

PRODUCTION DU CHARBON DE BOIS

Introduction

Le charbon de bois est utilisé comme combustible pour cuisiner en plein de villes dans les pays en développement, comme c'est moins sale et plus facile à utiliser que du bois.

La production à petite échelle du charbon requiert beaucoup de travail. On peut diviser la production en quelques stages d'opération:

- Faire pousser le matériel.
- Récolter le bois.
- Sécher et préparer le bois pour la carbonisation.
- Carboniser le bois pour créer du charbon.
- Contrôle, stockage et transport jusqu'à l'entrepôt ou point de distribution.

Cependant, peut mener à des dommages environnementales quand la demande pour le combustible augmente au-delà de ce que l'on peut fournir dans des limites durables.

La quantité de charbon produit varie selon les méthodes employées pour le produire et la dextérité de l'opérateur.

Cette note jette un regard sur certaines des approches dans la production de charbon de bois et sur une petite échelle dans les pays en développement où l'efficacité peut être grandement améliorée par l'adoption de meilleures techniques et equipment.

Bien que le bois soit le combustible le plus abondant on a expérimenté avec beaucoup d'autres sources de combustibles, y compris les déchets agricoles tels que les tiges de millet, les épi de maïs et les coquilles de noix de coco. Ces matériaux de biomasse sont constitués de cellulose, de lignine, de substances volatiles et de l'eau. Lors du processus de production les substances volatiles sont expulsées et la cellulose et la lignine se décomposent. Le processus se divise dans les étapes suivantes:

- Combustion: l'oxygène est de haute température et cette température augmente de l'ambient jusqu'à plus que 500 degrés, et quand le feu s'établit, l'alimentation d'oxygène est réduite, par fermer la porte de feu, et puis la température diminue jusqu'à 120 degrés.
- Déshydratation: de l'eau excès est expulsé à une température réduite de 100 degrés et le four émit une vapeur blanche, épaisse et humide.
- Réaction exothermique: quand le bois a séché, la température augmente vers 280 degrés et le bois commence à se décomposer en charbon, la vapeur d'eau et d'autres produits chimiques; dans ces moments la vapeur est jaune, chaude, et huileuse et la température est maintenue par contrôler la circulation de l'air par des trous et des bouches pour permettre de brûler plus de bois.

Practical Action, The Schumacher Centre for Technology and Development, Bourton on Dunsmore, Rugby, Warwickshire, CV23 9QZ, UK

T +44 (0)1926 634400 | F +44 (0)1926 634401 | E infoserv@practicalaction.org.uk | W www.practicalaction.org

Practical Action is a registered charity and company limited by guarantee.
Company Reg. No. 871954, England | Reg. Charity No.247257 | VAT No. 880 9924 76 |
Patron HRH The Prince of Wales, KG, KT, GCB



Figure 1: Production de charbon de bois. Photo: Practical Action Sudan.

note technique

- Refroidissement: une fois la carbonisation complète, la température du four tombe au-dessous de 100 degrés et on peut enlever le charbon pour refroidissement supplémentaire.

Le processus de carbonisation dépend en grande partie de la température de carbonisation, de l'humidité contenue dans le bois qu'on utilise (le plus sec le meilleur), de la dextérité du producteur et de la condition du bois (la teneur de lignine).

Le succès du processus de carbonisation est l'efficacité du four, définie comme la masse de charbon obtenu comme pourcentage de la masse de bois qu'on met dans le four au début:

$$E_k = M_C/M_W$$

Où E_k = l'efficacité du four
 M_C = masse de charbon produite
 M_W = masse de bois qu'on met dans le four

À proprement parler cela est l'efficacité de récupération alors que l'efficacité de conversion inclut du charbon fin (rejeté) qu'on n'emballer pas pour vendre à cause de sa petite taille. Les deux efficacités se calculent sur la base d'air humide/sec ou la base de sec à four. Par exemple, si une pièce de bois qui pèse 100 kg contient 20 kg d'eau excès, son vrai poids est 80 kg. Le contenu d'humidité est ainsi:

$$\text{Contenu d'humidité (CH)} = \frac{\text{Masse d'eau}}{\text{Masse de bois (sec ou humide)}} \times 100\%$$

$$\text{Base d'air sec ou humide: CH} = 20/100 \times 100\% = 20\%$$

$$\text{Base de sec à four: CH} = 20/80 \times 100\% = 25\%$$

Donc, si un four produit, disons, 10 kg de charbon, l'efficacité de conversion, E_{kc} , du four à

$$\text{Base d'air sec ou humide: } E_{kc} = 10/100 \times 100\% = 10\%$$

$$\text{Base de sec à four: } E_{kc} = 10/80 \times 100\% = 12.5\%$$

Alors supposons que 5% du charbon finit comme charbon fin ou comme poussière qu'on peut pas emballer, 0,5 kg du charbon va rester dans le four et l'efficacité de récupération, E_{kr} , est calculée de la façon suivante:

$$\text{Base d'air sec ou humide: } E_{kr} = (10-0.5)/100 \times 100\% = 9.5/100 \times 100\% = 9.5\%$$

$$\text{Base de sec à four: } E_{kr} = (10-0.5)/80 \times 100\% = 9.5/80 \times 100\% = 11.9\%$$

Normalement, les efficacités des fours se basent sur les conditions les plus simples, c'est à dire, les efficacités de conversion se calculent sur la base d'air sec, comme ce sont les plus faciles à mesurer et calculer. La plupart de production de charbon de bois à petite échelle dépend de la combustion partielle du bois pour fournir la chaleur nécessaire pour la carbonisation et donc le rendement dépend lourdement du contenu d'humidité du bois (Stassen, 2002).

note technique

Les Fours

La production de charbon traditionnelle nécessite une dextérité acquise. Le facteur le plus critique dans la conversion efficace du bois au charbon est l'opération prudente du four. On doit sécher le bois et prudemment l'empiler pour permettre une circulation d'air à travers le four et aussi du temps suffisant pour que les réactions aient lieu. Si l'on n'opère pas le four correctement, les rendements peuvent être la moitié de l'optimum.

Fours traditionnels

Beaucoup de charbon pour la consommation domestique en pays en développement est produit en fours souterrains (des trous creusés dans la terre), ou dans les fours de monceau (des piles de bois empilé sur le sol et couverte de terre), par des fermiers ou des ouvriers sans terre. Les rendements (la masse de charbon/le poids de bois) de fours souterrains varie de moins de 10% jusqu'à plus que 25%.

Fours en brique et en béton

Fours en brique et en béton peuvent être plus efficaces que les tas de terre, et l'on peut les opérer en toute saison, et ils ont des vies plus élongées que les fours en métal ou en boue, et sont moins susceptibles à des pratiques pauvres de quelques opérateurs. Pourtant, le charbon de haute qualité qu'ils produisent n'est pas nécessairement convenable aux consommateurs domestiques, parce que c'est trop difficile à enflammer. Changer à des fours grands et efficaces entraîne plein d'implications économiques et sociales, donné que la plupart du charbon est encore produit par des fermiers et des paysans sans terre qui, sous des circonstances normales, ne peuvent pas bénéficier du changement et peuvent voire en souffrir.

Des fours en brique sont idéaux pour remplacer les fours traditionnels quand on a besoin de grandes quantités de charbon d'une haute qualité consistante. Le débit d'une batterie de sept fours de "rouche" est à peu près 15000 mètres cubiques par an. Cependant, la constructions de tels fours nécessite un niveau de dextérité en maçonnerie assez élevé, ainsi qu'un approvisionnement de briques. Cela limite l'envergure de ces fours dans beaucoup de pays, mais dans des régions où on a réussi à les produire et maintenir sans trop de dépense, ils se sont révélés une méthode très efficace de produire le charbon de bois. Les fours de "rouche" coûtent approximativement \$200-300 et donne des rendements jusqu'à 35% du bois mis dedans.

L'un des avantages les plus signifiants du four en brique par rapport aux fours en terre d'une taille pareille, est que leur cycle de carbonisation est beaucoup plus court. Normalement, un four en brique de 50 mètres cubique offre un cycle de carbonisation de 8-10 jours, alors que le four de terre comparable nécessite, au moins, deux fois cette période. De plus, le travail impliqué dans l'opération du four en brique est beaucoup moins que celui pour construire et gérer le four en terre. Par ailleurs, l'opération du four en brique est généralement beaucoup plus simple que le four en terre: on peut relativement facilement former les ouvriers dans son usage et des manques d'une main d'œuvre capable de l'opérer ne risquent pas d'être une limite sur la production.

Des fours en brique sont normalement, pourtant, des structures fixes: donc ils ne sont aptes que pour des lieux où il y a une source de bois assez près pour le transporter et assez grand pour durer la vie du four de cinq ans, voire plus.

Fours portables en acier



Figure 2: Utiliser un four portable en acier au Soudan. Photo: Practical Action Sudan.

note technique

Des fours portables en acier sont dans la forme d'un cylindre avec un couvercle conique. Un four se défait en trois parties qui sont conçues pour rouler sur le sol de la forêt aux nouvelles régions de brûlage ou bien à transporter en camion. Des fours portables en acier ont un rendement petit: la production annuelle d'un four portable typique d'un volume de 7 mètres cubiques est entre 100-150 tonnes. Donc, ils ne sont pas appropriés pour des lieux qui nécessitent une production de grand volume. Leur application idéale est là où la source de bois est déjà dispersée et la production du charbon de bois a lieu sur une échelle limitée.

Les avantages du four portable en acier sont qu'il requiert moins de travail que le four de terre petit et en général donne un rendement plus grand de charbon et d'une plus haute qualité. Il est aussi plus rapide: son cycle de carbonisation total pour un four de 7 mètres cubiques est de 3-4 jours; quand il s'agit d'un four de terre petit, le cycle est de l'ordre de -14 jours.

Le four portable en acier, comme le four en brique, a l'avantage considérable par rapport au four de terre que la formation pour son usage est très simple. Le four en acier peut donc être déployé en régions qui n'ont aucune tradition de production du charbon.

Le désavantage majeur du four en acier par rapport aux fours traditionnels est son coût élevé, même avec une production locale, c'est de l'ordre de \$1000 et en plusieurs endroits considérablement plus. Étant donné sa vie de travail de 2-3 ans on ne justifie pas facilement son coût en régions où le coût de la main d'œuvre et du charbon est bas.

Charbon de bois d'arbustes de mesquite au Soudan

Action Pratique a employé les fours portables en acier au Soudan pour faire du charbon du mesquite (Prosopis) qui est une plante ligneuse et vivace qui pousse dans les conditions arides du Soudan. On l'a promu dans les années 1970 et 1980 comme source de combustible, de bois, de gosses pour le fourrage et comme ayant un effet stabilisant sur les terres afin de combattre la désertification. Cependant il a causé des problèmes quand laissé sans gestion comme il étend dans la zone de pâturage et le terrain cultivé et peut devenir très difficile à maîtriser. La situation a résulté dans la déclaration de la plante comme herbe nocive au Soudan et il existe un programme d'éradication. La production du charbon à partir du mesquite peut faire partie de ce programme d'éradication et peut aider les gens à améliorer leur revenue.

Le projet utilise fours en métal portables basés sur la conception pour la carbonisation des tiges de coton comme partie du Groupe de Technologie de la Biomasse à l'Institut de Recherche de l'Énergie dans les années 1980, ce qui est similaire en conception à un four MARK V (un four bien connu) mais d'une volume (à peu près 2 mètres cubiques) et un poids plus petits pour permettre une transportation facile. Son efficacité de carbonisation normale est vers 25%. Les fours en métal ont un avantage supplémentaire par rapport aux fours de terre qui est qu'ils permettent de produire du charbon fin des petites branches du mesquite.

Le four en métal peut être facilement fabriqué localement à un prix bas grâce au fait qu'on peut le faire de barils de pétrole vides qu'on peut procurer au marché à Kassala.

Mini-fours de charbon

Le mini-four de charbon est utilisé en beaucoup d'endroits. Une conception du mini-four est décrite par E G K Rao, de l'Inde, dans le magazine *Boiling Point*, No. 6, Avril 1984. Ceci décrit un four qui est construit d'un baril de pétrole basé sur une conception traditionnelle des Philippines, utilisée pour traiter les coquilles de noix de coco. Il rend plus que 30% charbon de haute qualité de 80 kg de bois à brûler mis dedans.

note technique

Une personne pourrait opérer une gâchée de 10 barils kilos, produisant jusqu'à 250 kg de charbon de

Restes de biomasse pour le charbon de bois au Kenya

Au Kenya une étude de 2004 a penché sur l'emploi des restes de biomasse pour faire des briquettes de charbon. L'étude a contenu des critères telles que la disponibilité, la conversion potentielle, la qualité du combustible et la potentielle pour l'entreprise.

Afin de créer une liste d'une série de matériaux gérables avec une vraie potentielle, l'étude a considéré la quantité totale disponible dans la totalité du pays comme le paramètre le plus important pour la production de combustible. Il était aussi important de considérer quelques variations saisonnières ou annuelles dans les réserves et des usages préexistants ou concurrents. Finalement, le plus bas le contenu de cendres dans les restes de biomasse, le meilleur la qualité de la production de combustible.

À partir de cette analyse, les suivants restes de biomasse ont montré leur rentabilité commerciale basée sur leur disponibilité au Kenya:

- Bagasse (une dérive du traitement du sucre)
- La sciure
- Coquilles de noix de coco
- Enveloppes du café
- L'écorce d'acacia
- Coquilles de noix de Macadamie
-

L'étude a pu démontrer que tous ceux-là, sauf les coquilles de noix de coco, ont une grande potentielle de former la base d'un marché de briquettes viable dans le pays.

Source: The Use of Biomass Wastes to Fabricate Charcoal Substitutes in Kenya- Feasibility Study, Chardust Ltd. & Spectrum Technical Services, 2004.

www.hedon.info/goto.php/view/121/library.htm

haute qualité par jour. L'inconvénient principal de ce type de four va être sa courte vie, mais là où il y a des barils peu chers et un bon marché pour le charbon, il pourrait servir comme une petite entreprise rentable.

Briquettes de charbon de bois

Briquettes faites de déchets agricoles peuvent faire concurrence au combustible de bois traditionnel, si elles sont d'une qualité suffisante et si le prix est bien fixé. Ceci permet la conversion de restes de basse qualité en combustibles vendables. Le travail par MIT D-Lab en produisant briquettes de charbon de bois est décrit dans la note technique [Les Champs Produisent Du Combustible : Du Charbon De Bois Est Fabrique A Partir De Résidues Agricoles](#)

Des expériences au Gambia et ailleurs ont pu démontrer que ca se peut que des restes et les briquettes de charbon ne brûlent pas bien en cuisinières existantes. À voir *Boiling Point* édition spécial sur Briquettes 1989/90.

Problèmes de production et d'usage

Le charbon de bois est important sur les plans énergétique et économique dans la plupart des pays africains. La production du charbon emploie un nombre considérable de personnes dans des régions rurales. Cependant, ceux qui utilisent le charbon sont la groupe la plus exposée aux grandes volumes de

note technique

dioxyde de carbone (CO₂), suivie par ceux qui utilisent le bois. L'emploi du charbon résulte en grandes volumes de dioxyde de carbone, ce qui contribue au réchauffement de l'atmosphère.

Augmenter l'efficacité de l'usage du consommateur nécessite la promotion de cuisinières améliorées. Cuisinières traditionnelles sont normalement fabriquées par le secteur informel; des modèles avec des efficacités de transfert de chaleur plus élevées devraient être développées en collaboration avec les utilisateurs et les fabricants, et fabriquées par le secteur privé.

Les inefficacités inhérentes dans la production et l'usage du charbon, l'urbanisation rapide et la préférence de ceux qui habitent les communautés urbaines pour le charbon met une contrainte considérable sur les ressources locales de bois.

Par conséquent Action Pratique a mené une investigation à propos du remplacement de combustible dans un nombre d'endroits, y compris Kassala, Kenya où les ménages ont reçu du soutien à changer du bois et du charbon de bois aux GPL et au pétrole. Des prêts financiers ont aidé des gens à payer les coûts de la conversion, car le coût de le faire a été perçu comme la contrainte principale. Introduire GPL ou pétrole réduit le nombre de particules polluants, ce qui mène a des améliorations sanitaires par rapport aux combustibles traditionnels comme le bois et le charbon pour cuisiner.

Le pétrole et les GPL sont abordables pour plein de ménages de la classe moyenne et de la haute société mais des améliorations sur le plan du prix et de la livraison (surtout du GPL) sont nécessaires pour permettre aux ménages sur l'échelle de bas revenu à abandonner les combustibles traditionnels. À voir *Kerosene and Liquid Petroleum Gas (LPG)* note technique d'Action Pratique.

L'électricité n'est pas un substitut potentiel pour des combustibles de bois. Bien que l'électricité soit abordable et pratique en beaucoup de lieux pour l'éclairage, les communications et peut-être les réfrigérateurs, peu de ménages, ruraux ainsi qu'urbaines, pourront cuisiner à l'électricité si les tarifs qu'on demande reflètent le prix.

Conclusion

Fours au charbon améliorés nécessitent des dépenses de capital mais aussi une meilleure compréhension et contrôle du processus de carbonisation. Sécher le bois, meilleures méthodes pour empiler et meilleure contrôle du processus, en combinaison avec une cheminée pour créer un courant d'air à l'inverse, peuvent tous augmenter considérablement l'efficacité de la carbonisation. Cependant, ils nécessitent plus de temps et d'effort pour préparer le four et contrôler le processus de carbonisation.

Dans des régions où le bois est librement disponible les producteurs traditionnels du charbon n'ont aucune raison pour améliorer leur production et peuvent utiliser plusieurs fours traditionnels. Augmenter l'efficacité de la production du charbon de bois nécessite mesures de contrôle, formation systématique et programmes de démonstration.

Références et lecture supplémentaire (en anglais)

- *Biomass as a Solid Fuel* Practical Action Technical Brief
- *Fuel from the Fields: Charcoal from Agricultural Waste* Practical Action Technical Brief
- *Improved Wood Waste and Charcoal Burning Stoves: A practitioner's manual*
- *Simple Technologies For Charcoal Making* FAO, 1983 (FAO Forestry Paper No 41) <http://www.fao.org/docrep/X5328e/X5328e00.htm>
- *Charcoal: Small-scale Production and Use* GTZ / GIZ
- *Charcoal of Simple Kiln Systems* GTZ / GIZ
- *Charcoal Production Using a Transportable Metal Kiln* NRI
- *Construction Of A Transportable Charcoal Kiln* NRI
- *Construction Of Charcoal Kilns Built With Locally Manufactured Bricks* NRI
- *Construction, Installation And Operation Of An Improved Pit-Kiln For Charcoal Production* NRI
- *Charcoal Making in Developing Countries Technical Report No 5* Gerald Foley, Earthscan
- *The Charcoal Dilemma: Finding a sustainable solution for Brazilian industry* Practical Action Publishing

- *Wood Carbonization Unit: Design and Development of a Prototype with Recovery of Waste Heat* Breag et al. Practical Action Publishing, ISBN 9780859543064.

Organisations

FAO

Food and Agricultural Organization
Via delle Terme di Caracalla
00100 Rome
L'Italie
Fax: +39 65404297
Adresse électronique: ask-fao@fao.org
Site internet: <http://www.fao.org/docrep/>

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

P. O. Box 5180
65726 Eschborn
L'Allemagne
Site internet: <http://www.giz.de/>

Biofuel Energy Systems Ltd.

Cambrian Buildings
Mount Stuart Square
Cardiff
CF10 5FL
Le Royaume-Uni
Tél: +44 (0)29 20 408990
Fax: +44 (0)29 20 408999
Adresse électronique: Christina Woodman christina.woodman@sustainable-energy.co.uk
Site internet Sustainable Energy www.sustainable-energy.co.uk
Un petit cabinet-consultant et compagnie de développement technologique au Royaume-Uni. BES vient de compléter le développement d'un système prototype pour produire le charbon de bois. Ce système est très innovateur qui produit du charbon de bois et utilise les gaz dérivés pour faire de l'électricité. Le développement du prototype a été soutenu par le Département pour la Commerce et l'Industrie.

Pro-Natura International

15, avenue de Ségur, 75007
Paris
France
Tél: +33 (0)1 53 59 97 98
Adresse électronique: pro-natura@wanadoo.fr
Site internet: <http://www.pronatura.org/>
Pro-Natura International a été fondé au Brésil en 1985 et en 1992 était devenu l'une des premières ONG du Sud global à être internationalisée après la conférence de Rio. Le siège social de Pro-Natura International est actuellement situé à Paris, France et il y a des bureaux au Brésil, aux États-Unis, au Ghana, au Nigeria et au Royaume-Uni.

Pro-Natura UK

Tubney House, Abingdon Road
Tubney, Oxon OX13 5QL
Le Royaume-Uni
Tél: +44 (0)1865 241044
Fax: +44 (0)1865 393101
Adresse électronique: pronaturauk@dsl.pipex.com
Pour réduire la déforestation Pro-Natura Royaume-Uni a développé le [charbon de bois vert](#) Cette innovation technologique, qui utilise les restes agricoles et biomasse inutilisée, produit une alternative au

bois qui respecte l'environnement et qui est compétitive sur le plan économique. La séquestration du dioxyde de carbone est une autre méthode pour réduire le réchauffement de l'atmosphère. La reforestation et la sylviculture permettent le stockage de l'excès de dioxyde de carbone dans l'atmosphère dans les arbres et la terre (en forme de matière organique). La revitalisation conséquente de la terre améliore aussi le rendement agricole. Dans cette matière Pro-Natura coopère avec [Eco-Carbone](#).

Practical Action
The Schumacher Centre for Technology and Development
Bourton-on-Dunsmore
Rugby, Warwickshire, CV23 9QZ
Le Royaume-Uni
Tél: +44 (0)1926 634400
Fax: +44 (0)1926 634401
Adresse électronique: infoserv@practicalaction.org.uk
Site internet: <http://practicalaction.org/practicalanswers/>

Practical Action est une charité de développement avec une différence. Nous savons que les idées les plus simples peuvent changer les vies des pauvres partout dans le monde. Pendant plus de 40 ans, nous avons travaillé en étroite collaboration avec les gens les plus pauvres du monde – utilisant la technologie simple pour lutter contre la pauvreté et pour transformer et améliorer leurs vies. On travaille actuellement en 15 pays en Afrique, Asie du Sud et en Amérique Latine.

note technique