

الجمهورية اللبنانية

مكتب وزير الدولة لشؤون التنمية الإدارية
مركز مشاريع ودراسات القطاع العام

K50
PIC
84

MINISTRE DE L'AGRICULTURE
PLAN VERT

SERVICE ADMINISTRATIF
CANADIEN OUTRE-MER

République Libanaise
Bureau du Ministre d'Etat pour la Réforme Administrative
Centre des Projets et des Etudes sur le Secteur Public
(C.P.E.S.P.)

ETUDE EXPERIMENTALE SUR
LA CARBONISATION DU BOIS AU LIBAN

Maurice PICARD

30 Août 1971

MF N=486

K50
PEE
84



TABLE DES MATIERES

- 1 - Historique du charbon de bois
 - 2 - Principaux usages du charbon de bois
 - 3 - Rendement du chêne vert en produits de carbonisation et en pourcentage
 - 4 - Les dix commandements du bon charbonnier
 - 5 - Constatations sur l'usage du charbon de bois au Liban
 - 6 - Résultats des Carbonisations effectuées à Annaya et à St Antoine Kozhaya.
-

HISTORIQUE DU CHARBON DE BOIS

Au début de cette industrie, la carbonisation se faisait dans des fosses; les bûches entassées et recouvertes de menus bois qu'on enflammait, servaient à fabriquer du charbon dur, apte à liquéfier les minerais de fer. Ce charbon constituait le premier coke métallurgique. Plus tard, les fosses furent remplacées par des meules mais là encore le seul but était d'obtenir du charbon de bois.

Cette industrie ne prit son véritable essor qu'après l'invention de ces tiges plates en fer coulé et affiné telles que les Catalans les fabriquaient au Moyen-Age et qu'on transformait en lames, épées, couteaux, serpes, capables de débiter les branches de bois en morceaux d'égale longueur et dont les tas recouverts de feuilles et de terre cuisaient lentement à la chaleur du feu allumé à leur base.

Voilà le modeste début des premières meules forestières et c'est encore ce principe que j'ai constaté ici au Liban chez quelques paysans dans le secteur d'Annaya, ce même principe doit exister à la grandeur du pays.

La qualité du charbon de meule est généralement de bonne qualité; mais il se produit une perte de 20 à 25% en comparaison des autres méthodes de carbonisation. Le bois est tellement restreint et de bonne qualité dans ce pays, je crois que l'on ne peut se permettre une telle perte.

La petite industrie rurale ou paysanne peut effectuer la carbonisation par plusieurs types de fours : en briques, en ciment, en pierres ou des fours métalliques.

Après une étude sommaire des possibilités du bois dans le district d'Annaya, j'ai opté pour un four métallique démontable d'une capacité d'environ 2,5 m³ "de bois empilé".

Ce four est d'un type particulier et son opération est très facile. D'ailleurs c'est un principe de base, on peut y apporter des changements de forme, de grandeur, y ajouter des prises d'air, des cheminées, le placer sur une fondation de terre, de ciment ou encore faire une base en briques avec les prises d'air dans cette base et y placer le four de métal.

Il y a nombre de possibilités à notre disposition; seulement mettre l'imagination à l'épreuve.

PRINCIPAUX USAGES DU CHARBON DE BOIS

A - USAGES DOMESTIQUES

Le charbon de bois est sans doute le seul combustible qui n'affecte d'aucune façon le goût, la saveur et l'arôme naturels des aliments; il a même la réputation d'en augmenter la digestibilité. Les gourmets savent que rien n'est comparable à un "steak", un palet, un poisson, rôtis ou grillés sur le charbon de bois. Avec des rôtissoires "poêles à charbon" convenables et un charbon bien carbonisé et propre.

Il est certain que cette méthode saine et hygiénique de préparer les viandes se répandrait rapidement, même en ville, surtout dans un pays où le climat est chaud à l'année longue; les restaurants de renommée qui développeraient cette méthode augmenteraient leur clientèle. Je crois que le marché pour ce produit serait assez facile à établir.

B - CHARBONS MEDICINAUX

Ils doivent être particulièrement purs, carbonisés à très haute température ayant une couleur "bleuâtre", exempts de tous corps étrangers. On les prescrit fréquemment contre les brûlures d'estomac, la fermentation intestinale, voir même comme antidote contre les empoisonnements causés par les champignons vénéneux.

C - CHARBONS METALLURGIQUES

On appelle ainsi les charbons employés dans plusieurs procédés métallurgiques, tels que par exemple, pour l'affinage du cuivre de haute qualité; on exige un charbon d'une teneur en carbone d'au moins 75% et plus; pour la grosseur du charbon on suit les spécifications demandées par les usines selon leurs spécialités.

D - CHARBONS A FILTRATION

Plusieurs systèmes modernes de filtration des eaux, tant industrielles que potables, se servent d'une couche de charbon de bois comme médium filtrant. Non seulement le charbon de bois retient les bactéries, les matières minérales et organiques en suspension; mais il a la propriété particulière de détruire par absorption l'excès de chlore employé pour la stérilisation des eaux.

E - CHARBONS DESODORISANTS

Le charbon de bois ayant le pouvoir d'absorber jusqu'à 400 fois son volume de gaz, il peut être employé avec succès dans la désodorisation de systèmes fermés de réfrigération (réfrigérateurs, congélateurs).

F - LE CHARBON DE BOIS COMME ALIMENT

Le charbon concassé et criblé se vend, selon la grosseur, comme charbon alimentaire, pour les poules, poulets et poussins (1). La poussière de charbon de bois est également employée dans la fabrication de nombreuses préparations alimentaires, pour chiens, oiseaux de cage, oiseaux de basse-cour et autres animaux domestiques.

Dans le domaine des engrais agricoles, le charbon de bois finement pulvérisé constitue un excellent amendement pour la purification du sol, particulièrement en horticulture.

Nul doute qu'avec un peu de recherches on pourrait développer plusieurs autres usages pour le charbon de bois.

(1) Grandeur des mailles du tamis : pour charbon à poules 10 mm, charbon à poulets 6 mm, charbon à poussins 3mm.

RENDEMENT DU CHENE VERT EN PRODUIT DE
CARBONISATION ET EN POURCENTAGE.

	%
Charbon	30
Humidité	34
Goudron	8
Matières organiques	5
Acide acétique	6
Acétate de méthyl et acétone	0.25
Alcool méthylique	2
(CO ₂	10
(CO ₂ H ₄	0.25
Gaz (C H ₄	0.50
(CO	4
	<hr/>
	100 %

Ce tableau est le résultat des recherches exécutées en laboratoire de produits forestiers et dans des conditions idéales.

Ce résultat peut être atteint avec un four en excellente condition, un charbonnier d'expérience et des conditions atmosphériques idéales.

CHENE

Variation de la teneur en eau selon le temps de séchage après la coupe "bûchage".

Vert	6 mois	12 mois
34%	20%	19%

Il est évident que la présence d'une quantité excessive d'eau dans le bois diminue le rendement en charbon. Ce rôle joué par l'humidité au cours de la carbonisation s'explique assez facilement : au contact du charbon, la vapeur d'eau se transforme en monoxyde de carbone et en hydrogène au rouge vif, en anhydride carbonique et en hydrogène au rouge sombre.

Vu que dans les fours à carbonisation la température est plutôt modérée, on admet que la dernière des deux réactions est la plus probable (1).

(1) Pour confirmer l'explication ci-haut mentionnée, la carbonisation se fait de haut en bas, jamais de bas en haut.

Afin d'éviter cette perte sous forme de gaz carbonique, on a donc intérêt à carboniser du bois séché à l'air libre, c'est à dire entre 8 à 12 mois après la coupe, ainsi on augmentera de 8% et même davantage le rendement en charbon.

Note : Le bois n'étant pas conducteur de chaleur, il est préférable que les morceaux ne soient pas trop longs dans un petit four : un mètre serait suffisant, avec des morceaux plus courts pour que le chargement soit le plus compact possible.

Ainsi on augmentera le rendement du charbon, on diminuera les morceaux de bois pas cuits "les corbeaux", le travail sera plus productif.

Composition approximative du charbon de bois.

Feuillus	Nombre d'échantillons	Humidité %	Cendres %	Matières volatiles %	Carbone fixe %
Moyenne		3.54	1.79	22.44	72.85
Maximum	89	6.55	4.53	38.54	83.69
Minimum		1.50	0.40	10.96	56.73

Vu que la teneur en carbone est inversement proportionnelle à celle des matières volatiles, il n'est pas nécessaire de donner d'autres explications.



Le seul facteur qui détermine la teneur en carbone, ou sa valeur calorique est donc la température finale de la carbonisation.

La teneur en carbone dépend donc exclusivement des conditions de la carbonisation, de l'étanchéité du four, de la lenteur avec laquelle le bois traverse l'intervalle critique de température de 270°C à 380°C (la phase exothermique) et d'une température finale suffisamment élevée. On aura donc moins de difficulté à atteindre cette dernière phase, en carbonisant du bois séché à l'air libre ce qui augmente l'inflammabilité du bois; ainsi on obtiendra un meilleur rendement en volume et qualité de charbon.

LES DIX COMMANDEMENTS DU BON CHARBONNIER

Les dix commandements suivants sont ceux d'un bon charbonnier pour obtenir le succès :

- 1 - Pour réussir vos carbonisations : Enfournement compact dans un four étanche, surveillance de tous les instants et contrôle de la température.
- 2 - Pour avoir un bon rendement : Il est indispensable de cuire des bois secs ou mi-secs. Les bois verts fournissent peu de charbon, une partie du combustible étant employée à vaporiser l'eau du ligneux.
- 3 - Pour avoir un beau charbon non brisé : Le diamètre du bois doit être aussi uniforme que possible, les billots de plus de 20 centimètres de diamètre devraient être fendus. Le bois étant mauvais conducteur de la chaleur ne se dilate pas également à la circonférence et au coeur; il éclate et tombe en morceaux pendant la cuisson, si son diamètre est trop fort.
- 4 - Pour avoir une cuisson bien homogène : Afin d'éviter la formation de fumérons et de braises, les bois ne doivent pas être coupés trop longs, disons entre 80 et 90 centimètres au maximum, et surtout avoir une

longueur uniforme. Les bois de longueur inégale s'arriment mal et laissent des vides inévitables qui nuisent à la transmission de la chaleur et, par suite, à la bonne cuisson.

5 - Pour obtenir un tassement régulier : L'enfournement doit se faire méthodiquement; les gros morceaux doivent être placés près du centre et en haut, les petits en bas et sur la périphérie du four.

6 - Pour obtenir un charbon de bonne qualité un charbon bien cuit et contenant, disons 80% de carbone, il n'y a qu'un moyen : la carbonisation lente. Plus la vitesse de carbonisation est grande et la température initiale élevée, plus l'intervalle de temps entre la température initiale et finale est petit et la qualité du charbon mauvaise.

7 - Pour obtenir un charbon de composition donnée : Rappelez-vous que seule la densité apparente du charbon dépend de la nature du bois enfourné. Toutes les autres propriétés, la composition chimique, le pouvoir calorifique, etc., dépendent des conditions de la carbonisation. En les faisant varier convenablement, vous obtiendrez un charbon de la composition désirée.

8 - Pour carboniser du bois vert de façon plus ou moins convenable : Faire une plus grande cheminée d'allumage avec beaucoup de matériel sec et inflammable; faire l'enfournement tel que dit au paragraphe 5;

allumage vif; laisser dégager les gaz de combustion plus librement au début afin que le feu se propage de façon vigoureuse; empêcher la condensation de la vapeur d'eau dans le four en laissant les évants dans la partie supérieure du four ouverts le plus longtemps possible, ou en retardant la fermeture de la porte d'enfournement, afin que la vapeur d'eau puisse sortir librement et abondamment; donner beaucoup d'air durant les premières heures de l'opération, afin de créer une forte zone de carbonisation initiale; plus tard, modérer le feu afin d'obtenir une carbonisation plus lente qu'avec du bois sec.

9 - Pour obtenir du succès dans vos affaires : Produisez un produit de qualité, que l'emballage tape à l'oeil, que la mise en marché soit honnête. Vous obtiendrez un meilleur prix et un marché plus stable.

10 - Pour aimer votre métier N'oubliez pas que votre métier est très honorable et que votre face noire vaut bien toutes les faces blanches du village.

CONSTATATIONS SUR L'USAGE DU CHARBON DE
BOIS AU LIBAN

Je me suis rendu compte qu'il existe un problème au Liban pour les usagés du charbon.

Depuis toujours on est habitué à un produit qui est très dur, en gros morceaux, qui doit contenir en plus un pourcentage assez élevé de goudron et de matières volatiles et qui dégage certainement de la fumée en brûlant, ce qui enlève de la saveur aux aliments qui cuisent directement sur la grille.

L'éducation des usagés va être assez longue à faire, elle se fera par l'emploi du produit et on constatera facilement les avantages à tous points de vue. Aux Etats Unis, Canada, Japon, Australie, Suède, etc. . on emploie exclusivement le produit que j'ai fabriqué ici pour la cuisson des viandes et pour l'industrie.

A - Grosseur du charbon

Dans les pays ci-dessus mentionnés, on emploie du charbon dont la grosseur des morceaux varie entre 1 à 10 centimètres; les morceaux plus gros sont concassés et tamisés de nouveau pour obtenir la grosseur désirée. Exemple : si on emploie un poêle (rôtisserie) japonais

de marque "Hiabachi" ou tout autre modèle, la longueur est d'environ 35 centimètres, la largeur environ 18 cm. et la hauteur de 12 cm.; ces dimensions sont pour le foyer, comment peut-on y placer des gros morceaux de charbon, pour obtenir un feu normal qui donnera satisfaction à l'usagé, je crois que cela est assez difficile même impossible. Pour le particulier, le problème serait différent, pour les rôtisseries commerciales, les gros restaurants ou pour une fête champêtre, ces endroits emploient un petit pourcentage de charbon. Je ne connais pas assez le Liban pour savoir s'il y aurait des industries qui peuvent utiliser ce produit.

B - Friabilité du charbon

Les deux carbonisations que j'ai faites ici; le charbon est assez friable c'est à dire s'écrase facilement. Après étude du charbon et du bois employé, j'émetts les conclusions suivantes :

La grosseur du bois employé varie entre 0.5 à 20 cm., le four étant assez petit, environ 3 m³, solide, le chargement de bois est d'environ de 2,5 m³, il fallait le construire pour la possibilité du bois existant; quand il ne vente pas trop la température "chaleur" augmente assez vite. Pour que la carbonisation se fasse plus régulièrement et que le charbon soit moins friable, il y aurait quelques précautions supplémentaires à apporter. Il est impossible d'employer du bois de grosseur uniforme et l'on sait que le bois n'est pas conducteur de chaleur. On

devra apporter une attention spéciale au chargement. Dans le deuxième carbonisation il y avait des morceaux de bois qui avaient plus d'un mètre de long et 20 cm. de grosseur et à côté des morceaux de bois de 35 cm. par 3 ou 4 cm. de grosseur; alors les petits morceaux de bois font un charbon très fin, friable et même de la cendre et les gros morceaux restent fumerons "corbeaux" pas assez cuits.

Le chêne du Liban est un bois très pesant, mais la densité est plus faible que les bois canadiens: l'érable "Acer saccharum", le marisier "Bétula luti"; il ressemble énormément au hêtre "Fagus grandifolia", et son comportement est le même à la carbonisation, le charbon est aussi friable, mais comme le chêne il donne un produit d'excellente qualité : les noms latins, entre parenthèse, sont les noms scientifiques de ces essences.

C - Pour remédier à cette situation, lors du chargement, les précautions suivantes seront de mise :

Employer du bois demi-sec, c'est à dire coupé au moins deux mois avant la carbonisation. Tel que spécifié dans la méthode de chargement, les plus petits morceaux en bas du four, les plus gros morceaux devront être moins longs, il sera plus facile de faire un chargement compact. Il faut absolument que la résistance opposée à la circulation de l'air entre les morceaux de bois soit la même partout dans le four, sinon la carbonisation

se fera inégalement, le contrôle sera difficile, il y aura une perte de charbon c'est à dire, formation excessive de cendres et de fumérons "corbeaux".

Lors du chargement il serait préférable d'avoir une scie au four pour couper le bois à la longueur désirée et une heure de plus pour faire un chargement compact, les résultats seraient supérieurs en rendement et en qualité.

Après la troisième ou quatrième carbonisation, le préposé saura exactement comment opérer son four pour en retirer le maximum. Je crois que ces quelques explications seront d'une grande utilité pour l'avenir pour celui ou ceux qui suivront ce qui a été expliqué. Ce ne sont pas des théories mais des situations vécues et qui peuvent s'expliquer facilement.

RESULTATS DES CARBONISATIONS EFFECTUEES
A ANNAYA ET A St ANTOINE KOZHAYA

Four de métal portatif installé au Couvent St Maroun d'Annaya.

Capacité ou volume apparent - 2,5 m³

Le four a été allumé le matin le 15 juillet à 8h. am. par le Père Paul.

Le début a été assez lent, (voir note) le tout s'est déplacé vers 11h. am.

La carbonisation a progressé normalement : la première prise a été fermée

le 16 juillet à 2h. am. soit au bout de 18 heures; tel que prévu, la 2e. et

la 3e. à 3 1/2 h. am. - 4e. et 5e. à 4 1/2 h am. - 6e. et 7e. à 5 1/2 h. am.

8e. 9e. 10e. à 6 1/2 am. - la dernière à 8 h. am. exactement 24 heures

après le début de l'allumage, tel que prévu, j'avais dit entre 24 et 36 heures,

ne connaissant pas le four. Cela prend au moins 3 carbonisations à un charbonnier pour connaître son four et en retirer le maximum de rendement.

En ouvrant la porte du four, on constate d'abord que le volume de charbon est considérablement plus petit que celui du bois enfourné. Ce tassement est plus ou moins régulier et son observation permet au charbonnier de tirer des conclusions sur le succès de son opération, et ainsi de corriger s'il y a lieu sa méthode de carbonisation. En effet le tassement doit se faire également dans toutes les parties du four, c'est à dire que

le charbon doit arriver partout à la même hauteur. S'il y a des "creux" à la surface, cela indique que la carbonisation a été inégale, que le chargement n'a pas été suffisamment compact à cet endroit, que la combustion a été trop vive et qu'elle y a consommé même le bon charbon. Cette assertion est soutenue par le fait qu'on trouve toujours beaucoup de cendres, là où il y a des vides.

Un tassement inégal peut encore indiquer que les prises d'air de ce côté ont été mal réglées et que l'air y a trouvé accès trop facile ou prolongé. L'examen du tassement est le seul indice que le charbonnier possède pour améliorer ses méthodes de carbonisation.

Il faudrait apporter quelques petites modifications mineures à ce four pour en retirer le rendement maximum :

- A - Que la toiture soit plus hermétique pour éliminer du travail pendant et après la carbonisation, surtout pour le refroidissement.
- B - Enlever de la terre autour du four pour faciliter l'écoulement du goudron, par le fait même augmenter la circulation de l'air.
- C - Faire un mur de protection en pierres en arrière du four pour empêcher la terre de descendre, surtout durant le temps des pluies et au printemps.



L'opération de ce four est très facile. Pour son bon fonctionnement, le chargement du four doit se faire de la manière suivante : en pratique il est préférable de carboniser du bois de diamètre uniforme. On empile à la partie inférieure du four le bois de faible diamètre jusqu'à la hauteur d'environ 0.60 m. On place les grosses billes dans la partie supérieure du four et vers le centre. La nécessité de cette précaution s'explique par le fait que la chaleur la plus intense se concentre dans le haut du four pour une période de temps plus longue indépendamment du mode d'allumage par le bas ou par le haut. En négligeant cette précaution les gros bois seront seulement convertis en "corbeaux" alors que les petits seront transformés en cendre. Voilà ce qui explique l'échec d'un certain nombre de charbonniers en ce qui concerne le rendement en charbon.

Le foyer d'allumage devra être au centre du four au lieu d'en haut, et le foyer assez gros et avec du bois sec pour avoir un foyer qui dégage beaucoup de chaleur. Le bois ici renferme beaucoup d'humidité.

Environ 1 1/2 heure après l'allumage, enlever le couvercle de la cheminée et remettre celui qui est au centre du toit. Quand la circulation par la cheminée sera bien établie, placer des pierres dans les prises d'air excepté la prise d'en avant, celle sous la porte. Le feu peut prendre 15 heures plus ou moins à venir à cet endroit; tout dépend des conditions atmosphériques; quand le four sera rendu à cet endroit, boucher cette prise d'air hermétiquement et enlever la pierre des prises d'air de

chaque côté en allant vers la cheminée et continuer cette opération jusqu'à la fin de la carbonisation, ensuite fermer la cheminée avec le couvercle et vérifier s'il y a des fuites, les boucher pour que le four soit bien hermétique, ce qui a pour effet d'accélérer le refroidissement et d'augmenter la teneur en carbone et d'éliminer les pertes.

C'est la marche des opérations à suivre.

Comme on peut le constater, allumer le four vers 2 ou 3 h. de l'après-midi, aucune surveillance à faire la nuit. Ces renseignements devraient vous faciliter la tâche.

Si le four est installé pour quelques carbonisations, il serait préférable de faire un recouvrement de pierres de 10 cm. d'épaisseur par environ 0.70 mètres de hauteur en laissant les prises d'air libres (à l'intérieur).

Déchargement : Samedi, le 17 juillet, le four est assez froid pour être ouvert, soit 24 heures après la fermeture. En ouvrant la porte, j'ai constaté un creux au centre tel que spécifié plus haut, cela dépendait du foyer d'allumage qui avait été fait trop haut et pas suffisamment volumineux et avec du bois trop vert (pas assez sec). Après l'allumage, j'ai été obligé de laisser le petit couvert du haut trop longtemps ouvert pour développer la zone de carbonisation et concentrer le feu dans le haut du four; c'est pourquoi il y avait de la cendre au centre et du charbon fin, il y a eu très peu de fumérons "corbeaux"(du bois pas assez cuit).

Le rendement a été supérieur à ce que j'avais prévu soit environ 1.000 livres de charbon à la corde de bois soit 3,7 m³ de bois. Il est impossible d'atteindre ce rendement avec le bois canadien et la qualité est supérieure.

Ce produit pourrait trouver un débouché sur n'importe quel marché et à un prix supérieur à la condition d'être préparé selon les spécifications de l'acheteur.

Il y a 30 ans que je m'occupe de cette industrie, je sais ce dont je parle et je n'ai aucun intérêt à faire plaisir à qui que ce soit, j'émetts les faits tels qu'ils sont et selon l'expérience que j'ai faite à Annaya.

21 Juillet

RE = Deuxième carbonisation avec du bois fraîchement coupé, mais nous avons pesé le bois, soit un chargement de 1700 K.

Le four a été allumé à 3.15 h. Ap. m; il a pris très lentement, la porte d'en avant a été déformée trop vite; attendre qu'un commencement de flamme sorte par la porte du toit, fermer la porte d'en avant, attendre environ une heure, enlever le couvercle de la cheminée et fermer le couvercle du toit; quand la circulation sera bien établie par la cheminée, mettre de la terre sur le couvercle du toit.

Cette carbonisation va être un fiasco, elle ne sera pas réussie. Bois trop vert et conditions atmosphériques défavorables, impossible de lutter contre la nature, surtout le vent.

J'ai fait des visites au four, à 10 h. ap. m.; le 22 juillet à 4 h av. m. et à 6 h. av. m., le four était éteint, impossible d'augmenter la température pour passer du préchauffage à la zone de carbonisation.

Ce bois, en plus d'un pourcentage élevé d'humidité, contient beaucoup plus de sève que les bois canadiens, d'ailleurs il grossit plus vite, c'est visible par les anneaux de croissance " les ages du bois". Ceci n'est pas une excuse mais une constatation et je voulais faire une expérience avec ce bois fraîchement coupé, l'eau coulait après les parois du four à un tel point que la terre était détrempée.

A 8h av. m; il me restait deux alternatives :

fermer le four pour ne pas gaspiller le bois, ou enlever la porte et refaire l'allumage ce qui ne doit pas se faire car le bois peut sortir et il sera impossible par la suite de fermer la porte et on aura une perte totale.

Les conditions atmosphériques n'étaient pas meilleures gros vent, brouillard et même quelques gouttes de pluie. J'ai pris cette décision, qui rixe rien n'obtient rien; j'ai enlevé la porte et procédé à un nouvel allumage; j'ai refermé la porte à 8.30 h. av. m. et à 9 h. av. m. j'ai transféré sur la cheminée et à 10 h. av. m. la carbonisation semblait s'établir assez normalement, il sortait encore beaucoup d'eau par les prises d'air. A midi, mêmes conditions atmosphériques, la température (chaleur) dans le four augmente mais n'est pas suffisante. A 3h. ap. m., mêmes conditions atmosphériques, la température dans le four n'a pas augmenté. A 5 h. ap. m. mêmes conditions atmosphériques, il vente depuis 26 heures, la température n'a pas augmenté dans le four depuis midi. A 8h. ap. m. l'intensité du vent a diminué d'environ 50%, moins de rafales "de tourbillons", la condition de carbonisation s'améliore sans être parfaite. A 10 h. ap. m., les conditions atmosphériques sont meilleures jusqu'à 8 heures, la carbonisation est presque parfaite. Le four est allumé depuis 31 heures, les 15 premières heures, une perte de bois et de temps. Le 23 juillet à 2h. av. m., rien à signaler, la carbonisation progresse

assez bien. A 6h. av. m. rien à signaler, progression normale. A 9h. av. m. fermer deux prises d'air, celle de la porte et la première du côté gauche quand nous sommes face à la porte. 10h. 30 av. m. fermer la 1ère prise d'air du côté droit de la porte. 1h. 30 fermer la 2e. prise d'air du côté gauche. 2h. ap. m. fermer la 3e. prise d'air du côté gauche. 2. 30 h. ap. m. fermer la 4e. prise d'air du côté gauche. 3. 30h. ap. m; fermer la 2e. prise d'air du côté droit. 4h. ap. m. fermer la 3e. et la 4e. prises d'air du côté droit. Il reste une prise d'air de chaque côté de la cheminée, qui ont été fermées à 5h. ap. m. La cheminée fermée à 6h. ap. m. - Le four a été allumé pendant 51 heures si on enlève les 15 heures de perte de temps et de bois, la carbonisation a donc duré 36 heures ce qui est un maximum; la première carbonisation a duré 24 heures ce qui est un minimum. L'humidité du bois explique ce phénomène. Le rendement, on le constatera en vidant le four le 24 juillet si les conditions le permettent.

Tel que prévu, nous avons procédé au vidage du four, le résultat obtenu, je l'avais prévu au début de la carbonisation. Nous avons obtenu 308 Kg. de bonne qualité de charbon, 130 Kg. de corbeaux "fumerons" il y avait beaucoup de cendres. Un four qui carbonise pendant 30 heures, il faut s'attendre à un tel résultat. La première carbonisation avec du bois demi-sec a donné 57 sacs de charbons qui étaient moins pleins que la dernière, qui a donné 32 sacs 'de charbon.

La première carbonisation a donné 410 Kg. de charbon et 20 Kg. de corbeaux "fumzrons" et très peu de cendres. La théorie de

carboniser du bois fraîchement coupé sera toujours fausse et je le répète souvent dans les rapports, du bois demi-sec est préférable et cause beaucoup moins de problèmes au charbonnier.

26 Juillet

Le Père Supérieur me demande de faire une autre carbonisation et le bois pousse encore, il n'est pas coupé, mais on doit commencer à le couper demain matin le 27. Je sais par expérience que cette carbonisation ne sera pas mieux réussie que la deuxième pour le rendement et la friabilité du charbon. Que l'on me donne un four en maçonnerie d'une capacité de 30 m³ et le succès est assuré, car la chaleur développée au départ est plus grande pour faire sortir l'humidité et c'est un point que l'on ne veut pas comprendre avec un petit four. Le volume de bois utilisé ou brûlé pour faire sécher le bois ne fait certainement pas de charbon. Cette humidité retarde la carbonisation et diminue la qualité du charbon, cela je ne le dirai jamais assez.

J'ai visité les meules des paysans, cela prend assez de temps à les faire et les couvrir de terre, le soleil est si puissant que le bois a le temps de sécher avant qu'ils fassent l'allumage, d'ailleurs celles que j'aies vues, le bois était sec comme des os.

Pour la prochaine carbonisation le bois est en pleine croissance c'est à dire beaucoup de sève, avec 2.5 m³ de bois, il y aura environ 135 litres d'eau à évacuer avec les matières pyroligneuses.

Pour évacuer cette eau sans amortir le foyer d'allumage, au point de l'éteindre ou que le feu du foyer se concentre au centre et en bas du four, ce qui a pour effet d'avoir un surplus de cendres et de charbon fin. Il aurait fallu construire le four de manière à évacuer les vapeurs d'eau par le haut du four au lieu de les évacuer par la cheminée, ainsi les vapeurs d'eau ne seraient pas passées par le foyer d'allumage qui aurait conservé son intensité de chaleur et la carbonisation se serait amorcée plus facilement.

Au départ ce n'est pas ce qui avait été prévu. J'ai donné des explications sur les différents modèles de fours que je pouvais construire et l'utilité de chacun de ces modèles selon l'humidité et le diamètre du bois à carboniser. On m'a dit qu'il n'y a pratiquement pas de bois ici et que le diamètre est très petit; alors on a opté pour un four en métal assez petit pour être portatif, vu les conditions du bois, et surtout très peu dispendieux. Ce four peut carboniser du bois d'un diamètre de 3 à 25 cm. à la condition que celui de diamètre de 12 à 25 cm. soit plus court; disons 0.5 mètres de long. Avec du bois sec ou demi-sec on fera un excellent charbon, qui sera plus léger et friable que celui que l'on produit avec les meules actuelles. La qualité sera supérieure pour les usagés; j'ai donné les raisons dans un rapport antérieur.

Il est difficile de déraciner du jour au lendemain un principe et une manière de voir qui datent de l'antiquité.

3ème Carbonisation

Avec du bois fraîchement coupé. Le four a été allumé lundi le 2 Août à 14 heures. Cette opération a été normale, le transfert sur la cheminée à 16 heures, aucun problème, à 18 heures le four opère assez normalement, le feu a une tendance vers le bas, à 24 heures le feu était rendu au bas du four, ce phénomène a été causé par une trop grande humidité du bois; alors une diminution de rendement en beau charbon, de la cendre, du charbon fin, des fumérons ou corbeaux dans les côtés du four. Explications de ce phénomène : le four a été allumé au centre, les gouttelettes d'eau tombant sur le feu, le fait descendre en bas, si vous allumez par le bas et le feu ne veut pas monter vous envoyez de l'eau par les prises d'air et le feu monte vers le haut du four; le feu et l'eau ne s'accordent pas. A moins de modifications ce four n'est pas construit pour carboniser du bois vert.

Il existe des éléments de base en carbonisation il faut les suivre sinon la qualité et le rendement sont inférieurs.

Le 3 Août à 4h. le feu est concentré en bas et demeurera à cet endroit durant toute la carbonisation et cela rend l'opération du four plus difficile. A 6h. et à 8h. la carbonisation continue assez normalement

jusqu'à 13 heures; fermer la prise d'air de la porte, à 13h30 les prises d'air du côté droit et gauche de la porte, à 14 heures les prises d'air du côté droit et gauche, à 14h30 prises d'air du côté droit et gauche, à 15 heures prises d'air du côté droit et gauche, à 15h.30 prises d'air de chaque côté de la cheminée; un four que l'on ferme en 3 heures dénote une carbonisation très bien surveillée et un contrôle parfait de l'air. La carbonisation s'est faite dans 26 heures, normal avec du bois vert, le rendement sera assez faible pour les raisons mentionnées plus haut.

Note : Bois fraîchement coupé.

Exemple : 2.000 Kg de bois fraîchement coupé à 35% d'humidité donne 700 Kg d'eau, reste à carboniser 1300 Kg. de bois.

2.000 Kg de bois après 6 mois de séchage à 20% d'humidité donne 400 Kg. d'eau et reste à carboniser 1600 Kg. de bois.

Il est assez facile de faire la relation sur le rendement, pour évacuer les 300 Kg d'eau de plus cette opération exige de la chaleur; pour faire cette chaleur une dépense de bois supplémentaire, il est facile de faire une relation entre le bois vert et le bois sec sur le rendement en charbon. Ces notes ont été écrites avant d'avoir le résultat de la troisième carbonisation, un succès en comparaison de la deuxième.

Modifications du four : un sac de ciment et trois sacs de sable, un changement dans le chargement avec quelques petits "trucs" d'expérience du métier et le résultat a été le suivant : 49 sacs de charbon, la deuxième avait donné 35 sacs et 308 Kgs moyenne de 9.6 Kg. par sac



on aurait obtenu environ 400 Kg. de charbon avec la troisième carbonisation, le charbon est plus gros et un peu moins friable. A la première carbonisation j'avais dit au Père Supérieur : c'est une boîte à surprise, et la troisième en fût une : avec du travail on récolte du succès.

Le four qui a été construit pour le couvent St Antoine de Kozhaya est démontable en 4 sections; capacité environ 150 pieds cubes; c'est le maximum pour un four de métal, il est très simple d'opération, après quelques carbonisations on obtiendra de cet appareil un excellent résultat en observant les quelques règles fondamentales de carbonisation que j'ai déjà données au Père, à la condition que ces règles soient mises en pratique; ça n'a pas été fait à la première carbonisation et ce fût un échec complet, je voulais leur prouver qu'il faut suivre certains principes de base et que ces principes n'étaient pas de la théorie; mais le résultat de l'expérience acquise au cours des années; on voulait que le travail se fasse très rapidement pour connaître le plus tôt possible le rendement palpable et le tout a été constaté au déchargement du four.

Ce fût un échec pour les raisons suivantes :

- A - Four neuf, on ne connaissait pas son comportement et les vents à cet endroit;
- B - 1) Le chargement pas assez compact, beaucoup de vides entre les billes, bois très mal préparé.

2) Manque de bois pour emplir le four, ce qui a créé un espace pour la circulation de l'air dans la voûte, alors de la flamme ce qui donne pour résultat de la cendre.

3) Foyer d'allumage avec du bois vert, il a fallu laisser la porte d'en avant trop longtemps ouverte, le feu s'est propagé à cette partie du four beaucoup trop vite; excès de cendres et de charbons fins en avant et fumerons en arrière.

C - Impossible de faire une surveillance adéquate après l'allumage; nous avons laissé le four vers 5 heures, environ 3 heures après l'allumage et le Père est venu me chercher à 7 heures le lendemain matin; les dommages étaient causés; impossible pour moi de retourner au four à pied et le Père ne voulait pas rester plus longtemps; ce sont ces facteurs qui ont été l'échec de la carbonisation. A la prochaine on sera plus attentif aux conseils et on se fiera un peu moins au hasard. Pour obtenir du succès il faut une certaine somme de travail.

Note : Depuis le début que je dis que le bois vert ou fraîchement coupé est difficile à carboniser et diminue le rendement. Quand je parle de bois vert c'est le bois coupé pendant les saisons de la sève; non pas le bois coupé l'automne ou l'hiver; d'ailleurs ces deux saisons

الجمهورية اللبنانية
مكتب وزير الدولة لشؤون التنمية الإدارية
مركز مشاريع ودراسات القطاع العام

République Libanaise
Bureau du Ministre d'Etat pour la Réforme Administrative
Centre des Projets et des Etudes sur le Secteur Public
(C.P.E.S.P.)

- ' 32 -

sont plus pratiques pour une exploitation économique, les ouvriers donnent un meilleur rendement et les endroits difficiles sont plus accessibles; il faudrait que cette méthode d'exploitation soit mise en pratique pour obtenir un meilleur résultat financier.

le 19 Août 1971

MAURICE PICARD