

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 492 800

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 22942

(54) Procédé de production de matières carbonées fortement activées.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). C 01 B 31/10.

(22) Date de dépôt..... 27 octobre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 17 du 30-4-1982.

(71) Déposant : Société dite : AMERICAN CAN COMPANY, résidant aux EUA.

(72) Invention de : Mack D. Bowen et Kenneth R. Purdy.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Rinuy, Santarelli,
14, av. de la Grande-Armée, 75017 Paris.

L'invention se rapporte à un procédé de production de matières carbonées fortement activées.

Le charbon activé est bien entendu un produit utile dont l'utilisation est très variée dans des applications industrielles et privées. En résumé, la valeur du charbon sur le marché est d'autant plus grande qu'il est plus fortement activé, car son pouvoir d'adsorption est directement proportionnel à son niveau d'activation. Alors que les produits ayant une superficie inférieure à $400 \text{ m}^2/\text{g}$ ont une utilité limitée en tant que charbons activés, les matières les plus avantageuses ont des surfaces supérieures comprises de préférence dans une plage d'environ 600 à $900 \text{ m}^2/\text{g}$. La présente invention a pour objet un procédé de production de matières carbonées solides dont la surface spécifique est d'au moins $400 \text{ m}^2/\text{g}$.

Les techniques les plus efficaces et les plus largement utilisées jusqu'à présent à l'échelle industrielle pour produire du charbon activé consistent en un processus en deux étapes suivant lesquelles la matière première carbonée est tout d'abord carbonisée de manière à produire du charbon de bois ou du coke et ensuite le produit intermédiaire subit au cours d'une étape ultérieure le processus d'activation, par exemple dans un four rotatif à foyer indirect ou dans un fourneau à soles multiples. Toutefois, ce principe, qui est généralement mis en oeuvre, a plusieurs inconvénients.

En effet, la seconde étape (d'activation) de ce mode opératoire étant normalement exécuté en un emplacement différent de celui auquel la première est effectuée, il en résulte non seulement des frais de transport, mais de plus, ce qui représente un inconvénient encore plus grave, une dissipation considérable de l'énergie thermique résultant de la manipulation normale et du déplacement du produit carbonisé chaud. Ce facteur est tout particulièrement fâcheux, car la réaction d'activation est endothermique et exige de grandes quantités de chaleur qui doivent donc être produites par une source supplémentaire. Il est donc évident qu'un processus en deux étapes implique par lui-même une

manipulation malencontreuse de matières dont la manutention est assez difficile et qui sont insalubres et, de plus, qu'il augmente le prix de revient et les facteurs de nuisance.

Il a déjà été suggéré dans l'art antérieur
5 que des produits carbonés solides peuvent être produits au cours d'une étape unique, ces produits pouvant dans certains cas être activés plus ou moins fortement. A titre d'exemple de l'art antérieur, on peut citer les brevets des Etats-Unis d'Amérique N° 1 524 784, N° 3 525 674 et N° 4 145 256.
10 Toutefois, comme il apparaîtra à l'évidence d'après la description de la présente invention qui va suivre, aucun de ces brevets ne décrit un procédé qui offre les avantages obtenus par la mise en oeuvre du procédé de l'invention. Donc, d'une façon générale, aucun processus de l'art
15 antérieur ne permet la production de matières carbonées fortement activées avec de bons rendements en une étape unique, par un processus continu, en minimisant ainsi la consommation d'énergie et, de plus, de manière qui est rentable, simple, efficace, facilement contrôlable afin de permettre de modifier la nature et la qualité des produits obtenus.
20

L'invention a donc pour objet un nouveau procédé de production de matières carbonées fortement activées qui est efficace, rentable et exige un minimum de consommation d'énergie. Ce procédé peut être mis en oeuvre en une étape
25 unique de manière commode, facilement contrôlable, de façon à permettre une bonne reproductibilité et à faciliter la variation de la nature et de la qualité des produits obtenus. Le procédé de l'invention permet la production d'une matière sèche et solide à température relativement basse, ce qui
30 facilite la manipulation et minimise les opérations ultérieures qui sont nécessaires à la mise en oeuvre du procédé. Ce procédé se prête à être exécuté dans un système réactionnel qui est relativement simple, bon marché à réaliser et à exploiter. La quantité de vapeur d'eau nécessaire à la mise en oeuvre du procédé de l'invention et introduite dans la cuve de réaction est minimisée et, de plus, aucun apport extérieur de combustible n'est nécessaire.
35

Le procédé à étape unique, auto-entretenu et continu conforme à l'invention, consiste essentiellement à introduire à une phase initiale, au sommet d'un réacteur vertical, une matière première sensiblement sèche qui est capable de se décomposer à la chaleur en un composant gazeux et en un produit carboné solide et activé. La matière introduite dans le réacteur est déplacée pratiquement en continu sous forme d'un lit compact et à un débit prédéterminé de manière qu'elle descende puis sorte du fond du réacteur, tandis que les gaz sont soustraits vers le haut pour être extraits du réacteur. De l'air est injecté dans le lit à plusieurs niveaux qui sont verticalement placés à distance les uns des autres ainsi que du sommet et du fond du réacteur, de manière à établir une première zone d'activation ayant une profondeur importante. L'air est injecté à plusieurs niveaux à des débits qui diffèrent considérablement et qui sont réglés indépendamment de manière que cet air soit bien distribué et afin de rendre la première zone sensiblement isotherme, la matière qui s'y trouve ayant une température optiquement uniforme de 760 à environ 1150°C. De la vapeur d'eau à basse température est injectée pratiquement en l'absence d'oxygène en un emplacement situé au bas et à distance de la première zone, de manière à réaliser une seconde zone d'activation située sous la première zone et ayant une grande profondeur. La vapeur d'eau est injectée à un débit qui convient juste au transport d'une énergie thermique suffisante de la seconde zone d'activation vers le sommet du lit afin de sécher et de produire la décomposition thermique de la matière première, les gaz d'échappement ainsi produits étant à une température d'environ 120 à 315°C et la matière sortant de la seconde zone d'activation étant refroidie à une température d'environ 93 à 815°C. La matière prélevée à la sortie consiste en un produit carboné activé, sensiblement sec, ayant une surface spécifique d'au moins 400 m²/g.

Suivant un mode de mise en oeuvre avantageux de l'invention, le produit carboné a une surface spécifique d'environ 600 à 900 m²/g, la température uniforme de la

matière se trouvant dans la zone d'activation étant comprise entre environ 870 et 980°C et la matière première introduite à un débit d'environ 45 à 9000 kg/h contient moins d'environ 10 % en poids d'humidité, calculée sur la base du poids de 5 l'humidité de la matière première. Par ailleurs, selon ce mode de mise en oeuvre, la première zone d'activation a une superficie transversale d'environ 0,093 à 9,3 m² et plus avantageusement d'environ 1,4 à 3,7 m² et une profondeur d'environ 0,3 à 1,5 m.

10 Dans la plupart des cas, l'air est injecté dans la première zone d'activation à au moins trois niveaux placés à distance les uns des autres verticalement. Le débit total d'injection doit de préférence donner une quantité d'oxygène qui est inférieure à celle stoechiométriquement nécessaire 15 pour oxyder tous les produits gazeux de réaction dégagés dans la première zone d'activation afin de minimiser ainsi l'oxydation exothermique du carbone solide présent dans cette zone. Le débit total d'air injecté est plus particulièrement en général inférieur à 1 kg d'air par kilogramme de matière première, calculé pour une matière exempte d'humidité. 20 Lorsque le produit carboné doit avoir une surface spécifique comprise entre environ 600 et 900 m²/g, le débit total d'air injecté est d'environ 0,25 à 0,75 kg par kilogramme de matière première et il est proportionnel à la surface 25 spécifique du produit. L'air est en général réparti dans la totalité de la première zone à des débits qui diminuent vers le haut. Ces débits sont en principe compris entre environ 1,67 et 2,36 kg d'air par kilogramme de matière première par mètre d'épaisseur de zone, au fond de la première zone, et 30 entre environ 0,23 et 0,49 kg d'air par kilogramme de matière première par mètre d'épaisseur de zone au sommet de la première zone.

La vapeur d'eau utilisée dans le procédé est à une température inférieure à environ 315°C et elle est en 35 général à une température d'environ 120 à 150°C. Le débit de la vapeur injectée est normalement d'environ 0,025 à 0,2 kg par kilogramme de matière première, ces quantités étant calculées pour une matière exempte d'humidité, et cette

valeur est de préférence comprise dans une plage d'environ 0,05 à 0,15 kg de vapeur par kilogramme de matière première. Le temps moyen pendant lequel la matière demeure dans la première zone d'activation est compris entre environ 3 et 5 180 minutes et de préférence entre environ 5 et 90 minutes, le temps le plus avantageux étant compris entre environ 15 et 60 minutes.

L'invention va être décrite plus en détail en regard des dessins annexés à titre d'exemple nullement limitatif et sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma fonctionnel d'un exemple de système dans lequel le procédé d'activation à une étape, conforme à l'invention, peut être exécuté ; et
- 15 - la figure 2 est une coupe verticale schématique d'un réacteur et des appareillages conjoints qui conviennent à la mise en oeuvre du principe représenté sur la figure 1 et du procédé de l'invention.

Dans le schéma de la figure 1, le cœur du système représenté consiste en un groupe d'activation portant la référence générale 10. La matière première est introduite au sommet du groupe d'activation par une canalisation 12 qui est raccordée à un silo d'équilibrage 14 qui, de son côté, reçoit la matière première d'un séchoir 16 par une canalisation de raccord 18 ; le séchoir 16 est chargé par une canalisation 22 et reçoit la matière première humide d'un silo doseur 20 alimenté lui-même par une canalisation 17 (provenant d'une source non représentée). Le séchoir 16 coopère avec un ventilateur 24 qui est destiné à évacuer les gaz chauds par l'intermédiaire d'un collecteur de fines 26 et 25 de conduits 25 et 27. Le séchoir 16 est par ailleurs équipé d'un brûleur 28 ; l'air comburant arrive au brûleur 28 par une admission 30 et le gaz combustible est dirigé dans ce brûleur par une canalisation 32. Comme le montre le dessin, la source de gaz combustible est le groupe d'activation 10 ; 30 ce gaz est soutiré de ce groupe par un ventilateur 36 à vitesse variable qui produit une aspiration et qui fait passer ce gaz par une canalisation 33 dans un groupe d'épuration et de condensation 34, une partie du gaz étant normale-

ment évacuée du système par une canalisation 38 (sur laquelle est raccordée la canalisation 32) sous forme de produit gazeux combustible. Une autre partie du gaz combustible produit dans le groupe 10 est envoyée par une canalisation 40
5 dans une chaudière 42 dans laquelle de l'eau et de l'air comburant (arrivant par des canalisations 44 et 46) sont utilisés pour produire de la vapeur d'eau qui est dirigée sur le groupe d'activation 10 par une canalisation 50 ; les gaz d'échappement sont évacués de la chaudière 42 par une canalisation 48. Une soufflante convenable 52 envoie l'air comburant au réacteur 10 par une canalisation 54.

L'épurateur-condenseur 34 va être étudié plus en détail ; il peut fonctionner à l'aide d'un jet d'atomisation d'huiles pyrolytiques produites dans le groupe d'activation 10 (d'une manière qui sera décrite plus en détail par la suite). Indépendamment de sa nature, le fluide d'épuration envoyé au groupe 34 provient d'un réservoir 56. Les produits non gazeux passent du fond de l'épurateur 34 dans un groupe de filtration 58 duquel l'aggloméré de filtration est évacué et chargé (avec la matière première séchée) au sommet du groupe d'activation 10 par la canalisation 12 (la canalisation 60 provenant du groupe de filtration 58 débouchant dans cette canalisation 12). L'huile enlevée par filtration est renvoyée par une canalisation 68 dans le réservoir 56 duquel une partie de cette huile peut être soutirée par une canalisation 70 à d'autres fins (par exemple pour être utilisée en combustible) si nécessaire. Le charbon activé solide produit est déchargé du fond du groupe d'activation 10 par une canalisation 62 et envoyé dans un silo d'emmagasinage 64 duquel il peut être soutiré par une canalisation 72.

La figure 2 représente plus en détail le réacteur 10 qui consiste en une cuve verticale 74 portant un revêtement de matière réfractaire et en une cloison supérieure 75, le dispositif doseur 76 de décharge étant 35 disposé à l'extrémité inférieure de la cuve 74 et un mécanisme d'introduction de la matière première, portant la référence générale 78, étant monté à proximité de l'extrémité supérieure de la cuve. Le mécanisme d'introduction 78

comprend un passage d'admission 80 débouchant dans un sas rotatif 82, ainsi qu'en un raccord 84 dans lequel est montée une vis sans fin de transport. Un dispositif d'égalisation du niveau qui est monté à travers la cloison supérieure 75

5 consiste en une tête de brassage 88 montée rotative sur un arbre 90 et supportée dans une armature convenable de commande 92, des dispositifs de sécurité 96 destinés à décharger les excès de pression étant également montés dans la cloison supérieure. Une canalisation isolée 98 est
10 destinée à l'évacuation des gaz du sommet du réacteur 10 et un détecteur convenable de température 100 ainsi qu'un mécanisme 102 à vanne d'arrêt, qui est destiné à isoler le réacteur des tronçons du circuit d'évacuation des gaz situés en aval, étant également montés au sommet du réacteur.

15 Une chambre collectrice hermétique 104 située au fond du réacteur 10 au-dessous du dispositif doseur 76 de décharge est destinée à recevoir le charbon activé chaud qui a été produit ; elle est aussi équipée d'un dispositif de sécurité 106 destiné à éliminer les surpressions et raccordé
20 à une canalisation d'évacuation 108. Le produit est prélevé sur la chambre collectrice 104 au moyen d'un transporteur incliné 110 à vis sans fin qui communique avec un second transporteur de décharge 112 par l'intermédiaire d'un tiroir ou sas rotatif convenable 114. Les tiroirs ou sas rotatifs
25 utilisés dans le système de l'invention sont bien entendu destinés à restreindre l'admission d'air ; les dispositifs de sécurité destinés à éliminer les surpressions servent à protéger le réacteur contre une combustion explosive qui pourrait se produire malgré les mesures prises pour empêcher
30 les fuites d'air, notamment en raison du fait que le réacteur fonctionne normalement sous une légère dépression.

35 Un générateur 116 de rayons gamma et un détecteur 118 de ces rayons sont diamétralement opposés sur la cloison latérale de la cuve verticale 74 ; ces dispositifs coopèrent pour indiquer le niveau du sommet du lit de matière se trouvant dans la cuve 74 et sont utilisés pour régler (par des moyens non représentés) le système 78 d'introduction de la matière première. Des tuyaux d'injection d'air 120A-120E

sont montés à travers la cloison de la cuve 74 à cinq niveaux ; un tuyau 122 d'injection de vapeur d'eau est monté à un sixième niveau placé à distance au-dessous du tuyau inférieur 120E d'injection d'air. Ces tuyaux 120 d'injection 5 d'air sont équipés d'une chemise non représentée dans laquelle circule de l'eau de refroidissement autour des tuyaux ; cette disposition est essentielle si les tuyaux doivent résister suffisamment longtemps en pratique à la chaleur intense à laquelle ils sont exposés. Le mode de 10 réalisation réel des tuyaux 120 et 122 n'est pas représenté non plus, ces tuyaux consistant en réalité en un système de tronçons formant plusieurs grilles planes destinées à uniformiser au maximum l'introduction de gaz de chaque niveau et à le répartir horizontalement dans le lit. Les tuyaux 15 comportent aussi de nombreux petits trous garantissant la sortie uniforme de l'air.

La manière générale dont le réacteur 10 fonctionne est facilement comprise par le spécialiste. La matière première introduite par le mécanisme 78 est déposée 20 sur le lit se trouvant à l'intérieur de la cuve 74. Le dispositif d'égalisation du niveau tourne de manière que la tête de brassage 98 répartisse régulièrement la matière qui vient d'être introduite en minimisant la formation de canaux (ou l'effet de cheminées) par les gaz qui montent dans le lit 25 et afin de garantir la mesure précise du niveau atteint par le lit au moyen des dispositifs 116 et 118 à rayons gamma. Cette possibilité est bien entendu importante pour le réglage précis du processus qui, de son côté, est nécessaire pour garantir l'obtention de produits ayant les caractéristiques 30 voulues. Le dispositif doseur 76 de décharge règle le débit suivant lequel la matière descend dans le réacteur 10 afin de lui permettre de passer successivement dans les différentes zones qui sont établies dans la cuve, d'une manière qui sera décrite plus en détail par la suite. Dans 35 tous les cas, le produit carboné solide est finalement déchargé dans la chambre collectrice 104 de laquelle il est évacué par les transporteurs 110 et 112 à vis sans fin.

Le processus selon la présente invention se déroule en termes généraux de la manière suivante : lorsque les conditions de régime permanent ont été atteintes, la montée des gaz chauds commence par sécher totalement la matière première, puis on produit la pyrolyse lors de sa descente dans la partie supérieure du réacteur. Comme indiqué sur la figure 2, ces deux effets se produisent dans la zone de séchage (portant la référence A) et dans la zone de décomposition par la chaleur (portant la référence B). La matière carbonisée chaude produite par la réaction de pyrolyse entre ensuite dans la première zone d'activation (portant la référence C) dans laquelle l'air introduit oxyde les combustibles gazeux dégagés localement avec production de chaleur. Les gaz chauds résultants élèvent la température du charbon de bois en favorisant ainsi les réactions d'activation endothermique. Les matières carbonisées chaudes réagissent plus particulièrement avec la vapeur d'eau et l'anhydride carbonique présents dans la première zone d'activation en produisant des combustibles gazeux, de l'hydrogène et de l'oxyde carbonique, tout en activant la matière carbonisée.

La vapeur d'eau injectée au fond de la seconde zone d'activation (portant la référence D) refroidit simultanément la matière carbonisée et la porte à son niveau final d'activation ; la vapeur d'eau assume également la fonction de fluide de transfert de l'énergie thermique vers les régions supérieures du lit. On comprend que, bien que les zones A-D représentées sur la figure 2 soient délimitées de manière précise, cette représentation est destinée uniquement à permettre de comprendre le principe de l'invention et que les délimitations entre ces zones sont en réalité des régions de transition et ne sont pas distinctes.

D'un point de vue chimique, les réactions entre le carbone et la vapeur d'eau au cours desquelles la vapeur d'eau réagit avec le carbone incandescent en produisant de l'hydrogène et de l'oxyde carbonique (à des températures supérieures à 980°C) et de l'anhydride carbonique (à des températures notamment inférieures à 980°C) sont fondamen-

tales pour le mécanisme d'activation et pour le processus se déroulant conformément à l'invention. L'activation se produit aussi par la réaction du carbone avec l'anhydride carbonique en produisant de l'oxyde carbonique. Les réactions 5 d'activation étant fortement endothermiques, le procédé de l'invention est basé sur des réactions exothermiques des phases gazeuses pour la production de l'énergie thermique nécessaire au déroulement du processus d'activation. Les réactions principales en phase gazeuse (qui se produisent 10 dans la première zone d'activation) comprennent l'oxydation de l'hydrogène et de l'oxyde carbonique avec production d'eau (de vapeur d'eau) et d'anhydride carbonique. La régénération de la vapeur d'eau et de l'anhydride carbonique dans la première zone d'activation par les réactions énumérées a 15 une importance fondamentale dans le cadre de l'invention, comme on va l'expliquer plus en détail par la suite.

Les exemples suivants sont destinés à bien faire comprendre l'invention, mais ne sauraient en aucun cas la limiter.

20

EXEMPLE 1

Des copeaux de pin ayant une teneur en humidité de 5 % en poids (calculée sur la base du produit humide) sont envoyés à un débit de 2720 kg/h (calculé sur la base du produit sec) dans un réacteur réalisé de la manière représentée sur la figure 2. Le lit que contenait le réacteur avait une hauteur globale d'environ 2,1 m, mesurée entre le sommet de ce lit et le dispositif de dosage de la décharge, quatre zones étant identifiables dans ce lit. En observant le 25 lit du haut en bas, il comprend une première zone de séchage d'environ 30 cm de profondeur, une zone de décomposition thermique d'environ 1,20 m de profondeur, une première zone d'activation d'environ 30 cm de profondeur et une seconde zone d'activation d'environ 90 cm de profondeur ; il existe 30 une zone peu profonde de décharge initiale au-dessous du niveau d'introduction de la vapeur d'eau. Le lit a une section transversale pratiquement circulaire et un diamètre 35 d'environ 1,4 m.

Quatre réseaux ou grilles de tuyaux d'injection d'air sont disposés dans la première zone d'activation ; les grilles sont disposées pratiquement sur la surface transversale totale du réacteur et sont placées à des niveaux distants de 75 mm les uns des autres. Les tuyaux sont refroidis à l'eau afin qu'ils soient protégés contre les températures élevées qui apparaissent dans la première zone d'activation et la perte thermique due à ce système de refroidissement est d'environ 116 000 J/kg de matière première sèche traitée. Lorsque le régime permanent a été atteint à la suite de la mise en service, le débit d'air (en kilogrammes par heure) introduit par chaque réseau ou grille de tuyau est dans l'ordre descendant (du sommet au fond de la zone) de : 114,8 ; 135,2 ; 170,6 et 258,6, le débit total d'injection d'air étant donc de 679 kg/h. Dans les conditions de fonctionnement, la première zone d'activation est pratiquement isotherme et la température qui y règne est de 980°C. De la vapeur d'eau saturée qui est à une température de 120°C est introduite au fond de la seconde zone d'activation à un débit de 320,2 kg/h et du charbon activé sec est soutiré du réacteur à une température de 455°C et à un débit de 637,8 kg/h ; le charbon a une surface spécifique de $600 \text{ m}^2/\text{g}$.

EXEMPLE 2

Un réacteur réalisé de la même manière que celle décrite dans l'exemple 1 est utilisé, mais il est toutefois modifié par l'utilisation de dix niveaux d'introduction d'air. La zone de séchage a approximativement 30 cm de profondeur, la zone de décomposition thermique a approximativement 1,2 m de profondeur, la première zone d'activation a environ 1,5 m de profondeur et la deuxième zone d'activation a environ 90 cm de profondeur. Le même débit d'introduction de matière première est aussi utilisé, mais celle-ci a une teneur en humidité de 10 % en poids.

Les tuyaux d'introduction d'air sont espacés du haut en bas de manière qu'une distance de 30 cm sépare le premier niveau du second et le second niveau du troisième, une distance de 15 cm séparant le troisième niveau du

quatrième, le quatrième du cinquième, le cinquième du sixième et le sixième du septième et une distance de 7,5 cm séparant la septième zone de la huitième, la huitième de la neuvième et la neuvième de la dixième, respectivement. Les débits 5 d'air introduit du haut en bas sont (en kilogrammes par heure) de : 212,7 ; 247,7 ; 147 ; 170 ; 193,2 ; 240 ; 135,2 ; 170 ; 205 et 332. Dans ce cas également, une température isotherme de 980°C est maintenue dans la première zone d'activation ; toutefois, l'obtention d'une distribution 10 optimale d'air imposant que les différents niveaux soient placés à des distances inégales, les débits absolus de l'introduction d'air n'augmentent pas uniformément du haut en bas, comme on peut l'observer et comme tel était le cas dans l'exemple précédent.

15 Dans ce cas, de la vapeur saturée de traitement à une température de 120°C est introduite à un débit de 223,6 kg/h. La température du flux de gaz d'échappement est de 268°C et la perte de chaleur due au système de refroidissement des tuyaux d'introduction d'air est de 814 000 J/kg de 20 matières premières sèches introduites dans le réacteur. Dans ces conditions, 477,2 kg de produits carbonés secs activés à un niveau de 900 m²/g et dont la température est de 492°C sont prélevés sur le réacteur.

Bien qu'il faille reconnaître que certains 25 procédés à étape unique de l'art antérieur confèrent un certain degré d'activation à des matières carbonées produites, l'invention se rapporte à l'obtention de niveaux d'activation de produits commercialisables, ces niveaux étant obtenus par l'introduction de vapeur d'eau et d'air conformément au 30 procédé de l'invention spécifié plus haut et non pas au moyen de matières activées de manière passive et telles que pouvant être éventuellement obtenues par la mise en oeuvre de procédés de l'art antérieur.

Au niveau d'environ 400 m²/g, le charbon activé 35 représente un produit dont la surface spécifique peut être considérée comme étant un seuil pour un produit destiné à être commercialisé ; il est préférable que le produit ait un niveau d'activation d'au moins 500 m²/g et de préférence son

niveau d'activation est compris dans une plage d'environ 600 à 900 m²/g. Afin d'éviter tout malentendu possible, il convient de mentionner que les valeurs des superficies indiquées sont basées sur une détermination à l'azote.

5 Il convient également de rappeler qu'une manière semblable qui convient pour caractériser la capacité d'absorption du charbon activé consiste à l'exprimer sous forme de l'"indice d'iode" ; néanmoins, les valeurs numériques sont sensiblement les mêmes, indépendamment du système utilisé.

10 En ce qui concerne la matière première organique particulière qui convient pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention, il faut bien entendu qu'elle puisse subir une décomposition thermique pour produire une matière carbonée solide qui soit capable d'atteindre des niveaux d'activation rendant cette matière commercialisable. Par ailleurs, en pratique, il est préférable que la matière première consiste en des déchets qui sont facilement disponibles en grandes quantités afin de maximiser les facteurs économiques et les avantages obtenus par le principe de l'invention. Ainsi, bien 15 que plusieurs matières premières convenables viennent immédiatement à l'esprit du spécialiste, la matière la plus avantageuse dans le cas particulier consiste en des déchets de bois en raison des quantités considérables qui en sont produits à travers le monde, du désir d'en faire un usage 20 final optimal et de la qualité élevée du charbon activé qu'ils permettent d'obtenir. D'autres matières premières qui peuvent aussi convenir et peuvent être mentionnées sont la bagasse de canne à sucre, la paille, l'écosse de riz, les coques d'arachide et d'autres déchets d'agriculture 25 semblables. Il convient également d'observer que le procédé de l'invention n'exige pas l'utilisation d'une matière première n'ayant subi aucune transformation, car des matières qui ont été carbonisées à un certain degré peuvent former la totalité ou une partie de la matière à traiter. De toute 30 manière, il faut que la matière première soit bien sèche, une teneur en humidité de 10 % représentant en pratique une limite supérieure ; il peut donc être nécessaire de présécher la matière pour la rendre apte à être utilisée.

Comme mentionné précédemment, la matière solide subissant la transformation descend dans le réacteur en formant un lit compact dans lequel des couches peuvent être identifiées à différentes phases de la réaction ; ce processus est bien différent de celui de certains procédés de l'art antérieur dans lesquels la réaction a lieu en lit fluidisé dans lequel la matière tend à être homogène. La nécessité de la stratification impose en pratique une limite supérieure au volume total d'air et de vapeur d'eau qui est introduit dans le réacteur, car un volume excessif de substances gazeuses tend à provoquer une fluidisation.

Environ 45 à 9000 kg de matières premières peuvent en général être traités dans un réacteur du type tel que décrit plus haut ; ces quantités donnent en général environ 7,7 à 2087 kg/h de charbon activé, étant bien entendu que le poids de la matière solide produite est fonction de son niveau d'activation. En d'autres termes, une quantité supérieure de charbon devant être consommée pour obtenir des niveaux supérieurs d'activation, la quantité du produit obtenu est réduite en conséquence. Donc, compte tenu du niveau d'activation du produit, des taux de transformation de 17 à 23 %, calculés sur la base du poids de la matière première sèche et du produit sec, peuvent en principe être obtenus par la mise en oeuvre du procédé de l'invention.

Dans une mise en oeuvre pratique, le temps pendant lequel la matière demeure dans la première zone d'activation est compris en général entre 3 et 180 minutes. Plus généralement, ces temps sont de l'ordre de 5 à 90 minutes et ils sont de préférence de 15 à 60 minutes, en admettant (dans le dernier cas) des températures d'environ 870 à 980°C et un produit ayant une surface spécifique d'environ 400 à 600 m²/g. Il faut donc prendre en considération le fait que le temps pendant lequel la matière demeure dans la première zone d'activation est fonction non seulement de la température qui y règne, mais aussi du niveau d'activation dont doit faire preuve le produit final. Par exemple, s'il faut produire une matière ayant un niveau d'activation de 400 m²/g à une température de 980°C, la matière peut

demeurer cinq minutes dans la première zone d'activation. Par contre, si la température est élevée à environ 1020°C, le temps pendant lequel la matière demeure dans la zone d'activation peut être abaissé à environ 3 minutes.

5 Une caractéristique fondamentale du procédé de l'invention se rapporte à l'introduction réglée d'air dans la région intermédiaire du lit qui constitue la première zone d'activation. L'air a pour fonction essentiellement d'apporter l'énergie thermique nécessaire à entretenir les
10 réactions endothermiques d'activation et d'apporter une compensation pour les pertes de chaleur dues au système de refroidissement qui protège les grilles d'introduction d'air. L'air assume une seconde fonction essentielle qui consiste à produire la majeure partie de la vapeur d'eau
15 nécessaire à la réaction d'activation afin de minimiser la quantité de cette vapeur introduite de l'extérieur. Finalement, un réglage convenable de l'air est essentiel pour éviter les surchauffes et une combustion exothermique excessive du charbon à l'état solide qui est présent dans le
20 lit.

. Comme mentionné précédemment, l'énergie thermique nécessaire aux réactions d'activation est apportée par la chaleur sensible du charbon, cette chaleur étant produite par les réactions d'oxydation en phase gazeuse qui ont lieu dans la première zone d'activation. Toutefois, pour obtenir les niveaux souhaitables d'activation, il est crucial que le charbon ne soit pas surchauffé, car s'il l'était, il en résulterait l'écrasement des pores qui sont créés à l'intérieur du charbon et qui déterminent la grande surface
25 et donc l'activation produites.

Bien que le charbon ne subisse pas en général une surchauffe sérieuse à des températures inférieures à environ 1150°C, il est néanmoins préférable de limiter la température de la matière carbonée à l'intérieur de la première zone à un maximum d'environ 980 à 1040°C. A des températures inférieures à 760°C, les réactions d'activation ne se produisent simplement pas ou se produisent de manière inefficace ; cette température représente donc en pratique la

limite inférieure à laquelle il convient de faire fonctionner la première zone d'activation.

Pour apporter l'énergie thermique qui convient dans la première zone d'activation tout en évitant de sur-
5 chauffer le produit carbonisé, l'air d'oxydation doit être distribué dans la totalité de cette zone de manière qu'il y crée des conditions sensiblement isothermes à une température optimale. Ceci nécessite l'introduction d'air dans la première zone d'activation à plusieurs niveaux (c'est-à-dire
10 à deux niveaux ou davantage) et le nombre de niveaux d'introduction d'air est de préférence de 3 à 5. Bien que dix niveaux (ou même davantage) puissent être utilisés, on comprend qu'un trop grand nombre de tuyaux d'admission d'air tende à obstruer le réacteur et à soulever en conséquence les
15 difficultés sérieuses de fonctionnement en empêchant le déplacement naturel par gravité de la matière se trouvant dans cette zone. Si par contre la totalité de l'air était introduite à un niveau unique, il faudrait que les températures atteignent des valeurs de l'ordre d'environ 1370 à
20 1540°C pour apporter l'énergie thermique suffisante à créer les conditions de réaction qui sont nécessaires pour obtenir les niveaux souhaités d'activation. Un effet de "boucle" tendrait aussi à apparaître dans ces circonstances, car la production des températures élevées exige qu'une quantité
25 plus grande de charbon soit consommée au cours d'un processus endothermique (car la surchauffe locale limite l'activation), la quantité supplémentaire de charbon imposant par ailleurs au système une consommation d'énergie thermique excessive.

30 Comme le montrent les exemples, les niveaux d'introduction d'air peuvent être placés à des distances égales ou inégales les uns par rapport aux autres. En conséquence, bien qu'il soit en général nécessaire d'injecter l'air à des débits qui diminuent de bas en haut (et calculés
35 sur la base de la quantité de la matière solide concernée par l'oxygène) pour établir des conditions isothermes dans la première zone d'activation, les débits d'injection d'air peuvent ne pas varier de cette manière de façon absolue. La

disposition et la conformation particulières des tuyaux d'injection d'air sont fonction de plusieurs facteurs parmi lesquels les conditions de fonctionnement, la nature et la qualité de la matière première et du produit devant être obtenu, de la conformation et des dimensions du lit, etc. On comprend que de toute manière le nombre des niveaux d'injection d'air qui sont créés et la distance qui les sépare influent de manière fondamentale sur le débit auquel l'air est introduit à un niveau donné.

Il est assez surprenant d'observer que, mis à part le fait qu'il puisse être nécessaire de garantir que la température minimale des gaz d'échappement soit maintenue à 120°C (pour des raisons qui seront expliquées plus en détail par la suite), la quantité d'air introduite est pratiquement indépendante de la consommation d'énergie du processus qui se déroule dans les régions supérieures du lit (c'est-à-dire dans les zones de séchage et de pyrolyse). La quantité d'oxygène admis est de préférence inférieure à celle qui serait théoriquement nécessaire pour oxyder la totalité des produits gazeux de réaction dégagés dans la première zone d'activation afin de minimiser ainsi l'oxydation exothermique du charbon se trouvant dans cette zone. On comprend que l'oxydation se produit au début à l'état gazeux ; la combustion de quantités importantes de charbon à l'état solide ne se produit que par la suite.

La seconde zone d'activation est bien entendu la région du lit qui se trouve au-dessus du niveau d'injection de vapeur d'eau et au-dessous de la première zone d'activation qui est délimitée pratiquement par le niveau inférieur d'introduction d'air. La vapeur d'eau a pour fonction essentielle de récupérer la chaleur. Ce point est essentiellement destiné à l'apport de l'énergie thermique nécessaire à provoquer le déroulement du processus de séchage et de décomposition thermique de la matière première dans la partie supérieure du lit ; mais cette seconde zone d'activation sert aussi à réchauffer la vapeur avant son entrée dans la première zone d'activation (afin d'éviter ainsi la surcharge thermique et la surchauffe du charbon présent au

bas de cette zone) et à contribuer à conférer la température voulue aux gaz d'échappement. La vapeur d'eau constitue aussi l'agent réactionnel nécessaire à déclencher la réaction entre le charbon et la vapeur d'eau qui se produit au cours du 5 processus, mais, comme indiqué plus haut, la quantité de la vapeur introduite et nécessaire à entretenir cette réaction est minimale.

Ainsi, on comprend que la vapeur d'eau est régénérée de manière constante par oxydation de l'hydrogène 10 et qu'elle est consommée par réaction avec le charbon dans la totalité des zones d'activation (en majeure partie dans la première zone d'activation dans laquelle l'oxygène libre est facilement disponible). Il est donc nécessaire d'introduire dans le réacteur une quantité de vapeur d'eau qui est 15 considérablement inférieure à celle qui serait nécessaire du point de vue stoechiométrique pour obtenir par d'autres moyens les niveaux d'activation produits par le procédé de l'invention ; par exemple, la quantité de vapeur d'eau peut être inférieure à celle qui serait consommée si l'activation 20 était produite dans un four rotatif à foyer extérieur. Dans les deux exemples décrits plus haut, les quantités de vapeur injectée dans le lit correspondent plus particulièrement à 172 % et 52 %, respectivement, des quantités qui seraient nécessaires théoriquement dans un four rotatif à foyer 25 extérieur. Néanmoins, il convient d'observer qu'il peut être nécessaire d'utiliser une quantité de vapeur d'eau supérieure à la quantité stoechiométrique qui serait nécessaire pour un processus qui ne serait pas à régénération afin de garantir la présence d'un volume suffisant de fluide gazeux pour 30 assurer un transfert de masse convenable. En théorie, il suffit que la quantité de vapeur introduite pour provoquer l'activation soit celle qui déclenche la réaction vapeur d'eau-carbone avec le charbon en vue de la régénération de la vapeur d'eau qui prend place à l'intérieur de la première 35 zone d'activation. Toutefois, l'utilisation de cette quantité minimale théorique n'est pas considérée comme avantageuse en raison de la profondeur du lit et de la longueur du temps pendant lequel il faudrait que cette matière demeure

dans ce lit pour subir une activation satisfaisante dans ces conditions. De toute manière, on comprend que la quantité de vapeur introduite ne doit pas être en relation stoechiométrique avec le poids du charbon qui doit être activé ni avec
5 le niveau d'activation devant être finalement obtenu. La limitation de la quantité de vapeur d'eau introduite non seulement permet de faire une économie d'énergie, mais de plus donne un certain degré de liberté au processus. Donc, la vapeur d'eau ne constituant pas un facteur de limitation,
10 elle permet d'effectuer le refroidissement et la suite du traitement du charbon en atmosphère réglable avec une certaine marge et dans des plages de variation de la température et de durée du traitement. Elle stabilise aussi le processus d'activation en provoquant l'échange continu de l'environnement créé par la vapeur et existant à l'intérieur du réacteur.
15

La matière carbonée et partiellement activée qui quitte la première zone d'activation entre par exemple dans la seconde à une température d'environ 870 à 980°C ; elle
20 sort de cette seconde zone d'activation à une température d'environ 93 à 815°C. Il faut insister sur le fait que des mesures sont prises pour empêcher ou au moins minimiser l'admission d'oxygène dans la seconde zone d'activation, car les réactions qui s'y produiraient provoqueraient un dégagement de chaleur et une consommation de charbon, ni l'un ni
25 l'autre de ces effets n'étant souhaitable dans cette région du lit.

La matière sortant du fond du réacteur est un produit carboné sensiblement sec, à l'état solide, ayant un niveau d'activation de $400 \text{ m}^2/\text{g}$ ou plus élevé. Le rapport de sa quantité à celle de la matière première utilisée dépend comme mentionné plus haut dans une certaine mesure du niveau d'activation qui est obtenu ; les rapports de conversion sont en principe compris entre environ 0,17 et 0,27:1,0. Le rendement en produit varie aussi en fonction de nombreux facteurs parmi lesquels le plus important est le niveau d'activation du produit ; par exemple, environ 16 % de charbon de bois produit à partir d'une matière première

consistant en bois de pin sont en principe consommés par voie endothermique pour produire une matière dont le niveau d'activation est de $600 \text{ m}^2/\text{g}$.

Le procédé de l'invention donne non seulement le produit solide, mais également un produit gazeux se composant des gaz qui sortent de la première zone d'activation et qui sont mélangés à des goudrons et des huiles vaporisés ainsi que de gaz qui sont produits par la décomposition thermique et le séchage se produisant dans les régions du lit qui sont situées au-dessus de la première zone d'activation. Une fraction de ce flux gazeux peut être condensée afin d'obtenir une huile pyrolytique pouvant être utilisée en source de combustible à l'intérieur du système et/ou extérieurement. Comme indiqué précédemment, l'huile pyrolytique peut aussi être utilisée pour l'épuration du flux gazeux afin d'en éliminer les particules solides et d'obtenir un produit gazeux plus raffiné qui peut bien entendu aussi être utilisé en source de combustible.

La température du gaz d'échappement est en général comprise dans la plage de 120 à 315°C , selon l'activité du charbon produit, la teneur en humidité du lit et la quantité de vapeur introduite. Comme mentionné plus haut, une température inférieure à 120°C n'est pas souhaitable ; aux basses températures, il se produit une condensation excessive sur les particules relativement froides se trouvant dans les parties supérieures du lit avec pour conséquence la formation de ponts et finalement l'inhibition du déplacement du lit dans le réacteur.

Le réacteur a en principe une forme cylindrique, sa section transversale étant comprise normalement entre $0,093$ et $9,3 \text{ m}^2$, une plage avantageuse allant de $1,4$ à $3,7 \text{ m}^2$, une valeur caractéristique étant d'environ $2,3 \text{ m}^2$. La profondeur de la première zone d'activation est comprise en général entre environ $0,3$ et $1,5 \text{ m}$, le critère fondamental étant qu'il faut que la profondeur soit suffisante pour que la matière puisse y demeurer pendant un temps convenable permettant d'obtenir le niveau d'activation voulu. La seconde zone d'activation a en général environ $0,6$ à $0,9 \text{ m}$ de

profondeur et les régions supérieures du lit ont en général environ 1,5 m de profondeur ; en conséquence, la profondeur globale du lit est en principe de l'ordre d'environ 2,7 à 3,9 m.

5 Dans le procédé de l'invention, certains paramètres peuvent être considérés comme étant soit indépendants, soit dépendants d'autres. Les paramètres indépendants (c'est-à-dire, ceux qui peuvent être choisis et réglés) sont : la nature de la matière première, sa teneur en 10 humidité, la vitesse du traitement (c'est-à-dire le débit de la matière première), la température isotherme de la première zone d'activation, le niveau d'activation du produit carboné et sa température de décharge. Les propriétés qui dépendent 15 d'autres (c'est-à-dire celles qui soit résultent de, soit sont imposées par les, paramètres indépendants) comprennent : les débits d'air et de vapeur de traitement utilisés, la quantité de chaleur perdue dans le système de refroidissement de l'introduction d'air, la température du flux des gaz d'échappement, le rendement en produit carboné obtenu et la 20 quantité théorique de vapeur d'eau nécessaire à la réaction d'activation (contrairement à la quantité de vapeur d'eau qu'il faut en réalité introduire dans le système). Donc, lorsque le niveau d'activité, la température de la première zone d'activation et la perte de chaleur sont déterminés ou 25 connus, il est possible de déterminer la quantité nécessaire d'air de traitement. Par ailleurs, en spécifiant la température de décharge du charbon, la quantité de vapeur d'eau de traitement devant être injectée peut être déterminée de manière totalement indépendante de la quantité théorique 30 (c'est-à-dire stoechiométrique) qui est consommée dans un activateur à foyer extérieur tel qu'un four rotatif. Ainsi, il est évident au spécialiste qu'il est possible de régler dans des limites raisonnables le débit d'admission de la matière première et la teneur en humidité, le niveau 35 d'activité du charbon produit, la température de la première zone d'activation et la profondeur de cette zone et, sur la base de ces paramètres, de déterminer ensuite les valeurs qui conviennent pour les débits d'introduction d'air et de vapeur

d'eau, du profil de variation de la distribution d'air et de la température du flux des gaz d'échappement.

La présente invention concerne donc un procédé permettant de produire de manière économique et rentable du charbon fortement activé avec des frais minimaux de consommation d'énergie. Le procédé s'effectue en une seule étape et de manière facilitant et convenant bien pour permettre des variations réglées afin d'autoriser la production de différentes matières recherchées. Ce procédé permet de produire une matière solide sèche, relativement froide, et donc facilitant les manipulations et il peut être exécuté dans un système réactionnel qui est relativement simple, bon marché à réaliser et à exploiter. Le procédé de l'invention permet la production en continu de charbon activé ayant des niveaux d'activité et des caractéristiques d'adsorption qui sont réglables et compris dans une plage reproductible. Finalement, la quantité de vapeur d'eau introduite dans la cuve de réaction est minimisée et il n'est pas nécessaire d'introduire du combustible provenant d'une source extérieure pour entretenir le processus. Toute l'énergie du processus est apportée par la chaleur sensible du produit carbonisé qui, de son côté, est pratiquement produite par l'oxydation exothermique en phase gazeuse de l'hydrogène et de l'oxyde carbonique dégagés par les réactions d'activation endothermiques. L'introduction réglée d'air à plusieurs niveaux et de vapeur d'eau au fond du réacteur autorise ce mode de fonctionnement tout en évitant la surchauffe du charbon et en minimisant la quantité de vapeur d'eau consommée.

REVENDICATIONS

1. Procédé continu, auto-entretenu, à étape unique, de production d'une matière carbonée activée ayant une superficie d'au moins $400 \text{ m}^2/\text{g}$, caractérisé en ce qu'il
5 consiste essentiellement :
- (a) à introduire au sommet d'un réacteur vertical (10) une matière première sensiblement sèche, pouvant subir une décomposition thermique en un composant gazeux et un produit carboné activé à l'état solide,
- 10 (b) à faire descendre sensiblement en continu ladite matière sous forme d'un lit compact, à une vitesse prédéterminée, dans ledit réacteur et vers la sortie de ce dernier par le bas en faisant passer les gaz vers le haut et en dirigeant vers l'extérieur les gaz d'échappement,
- 15 (c) à injecter de l'air dans ledit lit à plusieurs niveaux (120A-120E) qui sont placés verticalement à distance les uns des autres et à distance du sommet et du fond du réacteur de manière à établir une première zone d'activation (C) ayant une profondeur importante, l'air étant injecté auxdits niveaux à des débits sensiblement différents qui sont réglés indépendamment de manière qu'il soit distribué de façon à rendre ladite première zone sensiblement isotherme, ladite matière étant à une température sensiblement uniforme de 760 à
20 environ 1150°C ,
- 25 (d) à injecter de la vapeur à basse température, sensiblement en l'absence d'oxygène, dans ledit lit en un emplacement (122) qui est à distance vers le bas de ladite première zone afin d'établir une seconde zone d'activation (D) ayant une profondeur importante et située au-dessous de la première zone, cette vapeur étant injectée à un débit qui convient juste à transporter une quantité suffisante d'énergie thermique de la seconde zone d'activation vers le sommet du lit afin de sécher et de provoquer la décomposition thermique de ladite matière et de façon à conférer auxdits gaz d'échappement une température d'environ 120 à 315°C et à refroidir ladite matière sortant de ladite zone secondaire à une température d'environ 93 à 815°C ,
- 30
- 35

ladite matière sortant du réacteur consistant en un produit carboné et activé, sensiblement sec, ayant une surface spécifique d'au moins $400 \text{ m}^2/\text{g}$.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé
5 en ce que ledit produit carboné a une surface spécifique d'environ $600 \text{ à } 900 \text{ m}^2/\text{g}$ et ladite température uniforme de ladite matière dans ladite première zone d'activation (C) est d'environ $870 \text{ à } 980^\circ\text{C}$.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé
10 en ce que l'air est injecté dans la première zone d'activation à un débit global déterminé de manière à apporter une quantité d'oxygène qui est inférieure à la quantité stoechiométriquement nécessaire pour oxyder la totalité des produits gazeux de réaction dégagés dans ladite zone et de manière à minimiser ainsi l'oxydation exothermique du charbon à l'état solide présent dans cette zone.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé
en ce que ledit débit global d'air injecté est inférieur à un kilogramme d'air par kilogramme de la matière première,
20 calculé sur la base de l'absence d'humidité.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé
en ce que l'air est injecté dans la première zone d'activation à au moins trois niveaux distants verticalement les uns des autres.

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé
25 en ce que la température de la vapeur d'eau est d'environ $120 \text{ à } 150^\circ\text{C}$.

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé
en ce que le débit d'injection de la vapeur d'eau est
30 d'environ $0,025 \text{ à } 0,2 \text{ kg par kilogramme de matière première}$, calculé sur la base d'absence d'humidité, ce débit étant compris plus avantageusement entre environ $0,05$ et $0,15 \text{ kg par kilogramme de matière première}$.

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé
35 en ce que ladite matière première contient moins d'environ 10 % en poids d'humidité, calculé sur la base du poids de l'humidité de la matière première.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que la matière est introduite dans le réacteur à un débit d'environ 45 à 9000 kg/h.

10. Procédé continu, auto-entretenu, à étape unique de production de matière carbonée activée ayant une surface spécifique d'environ 600 à 900 m²/g, caractérisé en ce qu'il consiste essentiellement :

- (a) à introduire au sommet d'un réacteur vertical (10) une matière première contenant moins d'environ 10 % en poids d'humidité et susceptible de subir une décomposition thermique en un composant gazeux et un produit carboné activé à l'état solide,
- (b) à faire descendre sensiblement en continu ladite matière sous forme d'un lit compact et à une vitesse déterminée dans le réacteur et vers l'extérieur du fond de ce dernier en retirant les gaz vers le haut à travers ce lit et en faisant sortir les gaz d'échappement du réacteur,
- (c) à injecter de l'air dans ledit lit à au moins trois niveaux (120A-120E) qui sont placés verticalement à distance les uns des autres et à distance du sommet et du fond du réacteur de manière à établir une première zone d'activation qui a au moins 30 cm de profondeur, ledit air étant injecté auxdits niveaux à des débits sensiblement différents qui sont réglés indépendamment de manière qu'il soit distribué et afin de rendre ainsi ladite première zone sensiblement isotherme, la matière qui s'y trouve étant à une température sensiblement uniforme d'environ 870 à 980°C, le débit global d'air injecté étant inférieur à un kilogramme d'air par kilogramme de matière première, calculé sur la base de l'absence d'humidité,
- (d) à injecter de la vapeur d'eau à basse température, sensiblement en l'absence d'oxygène, dans ledit lit en un emplacement (122) qui est placé à distance au-dessous de ladite première zone et à un débit d'environ 0,025 à 0,2 kg par kilogramme de matière première, calculé sur la base de l'absence d'humidité, afin d'établir une

seconde zone d'activation ayant une profondeur importante et située au-dessous de la première zone, ladite vapeur étant injectée à un débit qui convient juste à transporter une quantité suffisante d'énergie thermique de la seconde zone d'activation vers le sommet du lit pour provoquer le séchage et la décomposition thermique de la matière première et pour conférer auxdits gaz d'échappement une température d'environ 120 à 315°C et de plus de manière à refroidir ladite matière sortant de la seconde zone à une température d'environ 93 à 815°C, ladite matière demeurant en moyenne dans ladite première zone d'activation entre environ 3 et environ 90 minutes, la matière sortant du réacteur consistant en un produit carboné sensiblement sec et activé, ayant une surface spécifique d'environ 600 à 15 900 m²/g.

11. Procédé selon l'une des revendications 4 et 10, caractérisé en ce que le débit global d'injection d'air est d'environ 0,25 à 0,75 kg par kilogramme de matière première, ce débit étant proportionnel à la surface spécifique dudit produit, cette surface étant comprise entre environ 600 et 900 m²/g.

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que lesdits débits indépendants d'injection d'air varient de manière à distribuer ce dernier dans la totalité de la zone primaire à des débits qui diminuent vers le haut et qui sont fonction de la profondeur de cette zone.

13. Procédé selon la revendication 4 et 11 prises ensemble, caractérisé en ce que lesdits débits indépendants d'injection d'air sont compris entre environ 1,67 et 2,36 kg d'air par kilogramme de matière première par mètre de profondeur, au fond de la première zone, et allant d'environ 0,23 à 0,49 kg d'air par kilogramme de matière première par mètre de profondeur au sommet de ladite première zone.

14. Procédé selon l'une des revendications 1 et 10, caractérisé en ce que ladite première zone d'activation a une superficie transversale comprise entre environ 0,093 et 35 9,3 m² et de préférence comprise entre environ 1,4 et 3,7 m².

15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que ladite première zone d'activation a une profondeur d'environ 0,3 à environ 1,5 m.

16. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite matière demeure en moyenne dans ladite première zone d'activation entre environ 3 et 180 minutes ou de préférence entre environ 5 et 90 minutes et plus avantageusement entre environ 15 et 60 minutes.

FIG.I

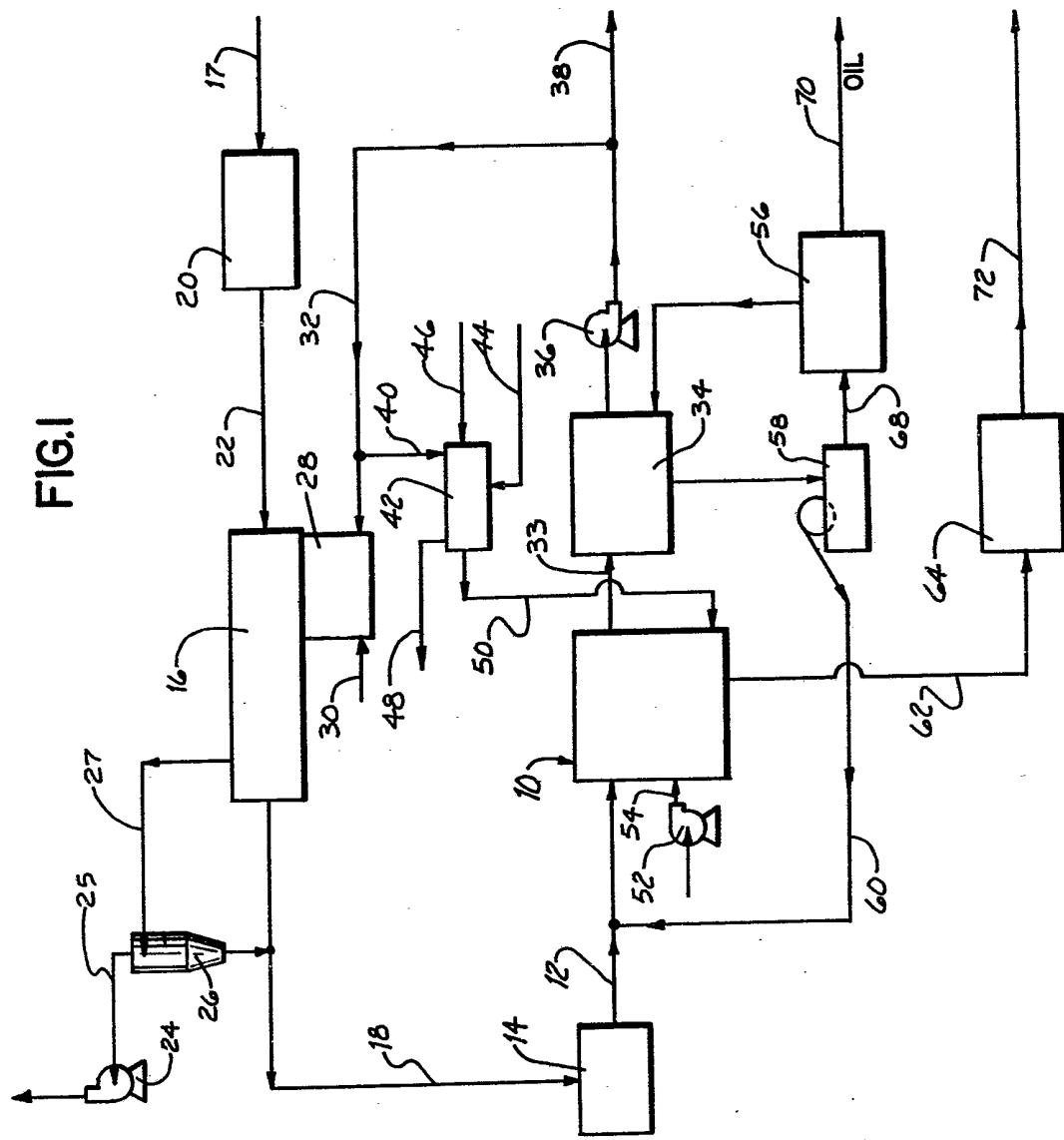


FIG.2

