



## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 24954 A1** (51) Cl. internationale : **C10L 7/00**  
(43) Date de publication : **01.04.2000**

---

(21) N° Dépôt :  
**25721**

(22) Date de Dépôt :  
**09.08.1999**

(71) Demandeur(s) :  
• **NAVARRÉ FRANÇOIS-PIERRE, LES CEDRES CHEMIN DU BARTHELEMY  
CHARBONNIERES-LES BAINS G9260 Paris (FR)**  
• **DEMENTHON CHRISTIAN, 9, RUE LAS CASES 75007 - PARIS (FR)**

(72) Inventeur(s) :  
**DEMENTHON CHRISTIAN ; NAVARRÉ FRANCOIS-PIERRE**

(74) Mandataire :  
**CABINET CHARDY**

---

(54) Titre : **PROCEDE DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES SOLIDES A PARTIR  
D'HUILES D'HYDROCARBURES ET DE MATIERES VEGETALES**

(57) Abrégé : L'INVENTION CONCERNE UN PROCÉDÉ DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES SOLIDES À PARTIR D'HUILES LOURDES HYDROCARBONÉES ET DE MATIÈRES ORGANIQUES AINSI QUE LES COMBUSTIBLES SOLIDES OBTENUS PAR CE PROCÉDÉ. LE PROCÉDÉ CONSISTE À DILACÉRER LA MATIÈRE ORGANIQUE, LA TAMISER ENTRE 300 MICRONS ET 1 MILLIMÈTRE ET LA MÉLANGER AVEC L'HUILE DONT LA TEMPÉRATURE EST COMPRISE ENTRE 120 ET 150°C PRÉALABLEMENT DISPERSÉE PAR UNE VAPEUR D'EAU BASSE PRESSION ENTRE 110 ET 140°C. LA MATIÈRE ORGANIQUE ÉCLATE PAR L'EFFET DE LA VAPORISATION DE L'EAU ET LE MÉLANGE CONVIENT BIEN À LA COMBUSTION. PENDANT LE REFROIDISSEMENT, LA MATIÈRE VÉGÉTALE CONTINUE À PERDRE SON EAU ET LA POUDRE CHARGÉE PEUT ÊTRE ENCAPSULÉE DANS UNE ENVELOPPE. CE COMBUSTIBLE A DES QUALITÉS ÉQUIVALENTES À CELLES DU CHARBON.

BE 24954



⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : Juin 1999

⑫③ Priorité :

⑫④ Date de la mise à disposition du public de la demande :

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : Se reporter à la fin du présent fascicule.

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦① Demandeur(s) : Les Inventeurs  
NAVARRE François-Pierre des cèdres -  
Chemin du Buthélevy CHARBONNIERES  
LES BAINS 69260 FRANCE  
DEMENTHON Christian 9 Rue des CASES  
75007 PARIS -

⑦② Inventeur(s) : Monsieur NAVARRE François-Pierre  
Monsieur de MENTHON Christian

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire :

⑫④ Procédé de fabrication de combustibles solides à partir d'huiles d'hydrocarbures et de matières végétales.

⑫⑤ L'invention concerne un procédé de fabrication de combustibles solides à partir d'huiles lourdes hydrocarbonées et de matières organiques ainsi que les combustibles solides obtenus par ce procédé.

Le procédé consiste à dilacérer la matière organique, la tamiser entre 300 microns et 1 millimètre et la mélanger avec l'huile dont la température est comprise entre 120 et 150°C préalablement dispersée par une vapeur d'eau basse pression entre 110 et 140°C. La matière organique éclate par l'effet de la vaporisation de l'eau et le mélange convient bien à la combustion. Pendant le refroidissement, la matière végétale continue à perdre son eau et la poudre chargée peut être encapsulée dans une enveloppe. Ce combustible a des qualités équivalentes à celles du charbon.

BE 24954 - AVR 2000

FR 2 572 1 - 9 AOUT 1999

2 572 1 - 9 AOUT 1999

FPN

L'invention concerne un procédé de fabrication de combustibles solides, ainsi que les combustibles solides obtenus par ce procédé.

On sait que les fractions hydrocarbonées lourdes, notamment les résidus de point d'ébullition supérieur à 350°C, trouvent difficilement emploi comme combustibles liquides en raison de leur grande viscosité et de leur teneur élevée en impuretés, notamment soufre et métaux.

Par ailleurs, on dispose de quantités considérables de matériaux organiques provenant de l'exploitation des forêts, de l'agriculture et des industries agro-alimentaires communément désignées par le terme général de biomasse.

Certains de ces matériaux constituent des combustibles de pouvoir combustible relativement faible; c'est le cas du bois, lorsqu'il est découpé aux dimensions des appareils de combustion. Par contre, lorsqu'il s'agit de débris de bois tels que sciure ou écorce, rejets d'industrie ou petits taillis, l'utilisation comme combustible est peu pratique.

En outre, certains matériaux organiques, notamment issus des ordures ménagères, sont le plus souvent rejetés ou brûlés dans les décharges, en pure perte. Plus généralement, les matériaux organiques ne sont pas stockables à cause des phénomènes de fermentation, ils contiennent beaucoup d'eau et en absorbent facilement quand on les stocke à l'extérieur, leur pouvoir calorifique est faible, leur homogénéité est insuffisante et certains d'entre eux ont une teneur en matière minérale élevée; tous les inconvénients expliquent leur peu de succès comme combustibles.

Nature	Teneur en eau % poids
Boues pressées ou centrifugées	80 - 60
Rafles de maïs	50 - 40
Paille de blé	30
Composite feuilles, écorces, sciures d'eucalyptus	30 - 20
Papier récupéré	10
Aiguilles de pin	5
Taillis d'Alpha	3
Poudres ou papiers chargés en poudre ayant servis à la filtration	
Eaux brutes de station d'épuration	50 - 40
Margines	35 - 30
Eaux de fleuves ou rivières	30 - 25
Eaux de recyclage - Process	25 - 20

L'invention permet de produire un combustible doué des propriétés avantageuses suivantes :

- bon pouvoir calorifique,
  - bonne stabilité; ils n'émettent pas de vapeurs et peuvent donc être stockés sans danger,
  - ils sont bon marché,
  - ils sont facilement manipulables en raison de leur état solide,
  - leur teneur en eau est faible et ils ne reprennent pas l'eau au stockage même à l'air libre,
  - leur teneur en soufre est faible, le plus souvent moins de 2 %.
- Le procédé de l'invention consiste à mélanger une huile additionnée de vapeur d'H<sub>2</sub>O avec un matériau organique, l'huile étant une huile d'hydrocarbures de viscosité à 20°C supérieure à 500 cSt (1 stocke = 10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s) et la taille moyenne des gouttelettes d'huile étant choisie entre 0,5 micromètre et 2 millimètres. On procède à un refroidissement. La poudre chargée peut être utilisée en poudre ou encapsulée.
- Lors du mélange, on peut incorporer divers ingrédients destinés, par exemple, à améliorer les caractéristiques physiques et/ou mécaniques, du matériau solide final ou à améliorer la combustion.

La mise en suspension de l'hydrocarbure peut s'effectuer en faisant passer le mélange d'huile d'hydrocarbure, et de vapeur d'eau basse pression dans un engin de diffusion approprié. On opère à une température à laquelle l'huile est suffisamment fluide, température qui dépend de la viscosité de cette huile. Dans la plupart des cas, la température est située entre 100 et 200°C, de préférence entre 120 et 150°C, et la pression doit être suffisante pour favoriser la vaporisation de l'eau. La pression est donc le plus souvent choisie entre 0,5 et 2 bars.

D'autres avantages de la présente invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, faite de références au dessin annexé.

Compte tenu de la taille relativement importante des gouttelettes d'huile, cette suspension peut être qualifiée de macroémulsion, par opposition aux microémulsions dont la taille des gouttelettes est beaucoup plus faible.

Les huiles hydrocarbonées lourdes utilisables dans l'invention comprennent tout produit dérivé du pétrole ou du charbon ayant la viscosité indiquée plus haut. Ce sont principalement des produits dont les fractions bouillant au-dessous de 350°C ont été enlevées au moins en majeure partie par distillation naturelle ou distillation industrielle.

10 Ces huiles comprennent donc les résidus tels que le fond de colonne de distillation atmosphérique dont le point d'ébullition est au-dessus de, par exemple, 340°C, ou les résidus de distillation sous vide de coupes hydrocarbonées dont le point d'ébullition est supérieur à, par exemple, 560°C. Ces huiles comprennent aussi des goudrons, des brais, des bitumes issus de sables bitumeux ou des goudrons issus de schistes bitumeux (1).

15 Le procédé s'applique aux coupes lourdes des bruts lourds qui sont, comme les résidus des autres origines, caractérisés par :

- une teneur élevée en composées sulfurés,
- une teneur en contaminants minéraux (nickel, fer, vanadium, etc...).

20 La teneur en métaux de ces coupes peut dépasser 2000 ppm et la teneur en éléments soufrés est en moyenne comprise entre 4 et 6 % en poids et peut dépasser de 8 %. La densité est en moyenne voisine de 1.

Certaines coupes peuvent renfermer des fractions bouillant au-dessous de 350°C. C'est le cas de certaines boues huileuses de raffineries ou d'usines chimiques ou de certains résidus lourds de craquage ou de craquage à la vapeur ou de certains résidus de distillation d'huiles végétales.

25 Les matières organiques peuvent provenir, par exemple, de déchets, de cultures énergétiques ou de gisements naturels, la teneur pondérale en eau de ces matières pouvant varier de 5 à 95 % (2).

30 Les déchets peuvent être d'origine humaine ou animale, par exemple, boues urbaines, margines, fumiers, fraction adéquate des ordures ménagères; ils comprennent aussi des résidus combustibles de l'industrie agro-alimentaire, par exemple, drêche, fanes de maïs, tiges de topinambour, lie de vin, pulpes, ou des résidus produits par la mise en oeuvre du bois, par exemple, écorce, sciures.

Les cultures énergétiques comprennent, par exemple, les plantes aquatiques que l'on rencontre dans les eaux douces, les eaux saumâtres et les océans, ainsi que les plantes terrestres que l'on cultive pour produire de l'énergie, par exemple, les cannes de Provence ou l'eucalyptus, l'alpha...

35 Les matières organiques comprennent également les poudres organiques chargées en hydrocarbures telles que décrites dans le brevet français n° 8703372 ou les papiers chargés en poudre et matières organiques tels que décrits dans les brevets français n° 9615295, 9615293 et 9615294.

40 On choisira de préférence, la biomasse ayant le meilleur pouvoir calorifique et la meilleure compatibilité avec l'hydrocarbure. C'est le cas des poudres ou des papiers chargés en poudre ayant servis à traiter des graisses végétales ou les sous produits de la fabrication de l'huile d'olive. Il est possible d'élargir le domaine de la biomasse aux mauvais charbons.

45 Une technique comme décrite dans la demande de brevet n° 8311049 nécessite la mise en émulsion de l'huile lourde hydrocarbonée. Cela implique de disposer d'agents émulsifiants coûteux et le passage à travers un moulin colloïde, consommateur d'énergie électrique. Cette technique oblige à admettre de l'eau supplémentaire qu'il faut in fine éliminer soit par pressage, soit par évaporation, ce qui engendre un coût énergétique.

Les techniques décrites dans la demande de brevet japonais n° 57151697 et dans le brevet français n° 8403921 impliquent de chauffer l'huile jusqu'à 450°C, ce qui consomme de l'énergie. La mouillabilité de la biomasse par l'huile n'est pas totalement satisfaisante.

La technique décrite dans le brevet français n° 9113861 nécessite l'usage du poix de Tall oil. Ce produit n'est pas disponible en grande quantité et dans tous les pays.

La technique décrite dans le brevet français n° 8609906 présente comme avantage d'être continu mais comme inconvénient de consommer de l'énergie électrique rare et coûteuse dans certains pays  
5 et de se faire dans un réacteur complexe cher et coûteux en maintenance.

La technique décrite dans le brevet français n° 2580662 exige d'utiliser un asphalte dur (extrait au C5) qui à 50°C peut gêner le stockage et les transferts.

La pénétrabilité du bois ou des végétaux ou tout élément cellulosique ou hemicellulosique est fonction de sa structure.

10 Les capillaires sont fermés par lignification et résinification. La trempe thermique procurée par l'huile chaude entretenue par la vapeur d'eau (4) génère une vaporisation des éléments liquides qu'ils soient les différentes formes d'eau ou organiques, voir gazeux. L'état de division est donc basique.

15 Plus le matériau est divisé, mieux se fait le transfert thermique et mieux se fait le contact des tensio-actifs naturels avec l'huile. Plus le matériau, donc le combustible, est divisé, plus l'oxygène de l'air peut atteindre les multiples carbones et mieux se fait la combustion.

Cela est vrai aussi pour l'étape de refroidissement à l'air (6) nécessaire avant les transferts stockages (7) ou encapsulages (8).

20 La première étape est donc un broyage mécanique de la biomasse (13). Broyage qui se fera de préférence avec des moteurs thermiques dans les pays où l'électricité est rare et chère. Une opération de tamisage permettra de ségréger les poudres, celles inférieures à 300 microns, celles comprises entre 300 microns et 1 millimètre (14).

L'huile est disponible en raffinerie en fond de colonne sous vide après le train d'échange à 150°C.

25 Le procédé utilise cette huile à ce niveau thermique, ce qui permet une économie en investissement et en consommation d'énergie.

La vapeur BP nécessaire à la dispersion de l'huile est, elle aussi, très souvent excédentaire en raffinerie.

30 Il faut donc choisir les conditions du mélange de façon à ce que la chaleur apportée par l'huile et la vapeur remplisse plusieurs fonctions. D'abord, apporte la chaleur sensible pour monter la température du solide et de ses eaux à 100°C, ensuite, la chaleur latente pour vaporiser ses eaux à une température telle que la vaporisation favorise l'éclatement et son élimination dans l'atmosphère (9) et que la viscosité de l'huile permette une mouillabilité des fibres, fibrilles et poudres.

35 Les expériences réalisées ont montré que l'on pouvait réussir ces objectifs avec une température d'huile comprise entre 120 et 160°C, de préférence 150°C et avec des vapeurs d'eau basse pression dont la température est comprise entre 110 et 140°C, de préférence 130°C.

40 Le mélangeur le plus simple convient (10). Il doit comporter une grande ouverture pour permettre l'évacuation de la vapeur de la biomasse. Il doit posséder une grande inertie thermique pour ne pas générer des pertes. Il doit être muni d'un variateur de vitesse et d'un système de vidange simple. Les appareils traités utilisés pour faire le béton conviennent. Ils sont mobiles, donc déplaçables sur les lieux de production de biomasse. Ils sont alimentés par un moteur thermique (11), ce qui est précieux dans les pays où l'électricité est chère. Le procédé est en batch ou continu.

45 Le réservoir maintenu à 100°C et en rotation est rempli par la biomasse en poudre. L'huile mise en suspension par la vapeur d'H<sub>2</sub>O diffusée par une canne (12) est projetée dans le réservoir de la bétonnière. Quelques minutes suffisent pour assurer les différentes actions thermochimiques. Le relargage d'H<sub>2</sub>O s'opère par la grande ouverture.

Le contenu du réservoir à 100°C est déversé sur un tapis sur lequel on opère le refroidissement à l'air du combustible jusqu'à 50°C. Le combustible est stocké en poudre, soit encapsulé dans des gaines thermosoudables grâce à une feuille faite de polymère (5).

5 La biomasse peut être utilisée telle quelle lorsqu'elle se trouve déjà sous forme d'éléments finement divisés (par exemple : lie de vin, marc de café, boue d'épuration). Sinon, il est avantageux de l'homogénéiser dans un engin de mélange quelconque. Cette opération peut être renouvelée si l'on a à mélanger plusieurs substrats. Pour certaines applications énergétiques, les particules de la biomasse doivent être réduites et dans ce cas traverseront un engin mécanique broyeur ou dilacérateur.

10 La biomasse n'étant pas stockable lorsqu'elle est humide et fermentescible, cette matière doit être mélangée à l'huile le plus rapidement possible sinon la perte en carbone par fermentation aérobie ou anaérobie est significative et les odeurs se développent.

Dans certains cas, on peut avoir intérêt à sécher la biomasse avant le mélange; on peut même disposer de biomasse déjà sèche. C'est la cas des taillis d'eucalyptus.

15 On procède alors au mélange de la matière organique avec l'huile. Les proportions d'huile et de biomasse peuvent être choisies dans un large domaine. Si l'on rapporte ces proportions aux quantités d'huile d'hydrocarbures, et de matière sèche, pour la matière organique, on pourra utiliser, par exemple, un rapport pondéral huile/matière sèche de 1 : 10 à 10 : 1, préférence 1 : 3 à 3 : 1.

20 Le temps de mélange pour arriver à une bonne homogénéisation dépend de la qualité de la biomasse et du type de l'huile. Ce temps se situe habituellement entre 30 secondes et 5 minutes.

Cette double action de mouillabilité eau huile se traduit par un relargage d'eau pouvant atteindre, en fonction des substrats, de 10 à 50 % du volume d'eau du mélange, et l'eau relarguée est éliminée.

Divers ingrédients peuvent être ajoutés à l'huile et à la biomasse lors du mélange ou avant celui-ci, ces ingrédients pouvant améliorer les propriétés des matériaux obtenus.

25 Ce peut être des additifs organiques, par exemple :

- . des asphaltes ou des coupes paraffiniques,
- . des hydrates de carbone,
- . des résidus élastomères,
- . ou des résidus de polymère ou copolymère.

30 Ou des minéraux, par exemple :

- . des matières susceptibles de réagir avec le soufre (chaux par exemple),
- . des catalyseurs usés,
- . des résines échangeuses d'ions ou des argiles,
- . des fonds de bac.

35 Un autre additif est constitué par des coupes pétrolières riches en paraffine dont le point de fusion est compris entre 40 et 80°C mais dont la viscosité à 100°C est très faible, par exemple, 10 à 25 cSt, ce qui est intéressant pour accélérer la mouillabilité de la poudre. On peut aussi ajouter des huiles provenant de la liquéfaction des résidus solides de fabrication d'élastomères ou de déchets de pneus. Ceux-ci après réduction en morceaux sont dévulcanisés à partir de 170°C au contact  
40 d'hydrocarbures lourds tels que ceux décrits précédemment ou de résidus plus légers riches en insaturés tels que les résidus de steam-cracking ou de cracking. Ce mélange se traduit par l'augmentation de viscosité de l'huile. On a aussi obtenu à partir de résidus de steam-cracking (intervalle de distillation 180 - 480°C) des huiles qui, à 100°C, ont une viscosité de 8000 cSt. Elles restent donc pompables. On peut également incorporer certains polymères ou copolymères ou des  
45 déchets de leur fabrication.

On peut aussi ajouter des hydrates de carbone ou polysaccharides ayant formule  $(C_6H_{10}O_5)^n$ , et par exemple, de l'amidon. On peut également incorporer des résines naturelles provenant de la sève de végétaux; c'est le cas des gommés arabiques.

Les additifs organiques peuvent être utilisés en une proportion pouvant atteindre ou dépasser 30 % en poids.

- Comme exemple, d'additifs minéraux, on mentionnera la chaux en proportion de 0,5 à 5 % en poids et les catalyseurs usés ou les supports de catalyseurs ayant par exemple une surface de 100 à 500 m<sup>2</sup>/g. Ce type de matériau est utile pour la captation du soufre ou la fixation de métaux tels que le vanadium et nickel, présents dans les résidus de pétrole et nuisibles dans l'étape de combustion.

On mentionnera aussi l'utilisation de certaines résines échangeuses d'ions, notamment celles qui ont servi aux traitements des eaux.

Les additifs minéraux sont utilisés en une proportion qui ne dépasse pas 5 % du poids.

- 10 On peut également incorporer du charbon, du lignite, ou du coke.

Un résultat important de l'opération de mélange de l'huile avec la biomasse est de rendre la biomasse stockable. On a vérifié sur plusieurs mois l'absence de dégagement gazeux pour le mélange de l'exemple n° 1 réputé être très sensible à la fermentation. Cette observation est fondamentale dans les perspectives de valorisation de la biomasse car le stockage permet de poursuivre le séchage du combustible.

Le stockage n'est cependant pas obligatoire et l'on peut procéder immédiatement à l'encapsulation sous forme de poudres contenant très peu d'eau.

L'air chaud peut être d'origine quelconque et peut provenir d'une unité de récupération de chaleur d'origine solaire, industrielle ou autre.

- 20 Le combustible obtenu à ce stade est solide. Dans ce cas, il est nécessaire soit de l'utiliser tel quel, soit de l'encapsuler en poudre.

Récapitulatif des caractéristiques générales de quatre combustibles :

QUALITÉS	RÉSIDUS SOUS VIDE		MATIÈRES ORGANIQUES	"BIOFUEL"	CHARBON
Pouvoir calorifique Kcal/kg inférieur (1 cal = 4,18 J)	9500		2500 - 5000	5500 - 7500	6500
Teneur en eau % poids	Brut 0,1 à 0,5	Émulsion 30 - 40	70 à 1	< 2	10 - 30
			Hygroscopique	Hydrophobe	Hygroscopie
Matière minérale % en poids de matière sèche	0,001		0,5 à 30	0,25 à 16	6 - 30
Matières volatiles - indice de matières volatiles norme AFNOR	> 85		80	80 - 85	20 - 40
Soufre % poids	3,5 - 6		Traces	~ 2	~ 1
Azote % poids	0,1		2	1,1	2 - 3
Chlore en poids				< 500 ppm	
Imbrûlés particules solides	Traces		Oui	Traces	Oui
Cendres poussières	Non		Oui	Oui	Oui
Sécurité incendie	Pas de risque		Risque	Pas de risque	Risque
Odeur	Non		Oui	Non	Non
Densité (d <sub>15</sub> <sup>15</sup> )	0,9 - 1,1		0,1 - 0,6	0,9 - 1	1,5
Stockage	Chaud - difficile - émulsion - oui		Difficile	Solide sans précautions	Solide
Transport	Chaud - dangereux - émulsion - pas de problèmes		Difficile	En vrac ou en suspension dans l'eau	Solide en suspension dans l'eau
Corrosion qualité des cendres fusibilité (°C)	Oui 500 - 600		Peu de problèmes 1000 - 1200	Satisfaisant 800	Moyen 1200

Le combustible obtenu sera désigné par la suite sous le terme de Biofuel.

Une autre originalité de l'invention, est la fabrication se fait sans consommation d'eau ce qui est précieux dans les pays où l'eau industrielle est rare et chère.

- 5 Une autre originalité de l'invention, est que le procédé ne consomme pratiquement pas d'électricité sauf l'électricité pour assurer le thermosoudage dans le cas de l'encapsulage ce qui est extrêmement faible.

- 10 Une autre originalité de l'invention, c'est que tout le contenu énergétique utile pour la fabrication du combustible est disponible sans avoir à dépenser d'énergie. C'est le cas de l'huile disponible à 150°C après le train d'échange des colonnes de distillation. C'est le cas aussi des vapeurs basse pression toujours excédentaires dans les schémas énergétiques.

Une autre originalité de l'invention, est que les opérations de broyages, tamisage, mélange, généralement faites à partir d'électricité seront assurées par des broyeurs mécaniques actionnés par des moteurs thermiques consommant des combustibles de faible coût, comme par exemple, des fuels riches en light cycle oil donc de faible indice de cétane.

- 15 Une autre originalité de l'invention, est que l'enveloppe qui assure l'encapsulage est choisie dans une matière (polyéthylène ou polypropylène) qui assure plusieurs fonctions. Elle garantit l'étanchéité et les risques de rupture. C'est un élément non négligeable dans le contenu énergétique (2 à 5 %). Il sert d'allume-feu et de retardateur de combustion. C'est un combustible parfait en terme de qualité vis à vis de la combustion.

## 20 EXEMPLES

Pour préparer la phase huile, on est parti d'un résidu sous vide disponible en raffinerie à 150°C dont les caractéristiques sont données ci-après :

	Masse volumétrique à 15°C	1020 kg/m <sup>3</sup>
	Viscosité à 100°C	1000 cSt (mPa.s)
25	à 210°C	20 cSt (mPa.s)
	Asphaltènes	12,4
	Point éclair	335 °C
	Carbone Conradson	18,9 %
10	Pouvoir calorifique	9500 kcal/kg (1 cal = 4,18 kJ)
	S =	5,5 %
	N =	0,3 %
	Na =	34 ppm
	V =	129 ppm
15	N1 =	46 ppm

95 parties en poids du résidu sous vide ont été mélangées à 150°C avec 5 parties en poids de vapeur d'eau à 140°C dans un diffuseur.

- 20 Il n'a pas été nécessaire d'ajouter de tensio actif, l'asphaltène apportant les propriétés tensio actives nécessaires. La suspension obtenue avait une taille moyenne de gouttelettes d'huile de 2 millimètres.

### EXEMPLE 1

On a imprégné 60 parties en poids de boues urbaines :

	- teneur en eau	60 % en poids
	- matière organique	24 % en poids
25	- cendres	16 % en poids

par 40 parties en poids de l'huile ci-dessus; après séchage à l'air chaud à 80°C on a enrobé par 2 % en poids de chaux et obtenu un combustible solide en poudre qui représentait les caractéristiques suivantes :

	- pouvoir calorifique	6400 kcal/kg (1 cal = 4,18 kJ)
30	- teneur en eau	0.1 % poids
	- teneur en cendres	20 % poids

## EXEMPLES 2

On a imprégné 55 parties en poids des boues urbaines de l'exemple 1 et 5 parties en poids de boues huileuses de raffinerie de caractéristiques :

- eau 66 %
- 5 - hydrocarbures 30 %
- cendres 4 %

par 40 parties en poids de l'huile, on a obtenu un combustible de pouvoir calorifique de 7000 kcal/kg.

## EXEMPLE 3

- 10 On a imprégné 70 parties en poids de déchets de distillerie (lic de vin, marc de raisin, pulpe) d'une teneur en matière sèche de 30 % en poids par 30 parties en poids de l'huile. Après séchage à 80°C et enrobage par 1,5 % en poids de chaux on a obtenu un combustible solide de pouvoir calorifique de 7000 kcal/kg et de teneur en cendres de 4,9 % en poids pour une teneur en matière volatile de 79,6 % en poids.

## 15 EXEMPLE 4

- On a mélangé 70 parties en poids de tous les sous produits de la fabrication d'une huile d'olive (noyaux, poudres chargées ayant servi à traiter les margines, olives déclassées) (matière sèche : 30 %) avec 30 parties en poids de l'huile. Le mélange obtenu était devenu non fermentescible et pouvait être stocké. Après séchage et enrobage par 2 % en poids de chaux on a obtenu un combustible solide de pouvoir calorifique 7000 kcal/kg.

## EXEMPLE 5

On a répété l'exemple 1 en remplaçant la boue urbaine par des sous produits de la fabrication du café, du cacao. Le combustible solide obtenu avait un pouvoir calorifique de 6200 kcal/kg.

## EXEMPLE 6

- 25 On a répété l'exemple 1 en remplaçant la boue urbaine par les poudres chargées issues du traitement des eaux d'hôtel et de restaurant. Le combustible solide obtenu avait un pouvoir calorifique de 6100 kcal/kg.

## EXEMPLE 7

- 30 On a imprégné 70 parties en poids d'aiguilles de pin par 30 parties en poids de l'huile ci-dessus. On a encapsulé et on a obtenu un combustible solide qui présente les caractéristiques suivantes :
- pouvoir calorifique 7300 kcal/kg
  - teneur en eau 0,2 % poids
  - teneur en cendres 1 % poids

## EXEMPLE 8

- 35 On a imprégné 30 parties de paille de blé et 40 parties de rafles de maïs par 30 parties en poids de l'huile ci-dessus après mise en forme et séchage à air chaud naturel à 80°C. On a obtenu un combustible solide qui présente les caractéristiques suivantes :
- pouvoir calorifique 6200 kcal/kg
  - teneur en eau 0,1 % poids
  - 40 - teneur en cendres 5 % poids

## EXEMPLE 9

On a imprégné du papier dilacéré. On a imprégné 50 parties en poids papier, 10 parties de polyéthylène récupéré, 10 parties de propylène récupéré et 30 parties en poids paraffines. Après refroidissement, on a obtenu un combustible solide qui présente les caractéristiques suivantes :

- 45 - pouvoir calorifique 7000 kcal/kg
- teneur en cendres moins de 1 %

#### EXEMPLE 10

On opère avec une biomasse produite en forêt par des machines à défricher composée d'écorces, de copeaux, de feuilles inférieurs à 6 centimètres. Les éléments sont ensuite envoyés dans un dilacérateur mécanique qui sort des particules inférieures à 1 millimètre. Ces particules sont  
5 tamisées.

Celles inférieures à 300 microns sont isolées pour servir à des filtrations. Exprimées en sec, 60 parties de ce substrat d'arbres d'eucalyptus sont mélangées à 38 parties d'huile et 2 % du poids de vapeur tel que décrit dans l'exemple 1. La teneur pondérale en eau du mélange est de 50 %, la teneur pondérale en cendres est de 2,5 %. Après refroidissement, la poudre chargée est encapsulée  
10 dans des gaines en polyéthylène dont l'épaisseur est de 100 microns et le grammage de 83 g/m<sup>2</sup>. La teneur en eau du combustible final est de 1,5 %, la teneur pondérale en soufre est de 2 %. PCI sur sec est de 6248 kcal/kg pour des sachets de 10 kg de combustible.

## REVENDICATIONS

- 15 1. Procédé de fabrication d'un combustible solide, à partir d'une huile d'hydrocarbures et de matière organique végétale, caractérisé en ce qu'on mélange le matériau organique végétal avec une suspension d'huile dispersée par de la vapeur d'H<sub>2</sub>O, l'huile étant une huile d'hydrocarbures de viscosité à 100°C supérieure à 500 centistokes (1 stoke = 10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s) et la taille moyenne des gouttelettes d'huile de la suspension étant choisie entre 0,5 et 2 millimètres et la vapeur. Une vapeur basse pression dont la température est comprise entre 110 et 140°C.
- 20 2. Procédé selon la revendication 1, qui comprend les étapes supplémentaires de mise en forme, séchage et/ou encapsulage du mélange.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel on mélange 60 parties en poids de matériau organique (poids sec) avec 40 parties en poids de l'huile (poids sec).
- 25 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le rapport pondéral de l'huile à la matière sèche de la matière cellulosique est de 1 : 10 à 10 : 1.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le rapport pondéral de l'huile à la matière sèche de la matière cellulosique est de 1 : 3 à 3 : 1.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel on effectue le mélange avec, en outre 1 à 5 %, par rapport à l'huile d'au moins de vapeur d'H<sub>2</sub>O.
- 30 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel la température de la vapeur est comprise entre 100 et 140°C.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel l'huile est utilisée, pour effectuer le mélange avec la matière organique, à une viscosité de 10 à 100 cSt (1 stoke = 10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s) et à une température comprise entre 130 et 155°C.
- 35 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel l'eau relarguée lors du mélange avec l'huile et la matière organique est vaporisée au moment du mélange et pendant l'étape de séchage.
10. Procédé selon revendication 2 dans lequel on effectue l'encapsulage dans une gaine en polyéthylène thermosoudable dont le grammage est compris entre 70 et 110 g/m<sup>2</sup>.
- 40 11. Procédé selon revendication 1, l'opération de dilacération et tamisage des poudres se fait grâce à des machines thermiques diesel.
12. Procédé selon revendication, l'opération de mélange se fait dans une bétonnière actionnée par un moteur thermique diesel.

# PLANCHE UNIQUE

