bois J. GUISCAFRE (1966) CTFT**
- **Etudes des possibilités de fourniture de charbon de bois pour la sidérurgie au Niger CTFT 1964**
- **Analyse de carbonisation de bois d'Amazonie CTFT 1972**
- **Pyrolytic conversion of agricultural and foresting wades in Ghana Feasibility Study, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, USA.**
- **Make charcoal, the easy way**
VITA Documentation Service - 3706 Rhode Island Av. Mt Rainier Maryland 20822 U.S.A.

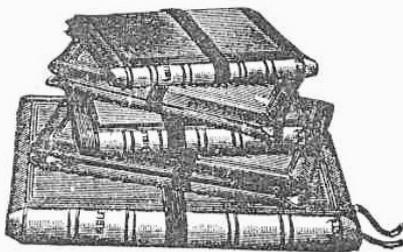


Table des matières

Introduction	3
I. Le charbons de bois : définitions et propriétés	4
Processus de carbonisation	5
Le bois à carboniser	5
Choix et préparation du faulde	6
Pratique de la carbonisation	6
Propriétés du charbon de bois	8
Problèmes liés à l'exploitation forestière	10
II. Pratique de la carbonisation	
en meules forestières	12
Le bois à carboniser	12
Choix d'un site approprié	13
Dressage et couverture du tas	13
Allumage et cuisson	15
Défournement, conditionnement, stockage	16
III. Les fours transportables	17
Dressage du bois, mise en place du four	18
Allumage et fonctionnement	18
Limites d'utilisation des fours transportables	19
IV. Four fixe	20
Remplissage du four	22
Allumage et fonctionnement du four	23
Bibliographie	24
Présentation du Groupe de recherche et d'échanges technologiques	27

LE G.R.E.T.

Le Groupe de recherche et d'échanges technologiques est une association fondée en 1976 selon la loi de 1901 par quelques personnes spécialistes de la coopération avec le Tiers-Monde.

Dès sa création, et de façon alors très novatrice, il a mis l'accent sur l'importance des choix techniques dans les processus de développement et d'élaboration des projets sociaux. Il a constaté la pauvreté des réponses apportées par les techniques les plus répandues aujourd'hui dans le monde industrialisé aux problèmes qui se posent dans les contextes écologiques et sociaux très différents du Tiers-Monde, et plus généralement dans les situations de crise que connaît le monde actuel. Il a choisi de mener un travail concret favorisant l'émergence de solutions alternatives. Convaincu que le manque de solutions à l'heure actuelle tient en particulier en l'absence de mise en relation des ressources scientifiques et techniques et de certains besoins qui s'expriment mal, il cherche à favoriser l'échange entre utilisateurs et producteurs de technique, comme entre hommes de terrain, hommes de technique, et hommes de décision. Le GRET est attaché à l'idée de réseau, qui mise sur des relations souples, évolutives, volontaires, aisément mobilisables. Grâce à de très nombreux contacts divers, il peut trouver des axes et des lieux de collaboration avec des partenaires très différents et complémentaires.

AUJOURD'HUI, LE GRET PROPOSE :

- + un centre de documentation sur les techniques alternatives comptant 5 000 documents, ouvert au public du lundi au vendredi de 14 à 17 heures (énergies renouvelables, artisanat, agriculture, écologie, soins de santé primaire, etc.);
- + diverses publications techniques, comme celle que vous avez dans vos mains;
- + le Fichier Technique du Développement, diffusé par abonnement, qui rassemble des fiches décrivant des techniques alternatives, en majorité, mais pas exclusivement, adaptées au Tiers-Monde (400 fiches publiées);
- + un bulletin trimestriel d'information : la Lettre du GRET;
- + la possibilité de collaborer à des groupes de travail par thème technique appelés « cellules » : sur la santé, l'habitat, la technologie alimentaire, le séchage solaire, les énergies renouvelables,...