

CHARBON DE BOIS

DEFINITION DU CHARBON DE BOIS:

Combustion partielle du bois en milieu clos sans apport d'air ou d'oxygène

PROCEDES DE CARBONISATION :

- procédés discontinus en meule, en marmite, en cornue.
- procédés continus: le four industriel Lambiotte.

AUTRES USAGES DU CHARBON DE BOIS:

- réducteur dans l'industrie métallurgique,
- emploi du charbon actif dans les filtres d'épuration.

PRODUITS DERIVES DE LA CARBONISATION DU BOIS :

Les goudrons de bois, l'acide acétique, les arômes « naturels ».

PROBLEMES LIES A LA PRODUCTION:

- Pollution atmosphérique...
- consommation de bois et déforestation.

QUALITE DU CHARBON DE BOIS BARBECUE:

Granulométrie, carbone fixe, cendres, matières volatiles.

LA FABRICATION DU CHARBON DE BOIS

I NOTIONS THÉORIQUES :

La carbonisation du bois ou la fabrication du charbon de bois consiste à chauffer du bois, dans un volume clos, sans apport d'air, afin d'expulser

l'eau et les goudrons et conserver le maximum de carbone pur.

Explication : vous avez certainement tous fait un jour un feu de bois ou allumé une flambée dans une cheminée. Vous disposez d'abord un tas de bois - sec si possible - que vous allumez. Vous remarquez au début le dégagement d'une fumée blanche : c'est l'eau contenue dans le bois qui s'échappe. Pour ce faire, vous avez expérimenté que si le bois est sec, il s'enflamme rapidement ; s'il est vert, c'est-à-dire rempli d'eau, vous aurez besoin de beaucoup d'allume feu.

Ceci est facile à comprendre : plus il y a d'eau dans le bois, plus vous devez le chauffer pour expulser l'eau.

Vous avez déjà compris que pour fabriquer du charbon de bois, il faut le bois le plus sec possible. Du bois séché, naturellement, à l'air contient encore 30 % d'eau !! Du bois de menuiserie, séché artificiellement contient encore entre 8 et 10 % d'eau. Inutile de sécher plus le bois : sorti du séchoir, il reprend une partie de l'humidité contenue dans l'air ambiant

J'insiste sur la notion de BOIS SEC pour que cet élément soit permanent dans l'esprit du lecteur car il va influencer la qualité du charbon de bois produit, le rendement du processus de carbonisation, la quantité de bois consommée, la pollution par les rejets dans l'atmosphère. Certains carbonisateurs, aujourd'hui, utilisant des procédés de fabrication artisanaux, bien que conscients de la nécessité d'utiliser du bois sec n'ont pas réellement mesuré l'importance du problème.

Le rendement théorique de la carbonisation du bois est de 30 % sur la masse anhydre. Cela signifie que si vous prenez du bois sec à 0 % d'humidité, que vous le chauffez sans aucun apport d'air, pour une tonne de bois utilisée, vous n'aurez que 300 Kg de charbon de bois. Pour arriver à ce résultat, il faut d'abord sécher parfaitement le bois, ce qui est presque impossible, le mettre dans un récipient clos, faire le vide d'air et chauffer à 500 ° C environ !!!

Pour les forts en math, si nous savons que du bois vert contient 50 % d'eau sur masse brute, que du bois sec à l'air contient encore 20 % d'humidité, que du bois séché garde toujours 10 % d'eau, nous avons les rendements théoriques suivants:

	tonnage bois	tonnage charbon
rendement parfait	1.000 kg	300 kg
bois sec à 10 %	1.000 kg	270 kg
bois sec à l'air	1.000 kg	225 kg
bois vert	1.000 kg	150 kg

Ce tableau montre que : si le bois est vert, il faut 7 tonnes de bois pour produire

une tonne de charbon.

Si le bois est sec, il faut en moyenne 4 tonnes de bois pour produire une tonne de charbon de bois.

Revenons au démarrage du processus de carbonisation : il faut bien sûr commencer par allumer le bois. Ceci s'effectue par l'apport d'énergie extérieure, soit par un brûleur à gaz, mais le plus souvent par la combustion d'une partie du bois destiné à la carbonisation. Encore une fois, plus le bois contient d'humidité, plus il faudra consommer de bois pour lancer le processus de carbonisation. Ceci, a pour effet de faire chuter encore les rendements de production de charbon de bois : dans la pratique, pour produire une tonne de charbon de bois, il faut :

- 5 tonnes de bois sec,
- 8 tonnes de bois humide.

A ce stade, le processus de carbonisation est endothermique : la masse de bois destinée à la carbonisation absorbe la chaleur transmise par le milieu extérieur.

Avec l'élévation de la température, la réaction devient exothermique : il est inutile de continuer à chauffer ; c'est la masse de bois qui dégage de la chaleur.

Nous constatons que les fumées dégagées d'abord blanches (vapeur d'eau) deviennent brunes et de plus en plus épaisses : ce sont les goudrons de bois qui s'échappent dans l'atmosphère

Le lecteur comprend déjà aisément les 2 problèmes majeurs rencontrés dans la carbonisation du bois :

- la consommation importante de matière première, le bois,
- les rejets de fumées contenant des goudrons dans l'atmosphère.

Pourtant, si l'on veut produire un charbon de bois de qualité, c'est à dire contenant le maximum de carbone pur et peu ou plus de goudrons nocifs, il

y a bien lieu de rejeter ces goudrons quelque part.

Nous verrons par la suite comment le Four Industriel Lambiotte remédie à ces inconvénients.

Nous en sommes au stade de la carbonisation où la masse de bois est incandescente ; nous constatons que les fumées émises deviennent bleues, de plus en plus claires, transparentes. Il est temps d'arrêter la carbonisation en étouffant le feu, en fermant toutes les arrivées d'air.

Peu à peu, la combustion s'arrête, la température diminue, la masse se refroidit.

Nous avons obtenu du charbon de bois, c'est à dire :

- du carbone pur pour environ 85 %,

- encore un peu d'humidité, pour 2 %,
- des matières volatiles, pour environ 12 %,
- des cendres pour 1 %.

Nous voyons que plus il reste de matières volatiles, moins il y aura de carbone pur et inversement. Plus la température de carbonisation est élevée, plus le taux de carbone sera élevé: les matières volatiles, sous forme de fumées ont été envoyées dans l'atmosphère. Il s'en suit évidemment d'une perte de rendement sur la masse de bois. En réalité, quand nous achetons du charbon de bois, seule la quantité réelle de carbone est utile.

Une étude approfondie des matières volatiles restées dans le charbon de bois ou émises sous forme de fumées lors de la carbonisation du bois sera développée plus loin dans le chapitre « Produits dérivés de la carbonisation du bois ».

Au niveau des moyens réellement mis en oeuvre pour réaliser la carbonisation du bois, nous pouvons classer tous les processus en 2 catégories uniquement :

- les processus discontinus : en gros, il s'agit de rassembler une masse de bois, de l'incendier, de l'étouffer et de la refroidir. A chaque carbonisation, il faut recommencer tout le processus. C'est pour ce motif que nous appelons ce processus discontinu. La carbonisation en meule de terre, en marmite métallique, en cornue sont des processus de carbonisation discontinus.

- les processus continus : le bois est introduit en permanence dans une sorte de tube horizontal ou vertical ; à l'emplacement du foyer se déroule la carbonisation (élévation forte de la température) puis le refroidissement et l'extraction du charbon de bois. Certains types de cornues et principalement le four Lambiotte sont des processus de carbonisation continus.

II LA CARBONISATION EN MEULE

Le bois sec à l'air est empilé verticalement sur le sol. Au centre, on prend soin de laisser un espace vide ressemblant à une cheminée qui permettra l'allumage de la masse de bois. Le bois est ensuite recouvert de petites branches, de brindilles, de feuilles et de mousses, ceci afin d'assurer l'étanchéité. Le tout est recouvert d'une couche de terre en prenant soin de ne pas obstruer la cheminée.

Par cette cheminée, on introduit du petit bois déjà incendié. Des trous d'aération sont percés tout autour de la meule, à sa base. On remplit ensuite la cheminée par du bois très sec et on la ferme par de la terre. On aménage des trous d'évacuation de fumées dans la partie supérieure de la meule.

Le processus est le même que décrit plus haut : dégagement de fumées blanches (la vapeur d'eau), puis brunes (les goudrons). Quand les fumées sont claires et bleutées, la carbonisation est terminée et on bouche tous les orifices. Il n'y a plus qu'à attendre le refroidissement. La carbonisation en meule est

menée lentement et peut durer 2 à 3 semaines. La température intérieure n'est pas très élevée et une grande partie des fumées se condensent avant de s'échapper.

La condensation des fumées produit les goudrons. Pour récupérer ces goudrons, on a au préalable creusé le sol au centre de la meule.

La carbonisation du bois a depuis les temps les plus reculés 2 motifs :

- la récupération du charbon de bois à usage de combustible : là où les forêts sont difficiles d'accès et où le transport du bois de feu est pénible, il était plus avantageux de transformer le bois sur place en charbon de bois et de transporter ensuite le bois car on a vu que 8 tonnes de bois sont l'équivalent d'une tonne de charbon de bois.

- la récupération des goudrons de bois : calfatage des navires et des fûts en bois, bitume, poix, créosote.

Voir chapitre « produits dérivés de la carbonisation du bois »

La taille des meules est très variée : de 50 stères de bois à 400 stères. Dans ce cas la durée de carbonisation est d'environ 6 semaines.

Les inconvénients principaux des meules :

- nécessité d'une main d'oeuvre importante pour empiler le bois et confectionner la meule. Ensuite, la conduite de la carbonisation demande une surveillance permanente et un grand savoir faire.

- le charbon de bois obtenu est de qualité médiocre : taux de carbone faible (70 % environ), humidité importante, présence d'incuits (charbon de bois non carbonisé car le feu ne se propage pas également dans toute la meule).

- le rendement sur bois est faible car il est nécessaire de brûler une partie importante de bois pour fournir la chaleur nécessaire au démarrage de la réaction exothermique.

J'ai encore personnellement rencontré des meules, actuellement en 1998, dans le sud de l'Espagne, en Extrémadure et dans la province de Huelva.

III LA CARBONISATION EN MARMITE MÉTALLIQUE :

Le principe de carbonisation est tout à fait le même qu'en meule de terre.

Les marmites sont constituées de 3 ou 4 viroles métalliques qui s'empilent les unes sur les autres, recouvertes d'un couvercle lui même percé d'un orifice central servant de cheminée. Si au début ces marmites étaient situées en forêt, aujourd'hui elles sont regroupées sur un terrain accessible par les plus gros camions. La raison est que principalement en France, on ne carbonise plus de bois issu directement de la forêt mais des sous-produits des autres

entreprises transformatrices de bois (scieries). Le bois est alors collecté auprès des différentes scieries et rassemblé sur une aire de stockage en vue de son séchage.

Le séchage à l'air libre doit durer au minimum 12 mois et les piles de bois doivent être largement espacées pour permettre une bonne ventilation. La surface nécessaire doit donc être très importante.

Les marmites métalliques devant pouvoir être manipulées aisément, le volume de bois qui y entre est nettement inférieur à celui des meules de terre. Leur contenance varie de 4 à 10 mètres cubes.

Les inconvénients de ce type de carbonisation sont les mêmes que pour les meules :

- qualité du charbon de bois irrégulière et inconstante,
- nécessité d'une main d'oeuvre importante, allégée cependant avec les moyens modernes de manutention du bois,
- faible rendement de la production de charbon de bois par rapport à la consommation de bois : ce point devient de plus en plus crucial du fait des utilisateurs de plus en plus nombreux (usines de pâte à papier et de panneaux de particules) avides des produits connexes de scieries.
- très forts dégagements de fumées dans l'atmosphère bien que des procédés de récupération et d'incinération des fumées sont en cours de réalisation.

Ce type de production reste cependant très répandu en France.

Il représente environ 40 % de la production nationale.

IV LES FOURS EN MAÇONNERIE

Ce type de four est particulièrement répandu en Espagne, au Portugal et en Amérique du Sud. Il s'agit d'une variante des meules en terre. Ces fours sont construits en maçonnerie, donc fixes, installés par 1 ou 2 le plus souvent à la sortie de villages.

Leur forme est celle d'une ruche au Portugal, ne contient que quelques stères de bois, possède une ouverture. Après leur remplissage de bois, l'ouverture est bouchée avec des briques d'argile séchée, elles-mêmes collées entre elles par de l'argile diluée à l'eau. Des ouvertures sont aménagées à la base et au sommet pour permettre l'allumage et le développement de la réaction exothermique; ces ouvertures sont bouchées pour l'extinction.

En Espagne, ces fours sont de forme parallélépipédique et de dimensions assez importantes : ouverture de 4 m. x 3 m. ; profondeur 12 à 15 mètres, soit un volume de 120 à 150 mètres cubes. En outre, ils sont souvent enfouis dans le sol ou recouverts de terre.

En Amérique du Sud, ils sont de forme hémisphérique. Deux ouvertures opposées sont aménagées pour permettre le passage d'un homme et faciliter le remplissage de bois et l'extraction du charbon de bois. Leur rayon atteint souvent 4 mètres, ce qui donne un volume de 130 m³.

Tous les modèles de fours étudiés ci-dessus ont une caractéristique commune: la nécessité, à chaque processus, de chauffer la masse de bois, de refroidir le charbon de bois à l'intérieur du four ce qui entraîne une perte d'énergie, une consommation importante de bois et une perte de temps.

Le développement de nouveaux fours s'attachera donc principalement à prévoir une recharge continue et également l'extraction continue du charbon de bois.

Le principe théorique est relativement simple: il suffit de prévoir un avant foyer dans lequel le bois est séché puis chauffé, un foyer de carbonisation, un sas d'entrée pour l'alimentation en bois et un sas étanche de sortie pour le refroidissement du charbon de bois.