

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 619 389**

②1 N° d'enregistrement national :

**87 11594**

⑤1 Int Cl<sup>4</sup> : C 10 B 53/02, 57/02; C 10 K 1/00; F 23 G 7/06.

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 14 août 1987.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 7 du 17 février 1989.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SOCIETE SOVERC, Société à responsabilité limitée. — FR.

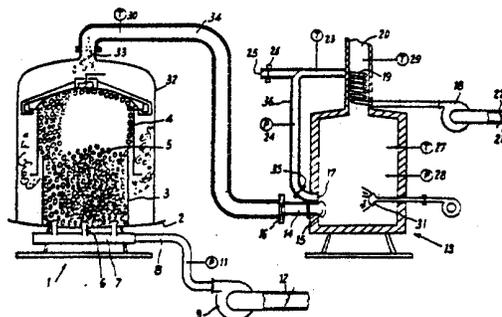
⑦2 Inventeur(s) : Gérard Loisel ; Pierre Delval.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Pierre Loyer.

⑤4 Procédé de production de charbon de bois.

⑤7 L'invention se rapporte à un procédé de production de charbon de bois : simultanément on réalise la combustion d'une charge de bois 5 dans un four à géométrie variable 1 alimenté en air forcé 9 et avec des contrôles 10, 11 des débits et pression d'air et des températures 30, des fumées de combustion, on collecte lesdites fumées 34, et on les incinère dans un four secondaire 13 alimenté lui aussi en air forcé 18, préchauffe 19 dans la cheminée 20 d'évacuation de l'incinération; ce procédé permet de réduire la durée de combustion et de rejeter dans l'atmosphère des fumées incinérées non polluantes.



FR 2 619 389 - A1

D

## PROCEDE DE PRODUCTION DE CHARBON DE BOIS

La présente invention concerne les fours de carbonisation pour la production de charbon de bois.

La production de charbon de bois prend une place de plus en plus importante dans l'industrie de transformation du bois du fait de sa consommation croissante dans des feux en plein air, appelée couramment barbecue.

Le charbon de bois se fabrique schématiquement de la manière suivante :

10 - on réalise une meule de bois, en bûches ou rondins, que l'on place dans une enceinte. Autrefois, ces enceintes étaient réalisées par un simple revêtement de terre sur la meule, laquelle reposait à même le sol. Les enceintes actuelles sont des fours  
15 métalliques comportant une cuve, recouverte d'une virole et d'un toit.

- la meule est traversée par une cheminée centrale et est alimentée en air par des ouvertures périphériques.

20 - on allume le bois, à l'aide de braises ou d'une torche par exemple, et la carbonisation commence. Celle-ci comprend quatre phases successives :

1. La combustion initiale : le bois prend feu progressivement cette phase est essentiellement  
25 une montée en température de toute la charge. Elle produit surtout du gaz carbonique et de l'eau qui se dégage en une fumée blanche.

2. La déshydratation : le bois, porté à la température d'au moins 600°C libère son eau.

30 3. La réaction exothermique : progressivement la température augmente jusqu'à 650°, et lorsque l'eau a disparu le bois se décompose en diverses substances (acide acétique, méthanol, goudrons, oxyde de carbone,...) rejetées dans des fumées  
35 de couleur jaunâtre.

4. Refroidissement : lorsque ces fumées disparaissent le bois est transformé en charbon,

qu'il est nécessaire de refroidir très progressivement, et à l'abri de l'air pour arrêter la combustion.

5 - Lorsque le four est froid, on l'ouvre et le charbon est extrait.

Pour réaliser un charbon de bonne qualité et éviter une perte excessive de bois sous forme de cendres il est nécessaire de maîtriser l'alimentation du four en air. En effet la quantité d'air consommée  
10 est variable selon les phases de la carbonisation : la déshydratation nécessite un excès d'air, la réaction exothermique doit se dérouler dans une atmosphère dont la teneur en air doit être contrôlée, le refroidissement doit se faire sans entrée d'air, le  
15 four était étouffé.

Dans les fours à géométrie constante, compte tenu de la diminution importante du volume du bois pendant la déshydratation, le volume d'air emprisonné dans l'appareil est trop important, ce qui favorise une  
20 combustion trop vive du bois et la production de cendres et de poussières en grande quantité.

On sait réaliser des fours à géométrie variable qui réduisent le volume d'air emprisonné dans l'appareil au fur et à mesure que le volume de bois  
25 diminue.

Ces fours comportent généralement une virole inférieure reposant sur un fond, une virole supérieure coulissant verticalement autour de la virole inférieure et couverte d'un toit, lui-même comportant au moins une  
30 cheminée à tirage réglable. Au début de la carbonisation la virole supérieure est en position haute ; et elle descend ensuite progressivement en général par gravité avec la diminution du volume du bois déshydraté.

35 Ces types de fours sont décrits dans les brevets français 868 129, 874 073 et 84 06395 ; ils permettent de réaliser des carbonisations avec un bon rendement, une bonne qualité de charbon (le charbon contient au

moins 82% de carbone, ce qui est le minimum imposé par la norme Afnor B55 101) et une grande sécurité.

Cependant, les coûts de productions sont encore très élevés du fait d'une durée de carbonisation très  
5 longue : suivant les essences de bois et l'humidité des rondins, le cycle complet dure habituellement entre 40 et 48 heures.

Pour résoudre ce problème plusieurs solutions ont été envisagées, mais sans succès :

10 - accroissement du volume des fours : on ne peut pas augmenter sensiblement les dimensions des fours car la température doit être homogène à l'intérieur de la charge en combustion, ce qui est très difficile à obtenir lorsque le volume  
15 est important ; d'autre part ces fours doivent être mobiles de façon à pouvoir être installés facilement sur les chantiers d'abattage de bois.

- réduction de la durée de refroidissement (cette phase est la plus longue et dure environ  
20 vingt quatre heures) : le brevet FR 874 073 décrit un four comportant un dispositif de refroidissement par circulation forcée d'air ou d'un autre fluide froid, au contact des parois chaudes du four.

25 Cependant ce dispositif de refroidissement élève considérablement les coûts de construction car il est nécessaire de prévoir une étanchéité rigoureuse des parois pour éviter les entrées d'air dans le four. Et si l'air est remplacé par de l'eau, d'une part le métal  
30 doit être inoxydable, d'autre part la consommation d'eau est très élevée.

- réduction de la durée des trois premières phases (combustion, déshydratation et réaction exothermique). Tout d'abord une réduction de la  
35 durée de ces phases suppose un contrôle très rigoureux des températures dans la masse en fusion. Ensuite pour arriver au même résultat plus rapidement il faut nécessairement activer les réactions avec une alimentation d'air forcée

et donc concentrer dans le temps et dans l'espace les rejets, c'est-à-dire les fumées. Il n'est pas donc possible de réduire la durée de ces premières phases sans augmenter la pollution de l'air environnant.

5 Parmi les gaz rejetés au cours de la carbonisation, certains sont toxiques (oxyde de carbone, méthane, ...) et la pollution de l'air, si elle est acceptée habituellement avec les fours classiques ne peut être augmentée.

10 La présente invention a pour objectif de réaliser un procédé de production de charbon de bois, et son dispositif, à durée de carbonisation réduite et non polluant.

15 L'invention a pour objet un procédé de production de charbon de bois caractérisé en ce que simultanément :

- d'une part on réalise la combustion d'une charge de bois dans un four 1 du type à géométrie variable avec une alimentation 8 d'air forcé, les différentes étapes de la carbonisation étant contrôlées au moins par des mesures de température de la combustion, de sorte que les fumées de combustion soient concentrées,

25 - d'autre part on collecte les fumées de combustion, on les conduit dans un four secondaire 13 d'incinération, alimenté en air forcé chaud, où elles sont incinérées,

30 de telle sorte que les fumées rejetées dans l'atmosphère, ne contiennent aucun gaz polluant, et que la durée de la combustion est réduite d'environ de moitié.

35 En outre le procédé est remarquable par les caractéristiques suivantes :

- préalablement à l'allumage de la charge de bois, on chauffe le four 13 d'incinération à une température prédéterminée à l'aide d'un brûleur d'appoint 31.

- pendant toute la durée de l'incinération des fumées, on utilise le brûleur d'appoint pour maintenir le four d'incinération 13 à une température minimum prédéterminée.

5 - on chauffe l'air de combustion des fumées dans un échangeur de chaleur 19, disposé dans la cheminée d'évacuation du four d'incinération.

10 - on maintient constante la température et la pression d'alimentation de l'air préchauffé au moyen d'appareils de contrôle de température 23,29 de pression 24 et réglage de débit 22, 26,35.

L'invention a encore pour objet le dispositif de production, selon le procédé défini précédemment, 15 caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison :

- au moins un four à charbon de bois 1 du type à géométrie variable comportant un collecteur 32 des fumées de combustion,

20 - un four secondaire 13 d'incinération des fumées de combustion comportant au moins une sonde de mesure de la température 27 d'incinération, et une cheminée d'évacuation des gaz incinérés 20,

25 - une conduite calorifugée 34 entre les deux fours pour évacuer les fumées de combustion et alimenter le four d'incinération 13, ladite conduite comportant une sonde de mesure de la température 30.

30 - une alimentation en air forcé 8 pour le four à charbon,

- une alimentation en air forcé 36 pour le four d'incinération,

- des moyens 19 de pré-chauffage de l'air forcé d'incinération,

35 - des moyens de réglage de la température et de la pression d'alimentation de l'air préchauffé 23,25,26.

Le dispositif est encore défini par les caractéristiques suivantes :

- le collecteur est une cloche 32 qui recouvre le four 1 et repose à la hauteur du fond de telle sorte que les fumées ne peuvent s'échapper par la partie basse de la cloche, et il comporte une cheminée d'évacuation 33 reliée à la conduite d'alimentation 34 du four d'incinération.

- il comporte un échangeur de chaleur 19 disposé dans la cheminée 20 d'évacuation des gaz incinérés, destiné à préchauffer l'air d'incinération.

- il comporte au moins une sonde de mesure de la pression 24, au moins une sonde de mesure de la température 23 et un orifice de fuite 25 réglable 26 disposés dans la conduite d'alimentation en air d'incinération, destinés à permettre le réglage de la pression d'alimentation et de la température de l'air préchauffé.

- le four d'incinération 13 comporte :

. au moins un brûleur 15 de fumée de combustion du bois,

. au moins une entrée d'air 17 préchauffé destiné à brûler des fumées,

. un brûleur d'appoint 31 du type brûleur à pression à gaz ou à fuel, destiné d'une part à chauffer le four avant l'allumage du four à charbon, d'autre part à assurer une température minimum prédéterminée, dans le four d'incinération.

- chaque brûleur 15 est disposé au voisinage d'une entrée d'air 17 d'incinération, afin de stabiliser la flamme d'incinération.

L'invention a encore pour objet un procédé de fonctionnement en continu d'une installation de production de charbons de bois du type défini précédemment caractérisé en ce que on installe :

- un four d'incinération 13,

- une pluralité de fours à charbon 1 susceptibles d'alimenter séparément le four d'incinération 13.

- on divise la combustion en un nombre P de phases, et on branche au moins P fours à charbon sur le four d'incinération,

5 - on met en marche successivement chacun des P fours, un à chaque début de phase,

- à chaque changement de phase suivante on :

. débranche un four à charbon dont la combustion est achevée,

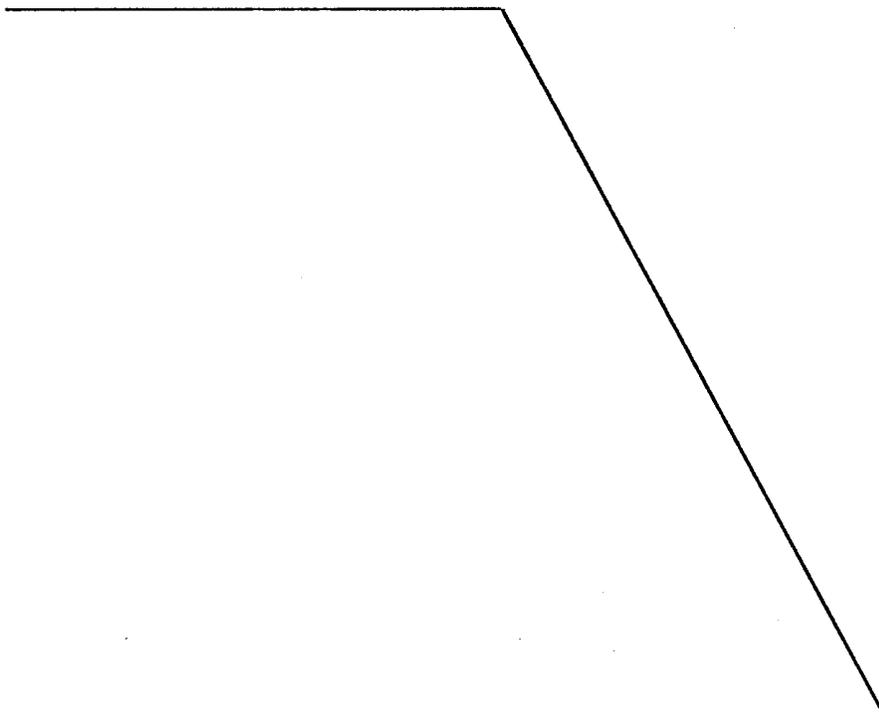
10 . on branche un four préalablement chargé et on allume le bois,

15 de telle sorte qu'il y ait toujours au moins P fours à charbon 1 en combustion et alimentant le four d'incinération 13, et de telle sorte que le four d'incinération soit alimenté en continu avec une quantité et une qualité de fumée favorisant un fonctionnement autonome, sans appoint.

Le procédé de production est réalisé de préférence de la manière suivante :

20 - on installe au moins douze fours à charbon 1, on divise la combustion en quatre étapes de trois heures, et on alimente le four d'incinération 13 avec au moins quatre fours à charbons 1 chacun étant à une étape de combustion différente selon le processus suivant :

25



FOUR n°

FOUR n°

IMPS

1	allumage	1	et refroidissement/branchement et allumage	5
2	allumage	2	et refroidissement/branchement et allumage	6
3	allumage	3	et refroidissement/branchement et allumage	7
4	allumage	4	et refroidissement/branchement et allumage	8
2	débranchement	1	débranchement et refroidissement	5
5	débranchement	2	débranchement et allumage	6
8	débranchement	3	débranchement et allumage	7
1	débranchement	4	débranchement et allumage	8
4		5	branchement et allumage	9
7		6	branchement et allumage	10
0		7	branchement et allumage	11
3		8	branchement et allumage	12

6 déchargement charbon 1 débranchement four n°5

installation nouvelle  
charbon et allumage

26 19389

de telle sorte que le charbon soit produit par quantité successive toutes les trois heures, avec des cycles de production respectifs de trente six heures environ par four, et que le fonctionnement de l'installation soit continu.

L'invention porte encore sur le dispositif permettant la réalisation du procédé défini aux paragraphes qui précède : ce dispositif comporte :

- un four d'incinération,
- une pluralité de fours à charbons 1 dont les fumées sont susceptibles d'alimenter le four d'incinération 13, une partie des fours étant en phase de combustion, l'autre partie des fours étant en phase de refroidissement, les fours en combustion étant branchés sur le four d'incinération 13 de telle sorte que le four d'incinération fonctionne en continu sans brûleur d'appoint.

De préférence il comporte :

- au moins douze fours à charbons 1, quatre fours étant en phase de combustion et alimentant le four d'incinération 13, les huit autres fours étant en phase de refroidissement.

Afin de mieux comprendre l'invention on a représenté au dessin annexé :

- figure 1 : une vue schématique de profil du dispositif comportant un four à charbon relié à un four d'incinération selon l'invention.
- figure 2 : un schéma du dispositif de production de charbon de bois à fonctionnement continu comportant un four d'incinération alimenté par quatre fours à charbon.

La figure 1 illustre le dispositif utilisé pour la production de charbons par le procédé dans sa forme élémentaire.

Dans un premier temps, on installe un four à charbons 1 de type à géométrie variable classique, et à proximité de ce four 1 on dispose un four secondaire,

ou four d'incinération destiné à brûler les fumées produites par la combustion du bois.

On charge le four à charbons de bois.

5 On dispose sur le four à charbons 1 un collecteur de fumées que l'on relie au four d'incinération par une conduite calorifugée.

10 On alimente les fours séparément en air forcé avec des ventilateurs : le four à charbons en air forcé à température ambiante, le four à incinérer en air forcé préchauffé;

Le préchauffage de l'air est réalisé par un brûleur d'appoint installé dans le four d'incinération, et en faisant passer la conduite d'air dans la cheminée d'évacuation.

15 On installe des sondes de mesure de débit dans les conduites d'air en amont des ventilateurs, des sondes de mesure de température dans les conduites de gaz chauds (fumées, air, gaz brûlés) et des sondes de mesure de pression dans les conduites d'alimentation  
20 d'air en amont des fours, et dans le four d'incinération.

Toutes ces différentes sondes ont pour fonction d'indiquer, l'état de combustion dans les fours et d'agir pour corriger, accélerer ou diminuer la  
25 combustion. En particulier les sondes de mesure de température des fumées de combustion, en sortie du four permettent de connaître l'évolution de la carbonisation (combustion initiale, déshydratation, réaction exothermique, refroidissement). Ces sondes sont  
30 indispensables car l'opérateur habituellement mesure l'évolution de la carbonisation aux couleurs des fumées. Les fumées étant nuisibles dans ce procédé, l'opérateur doit utiliser un autre moyen.

35 La lecture des températures de fumée et un moyen en outre plus avantageux car il est plus précis et plus stable, et indépendant des conditions climatiques parfois gênantes (vents, pluies,...).

Lorsque le four à charbon est allumé, on alimente le four en air forcé : la carbonisation s'accélère, les fumées épaississent.

5 Les fumées collectées sont conduites dans le four d'incinération et mélangées à l'air préchauffé. Au contact de la flamme du brûleur d'appoint ce mélange brûle et produit essentiellement du gaz carbonique et de l'eau; c'est-à-dire des gaz non polluants.

10 Selon la nature et la composition des fumées le brûleur d'appoint peut être arrêté, la chaleur produite par la combustion des fumées maintenant une température minimale suffisante au fonctionnement du four.

15 On maintient la pression d'alimentation en air préchauffé et la température de cet air a des valeurs prédéterminées selon l'état de la carbonisation du bois ; ces contrôles sont réalisés à l'aide des sondes de mesures de températures et de pression dans la conduite, dans le four et dans la cheminée, et à l'aide d'un circuit de fuite branché en amont du four sur la  
20 conduite d'air, ce circuit de fuite étant réglable. Ce circuit permet de contrôler l'alimentation du four en air, et par voie de conséquence la température de l'air et la pression du four.

25 Pour réaliser ce procédé on utilise un four 1 à charbon de bois de type à géométrie variable classique muni d'un collecteur des fumées 32. Ce four comporte notamment un fond 2 sur lequel une virole 3 inférieure est soudée. Autour de cette virole inférieure coulisse verticalement par gravité une virole supérieure 4 au  
30 fur et à mesure que le volume de la charge de bois 5 diminue.

Le fond 2 est traversé par des entrées d'air 6, nécessaires à la combustion du bois ; ces entrées 6 sont reliées à un caisson 7 d'alimentation, lui-même  
35 relié par une conduite 8 à un ventilateur de soufflage 9, ou tout autre moyen d'alimentation forcée.

Sur la conduite 8 d'alimentation en air forcé, on dispose en amont du ventilateur 9 un débit-mètre 10, en aval du ventilateur, un organe (ou sonde) de mesure

de la pression 11 d'alimentation. En outre à l'entrée du ventilateur on dispose un volet 12 de réglage du débit. Ainsi avec les deux organes de mesures 10, 11, et le volet 12, la quantité d'air de combustion du bois  
5 peut être maîtrisée.

Le collecteur de fumées 31 est réalisé de préférence sous forme d'une cloche qui recouvre complètement le four 1 et repose son fond 2. Cette disposition n'est pas nécessaire, il est seulement  
10 indispensable que le four 1 soit enveloppé de telle sorte que les fumées ne puissent pas s'échapper du collecteur 31, c'est-à-dire, dans cet exemple, de la cloche.

La cloche comporte une cheminée 33 sur laquelle est montée une conduite 34 pour l'écoulement des fumées  
15 jusqu'au four d'incinération 13. Cette conduite est de préférence calorifugée afin d'une part d'éviter les condensations le long des parois, d'autre part d'éviter le refroidissement des fumées à l'arrivée dans le four  
20 13.

Le four d'incinération 13 comporte au moins une entrée 14 des fumées, relié à au moins un brûleur à  
fumées 15, l'entrée étant contrôlée par une vanne 16 au moins une entrée d'air 17 comburant chacune contrôlée  
25 par un volet 35, l'air étant destiné à la combustion des fumées.

De préférence l'entrée d'air 17 et le brûleur à fumées sont disposés à proximité l'un de l'autre de façon que la flamme du brûleur soit stabilisée.

En outre l'air est alimenté sous pression dans  
30 une conduite 36 par un ventilateur 18, et est préchauffé. Dans le mode de réalisation représenté le préchauffage de l'air comburant d'incinération est réalisé dans un échangeur de chaleur 19 disposé dans la  
35 cheminée 20 de sortie du four 13. Le dessin illustre un serpent, mais toute autre forme de réalisation peut être utilisée.

Dans la conduite d'alimentation en air d'incinération, on dispose :

- une sonde de mesure de débit 21 en amont du ventilateur 18,
- un volet 22 de réglage de débit,
- une sonde de mesure de la température 23 en aval de la cheminée 20,
- une sonde de mesure de la pression 24, en aval de la cheminée 20,
- un orifice de fuite 25 destiné à régler le débit d'air arrivant au four 13. Cet orifice est muni d'un volet de réglage 26.

Dans le four d'incinération on dispose une sonde de mesure de la température 27 et une sonde de mesure de la pression 28, et dans la cheminée de sortie 20 on dispose une sonde de mesure de la température 29.

- Enfin dans la conduite 34 d'alimentation des fumées entre le four à charbons 1 et le four d'incinération on place une sonde de mesure de la température 30.

Les organes de mesure et de réglage sont destinés à contrôler l'incinération à toutes les étapes de la carbonisation.

En outre afin d'assurer une incinération totale des fumées on dispose dans le four d'incinération 13 un brûleur d'appoint 31 destiné à porter l'intérieur du four à une température prédéterminée (en 28), permettant la combustion des fumées.

Lorsque la température 28 prédéterminée est atteinte, les fumées peuvent être brûlées et leur combustion produit elle-même une chaleur qui maintient cette température. Il est alors possible de réduire le feu du brûleur d'appoint voire de l'éteindre.

Lorsque la composition des fumées ne permet pas une combustion exothermique suffisante on maintient le fonctionnement du brûleur d'appoint 31.

Le brûleur est du type classique à fuel, à gaz ou à poussier. Ce dernier à l'avantage d'évacuer les sous produits pulvérulents des fours à charbon (grains de charbon, brindilles, poussières...).

Ce procédé permet de réduire considérablement la durée des trois étapes de combustion : le gain de temps est de l'ordre de 12 heures sur une durée habituelle de 24 heures, soit un gain de 25% sur un cycle complet (y compris refroidissement) de 48 heures. Et ce gain s'accompagne en outre d'une réduction de pollution.

Le procédé et son dispositif fonctionnent avec un seul four à charbon 1 alimentant le four d'incinération. Cependant il est possible d'améliorer considérablement la production en combinant le fonctionnement de plusieurs fours à charbons disposés en parallèle sur un seul four d'incinération. Il est possible de réaliser une installation de production de charbons de bois fonctionnant en continu.

Le procédé correspondant est illustré sur la figure 2.

On installe un four d'incinération 13 identique à la description précédente.

A proximité de ce four 13, on installe une pluralité de four à charbon 1 munis d'une cloche 32 de récupération des fumées, susceptibles d'alimenter séparément le four d'incinération 13.

On divise la combustion du bois (c'est-à-dire les trois premières étapes de la carbonisation : combustion initiale, déshydratation, réaction exothermique) en un nombre P de phases de durées égales, à titre d'exemple 4 phases de 3 heures et l'on branche au moins le même nombre P de fours à charbon 1 sur le four d'incinération 13, dans l'exemple quatre fours. De préférence on utilisera un brûleur de fumée 15 par four 1.

On allume successivement chacun des quatre fours, un à chaque début de phase, puis à chaque changement de phase suivant :

- on débranche un four à charbon 1 : celui dont la combustion vient de s'achever,
- et on branche un autre four 1 préalablement chargé en bois, et on allume ce four.

Avec ce procédé :

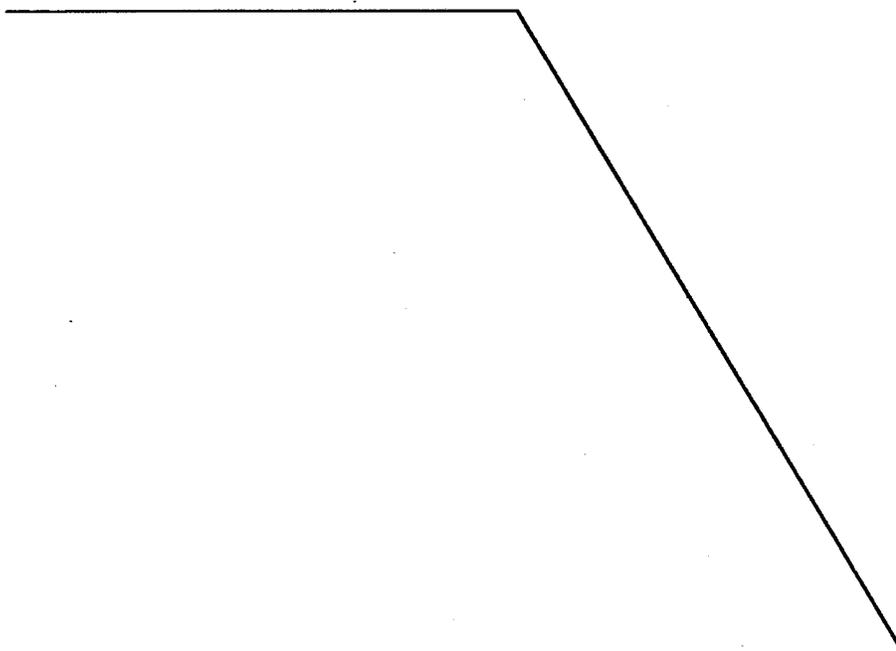
1°) il y a constamment quatre fours à charbons 1 en combustion et qui alimentent le four d'incinération 13, et l'installation fonctionne en continu,

5 2°) le four d'incinération est alimenté en continu à partir de plusieurs fours (P) à chacunes des phases de combustion différentes, mais fournissant globalement une fumée dont la teneur en gaz et la concentration est régulière  
10 voire constante lorsque la qualité et l'essence du bois ne varient pas. Le four peut fonctionner alors en continu et de manière totalement autonome sans brûleur d'appoint.

L'installation fonctionne donc entièrement en  
15 continu tant que l'on renouvelle le brûleur à chaque fin de phase.

On peut obtenir un cycle complet de rotation des  
fours avec par exemple douze fours à charbons, chacun alimentant le four d'incinération pendant quatre phases  
20 de trois heures, c'est-à-dire 12 heures, et étant en étape de refroidissement pendant 24 heures. Lorsque le four est refroidit il est déchargé de son charbon et est rechargé en bois et immédiatement réinstallé.

Le tableau suivant illustre le cycle de  
25 fonctionnement en continu de l'installation avec douze fours à charbon :



FOUR n°

FOUR n°

MPS

allumage

1

allumage

2

allumage

3

allumage

4

débranchement

1 et refroidissement/branchement et allumage 5

débranchement

2 et refroidissement/branchement et allumage 6

débranchement

3 et refroidissement/branchement et allumage 7

débranchement

4 et refroidissement/branchement et allumage 8

débranchement et refroidissement

5 branchement et allumage 9

6 branchement et allumage 10

7 branchement et allumage 11

8 branchement et allumage 12

1 débranchement four n°5

5 déchargement charbon  
installation nouvelle  
charge et allumage

Comme on le voit sur ce tableau chaque four 1  
fonctionne de la même façon que lorsqu'on utilise un  
seul four comme dans le procédé précédent. Le gain sur  
la durée de la combustion est la même soit d'environ 12  
5 heures.

Le four d'incinération est constamment alimenté  
en fumées, provenant de quatre phases de combustion  
différentes, ce qui permet une autonomie de  
fonctionnement.

10 Le dispositif permettant de réaliser ce procédé  
comporte :

- un four d'incinération 13 de même conformation  
que précédemment. Il comporte de préférence  
plusieurs brûleurs 15 de fumées et dans  
15 l'exemple illustré il comporte un brûleur 15 par  
four 1. Chaque brûleur est disposé à proximité  
d'une arrivée d'air préchauffé 17.

- une pluralité de fours à charbon 1 chacun  
équipé d'une alimentation en air forcé  
20 indépendante. Dans l'exemple, l'installation  
comporte douze fours, mais ce nombre n'est pas  
limitatif.

L'orifice de fuite 25 est utilisé notamment pour  
maintenir la pression d'air aux entrées 17  
25 d'alimentation en air chaud, quel que soit le nombre de  
brûleurs 15 utilisés.

Un autre avantage de ce circuit de fuite est  
qu'il permet de sécher le bois installé dans un four en  
attente. La durée de la combustion initiale en est  
30 considérablement réduite.

## R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé de production de charbon de bois caractérisé en ce que simultanément :

- 5 - d'une part on réalise la combustion d'une charge de bois dans un four (1) du type à géométrie variable avec une alimentation (8) d'air forcé, les différentes étapes de la carbonisation étant contrôlées au moins par des mesures de température de la combustion, de sorte que les fumées de combustion soient concentrées,
- 10 - d'autre part on collecte les fumées de combustion, on les conduit dans un four secondaire (13) d'incinération, alimenté en air forcé chaud, où elles sont incinérées,
- 15 de telle sorte que les fumées rejetées dans l'atmosphère, ne contiennent aucun gaz polluant, et que la durée de la combustion est réduite d'environ de moitié.

2. Procédé de production de charbon de bois selon la revendication 1 caractérisé en ce que :

- 20 - préalablement à l'allumage de la charge de bois, on chauffe le four (13) d'incinération à une température prédéterminée à l'aide d'un brûleur d'appoint (31).
- 25 - pendant toute la durée de l'incinération des fumées, on utilise le brûleur d'appoint pour maintenir le four d'incinération (13) à une température minimum prédéterminée.

3. Procédé de production de charbon de bois selon la revendication 1 caractérisé en ce que :

- 30 - on chauffe l'air de combustion des fumées dans un échangeur de chaleur (19), disposé dans la cheminée d'évacuation du four d'incinération.

4. Procédé de production de charbon de bois selon la revendication 3 caractérisé en ce que :

35

- on maintient constante la température et la pression d'alimentation de l'air préchauffé au moyen d'appareils de contrôle de température (23,29) de pression (24) et réglage de débit (22, 26,35).

5  
5. Dispositif de production de charbon de bois selon le procédé de la revendication 1 caractérisé en ce que il comporte en combinaison :

- 10 - au moins un four à charbon de bois (1) du type à géométrie variable comportant un collecteur (32) des fumées de combustion,
- un four secondaire (13) d'incinération des fumées de combustion comportant au moins une sonde de mesure de la température (27) d'incinération, et une cheminée d'évacuation des gaz incinérés (20),
- 15 - une conduite calorifugée (34) entre les deux fours pour évacuer les fumées de combustion et alimenter le four d'incinération (13), ladite conduite comportant une sonde de mesure de la température (30).
- 20 - une alimentation en air forcé (8) pour le four à charbon,
- une alimentation en air forcé (36) pour le four d'incinération,
- 25 - des moyens (19) de pré-chauffage de l'air forcé d'incinération,
- des moyens de réglage de la température et de la pression d'alimentation de l'air préchauffé (23,25,26).
- 30

6. Dispositif de production de charbon de bois selon la revendication 5 caractérisé en ce que :

- 35 - le collecteur est une cloche (32) qui recouvre le four (1) et repose à la hauteur du fond de telle sorte que les fumées ne peuvent s'échapper par la partie basse de la cloche, et il comporte une cheminée d'évacuation (33) reliée à la conduite d'alimentation (34) du four d'incinération.

7. Dispositif de production de charbon de bois selon la revendication 5 caractérisé en ce que il comporte un échangeur de chaleur (19) disposé dans la cheminée (20) d'évacuation des gaz incinérés, destiné à préchauffer l'air d'incinération.

8. Dispositif de production de charbon de bois selon la revendication 5 caractérisé en ce qu'il comporte au moins une sonde de mesure de la pression (24), au moins une sonde de mesure de la température (23) et un orifice de fuite (25) réglable (26) disposés dans la conduite d'alimentation en air d'incinération, destinés à permettre le réglage de la pression d'alimentation et de la température de l'air préchauffé.

9. Dispositif de production de charbon de bois selon la revendication 5 caractérisé en ce que :

- le four d'incinération (13) comporte :
  - . au moins un brûleur (15) de fumée de combustion du bois,
  - . au moins une entrée d'air (17) préchauffé destiné à brûler des fumées,
  - . un brûleur d'appoint (31) du type brûleur à pression à gaz ou à fuel, destiné d'une part à chauffer le four avant l'allumage du four à charbon, d'autre part à assurer une température minimum prédéterminée, dans le four d'incinération.

10. Dispositif de production de charbon de bois selon la revendication 9 caractérisé en ce que :

- chaque brûleur (15) est disposé au voisinage d'une entrée d'air (17) d'incinération, afin de stabiliser la flamme d'incinération.

11. Procédé de fonctionnement en continu d'une installation de production de charbon de bois selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on installe :

- un four d'incinération (13),
- une pluralité de fours à charbon (1) susceptibles d'alimenter séparément le four d'incinération (13).

- on divise la combustion en un nombre P de phases, et on branche au moins P fours à charbon sur le four d'incinération,

5 - on met en marche successivement chacun des P fours, un à chaque début de phase,

- à chaque changement de phase suivante on :

. débranche un four à charbon dont la combustion est achevée,

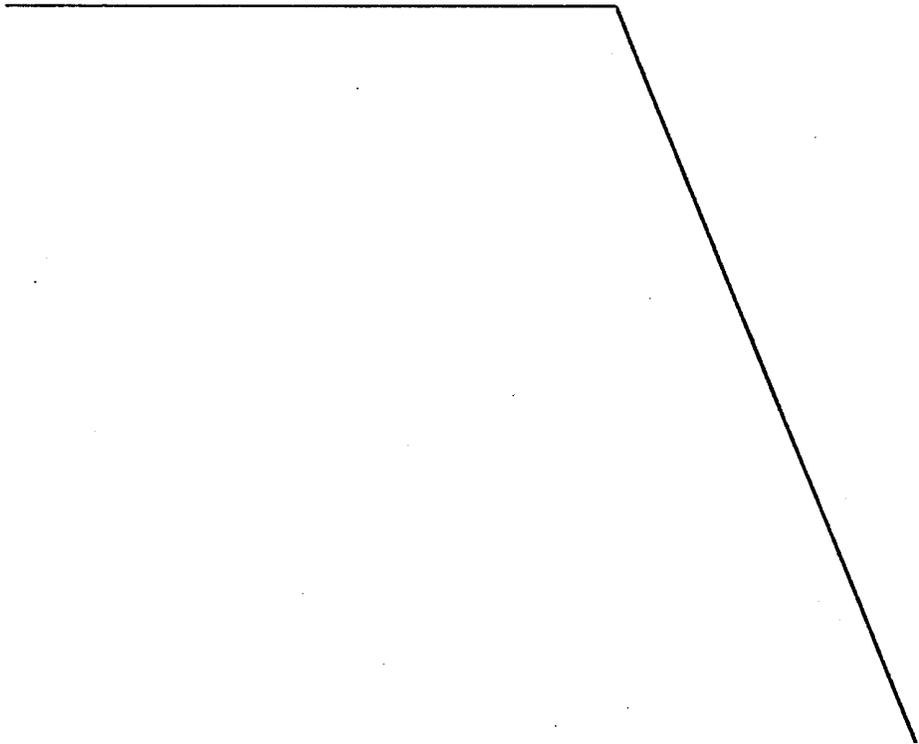
10 . on branche un four préalablement chargé et on allume le bois,

de telle sorte qu'il y ait toujours au moins P fours à charbon (1) en combustion et alimentant le four d'incinération (13), et de telle sorte que le four d'incinération soit alimenté en continu avec une  
15 quantité et une qualité de fumée favorisant un fonctionnement autonome, sans appoint.

12. Procédé de production de charbon de bois selon la revendication 11 caractérisé en ce que :

20 - on installe au moins douze fours à charbon (1), on divise la combustion en quatre étapes de trois heures, et on alimente le four d'incinération (13) avec au moins quatre fours à charbons (1) chacun étant à une étape de combustion différente selon le processus suivant :

25



<u>MPS</u>	<u>FOUR_n°</u>	<u>FOUR_n°</u>
	1	1
allumage		
	2	
allumage		
	3	
allumage		
	4	
allumage		
débranchement	1 et refroidissement/branchement et allumage	5
débranchement	2 et refroidissement/branchement et allumage	6
débranchement	3 et refroidissement/branchement et allumage	7
débranchement	4 et refroidissement/branchement et allumage	8
débranchement et refroidissement	débranchement et refroidissement	5
branchement et allumage	branchement et allumage	9
branchement et allumage	branchement et allumage	10
branchement et allumage	branchement et allumage	11
branchement et allumage	branchement et allumage	12
déchargement charbon installation nouvelle charge et allumage	1 débranchement four n°5	

de telle sorte que le charbon soit produit par quantité successive toutes les trois heures, avec des cycles de production respectifs de trente six heures environ par four, et que le fonctionnement de l'installation soit  
5 continu.

13. Dispositif de production de charbon de bois selon le procédé de la revendication (11) caractérisé en ce qu'il comporte :

- un four d'incinération,
- 10 - une pluralité de fours à charbon (1) dont les fumées sont susceptibles d'alimenter le four d'incinération (13), une partie des fours étant en phase de combustion, l'autre partie des fours étant en phase de refroidissement, les fours en  
15 combustion étant branchés sur le four d'incinération (13) de telle sorte que le four d'incinération fonctionne en continu sans brûleur d'appoint.

14. Dispositif de production de charbon de bois  
20 selon la revendication 13 caractérisé en ce qu'il comporte :

- au moins douze fours à charbon (1), quatre fours étant en phase de combustion et alimentant le four d'incinération (13), les huit autres  
25 fours étant en phase de refroidissement.

1/2

