

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

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

**2 474 525**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 01705**

(54) Dispositifs pour gazéifier des combustibles solides semi-pulvérisés et application à des chambres de combustion précédemment chauffées par des brûleurs de combustibles liquides ou gazeux.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). C 10 J 3/48 // F 23 B 1/14.

(22) Date de dépôt ..... 24 janvier 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° 31 du 31-7-1981.

(71) Déposant : Société à responsabilité limitée dite : SOCIETE D'EXPLOITATION DE BREVETS ET LICENCES - SEBEL, résidant en France.

(72) Invention de : Marcel Pillard.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,  
14, rue Raphaël, 13008 Marseille.

La présente invention a pour objet des dispositifs du type des gazogènes pour gazéifier des particules de combustibles solides semi-pulvérisés et une application de ces gazogènes pour alimenter une chambre de combustion de puissance faible ou moyenne, précédemment chauffée par des brûleurs de combustibles liquides ou gazeux.

Le secteur technique de l'invention est celui de la gazéification et de la combustion des combustibles solides.

On connaît des chambre de combustion équipées de brûleurs de combustible solide pulvérisé.

On sait que le charbon pulvérisé doit être broyé en particules très fines, de l'ordre de quelques dizaines de microns pour que la combustion des particules dans la chambre de combustion soit complète.

On sait également que les flammes des brûleurs de combustibles pulvérisés sont très longues ce qui nécessite des chambres de combustion de très grande longueur, ou de très grande hauteur, de l'ordre de 20 à 40 m.

Pour ces raisons, seules des chambres de combustion de très grande puissance comme celles qui équipent des chaudières alimentant les turbines à vapeur de centrales thermiques ont pu être alimentées jusqu'à maintenant avec du charbon pulvérisé.

La pénurie croissante de combustibles liquides et gazeux entraîne la nécessité de modifier certaines chambres de combustion pour remplacer les brûleurs de combustibles liquides ou gazeux par des dispositifs brûlant des combustibles solides.

Dans de très nombreux cas, notamment pour toutes les chambres de combustion utilisées dans l'industrie pour chauffer des appareils utilisateurs de calories tels que des chaudières, des fours, des séchoirs etc..., ayant une puissance faible ou moyenne, il n'est pas possible de remplacer les brûleurs à fuel ou à gaz par un foyer alimenté en combustibles pulvérisés car il faudrait pour cela construire une nouvelle chambre de combustion beaucoup plus grande.

Un objectif de la présente invention est de procurer des moyens qui permettent de transformer une chambre de combustion équipée d'un brûleur à fuel ou à gaz en une chambre de combustion alimentée à partir d'un combustible solide sans avoir à modifier les dimensions de la chambre de combustion.

On rappelle que les gazogènes traditionnels sont du type à lit fixe traversé par un courant gazeux ascendant ou descendant. Il faut donc que les couches de combustible soient suffisamment poreuses et que la porosité soit homogène pour laisser passer les gaz. Les procédés à lit fixe ne permettent pas la gazéification de particules solides de faible dimension ou de faible densité dont la gazéification présente cependant un grand intérêt économique.

Un autre objectif de la présente invention est de procurer des moyens permettant de gazéifier des combustibles solides, à l'état divisé semi-pulvérisé, par exemple des charbons minéraux à l'état de fines ayant des dimensions de l'ordre de 0,1 mm à 3 mm, c'est-à-dire à l'état de particules nettement plus grosses que les particules de charbon pulvérisé et donc nettement moins onéreuse à obtenir.

Un dispositif selon l'invention pour gazéifier des combustibles solides, semi-pulvérisés, comporte une chambre de gazéification qui est équipée de cloisons verticales qui délimitent des couloirs à l'intérieur de ladite chambre et dont la sole comporte des buses d'injection d'air dirigées vers le haut et il comporte, en outre, des moyens pour introduire un combustible solide semi-pulvérisé à une extrémité desdits couloirs, une cheminée d'évacuation des gaz combustibles provenant de la gazéification du combustible située à l'autre extrémité desdits couloirs et des moyens pour évacuer les cendres qui se déposent dans la chambre du côté de la sortie ou qui sont entraînées, mais en faible quantité, par les gaz combustibles.

De préférence, une partie au moins des buses d'injection d'air sont inclinées vers l'avant ou vers l'arrière, mais elles peuvent être également verticales. De préférence, les cloisons qui équipent une chambre de gazéification selon l'invention divergent l'une par rapport à l'autre dans le sens de déplacement horizontal des gaz, de telle sorte que la section de passage des gaz croît dans le même sens que le débit cumulé des buses.

Les couloirs sont disposés soit en parallèle, soit en série et, dans ce dernier cas, ils forment soit des chicanes, soit un trajet en forme de spirale dans lequel on introduit le combustible semi-pulvérisé à la périphérie et on recueille les gaz combustibles au centre ou inversement.

L'invention a pour objet des dispositifs permettant de transformer une chambre de combustion de n'importe quelle puissance, qui était précédemment alimentée par un ou plusieurs brûleurs à gaz ou à combustible liquide, de telle sorte que la même chambre soit chauffée à partir d'un combustible solide semi-pulvérisé. Ce dispositif comporte, en combinaison, une chambre de gazéification selon l'invention, qui est alimentée en combustible solide semi-pulvérisé et qui transforme ce solide en gaz combustibles, un séparateur de particules solides, par exemple un cyclone, à travers lequel passent les gaz sortant du gazéificateur et un ou plusieurs brûleurs à gaz qui sont alimentés par les gaz sortant du séparateur et qui équipent la chambre de combustion qui reste pratiquement inchangée.

La présente invention a pour résultat la gazéification de combustibles solides semi-pulvérisés, notamment la gazéification de fines de charbon ayant une granulométrie comprise entre 0,1 mm et quelques millimètres. Cette

gazéification est possible du fait qu'elle a lieu en lit fluidisé à déplacement horizontal d'où il résulte, sous l'effet de la pesanteur, une vitesse relative des particules de combustible par rapport à l'air qui accélère les processus de pyrolyse et de gazéification et permet de gazéifier des particules nettement plus grosses que des particules de charbon pulvérisé. De plus, une grande partie des cendres retombent, sous l'action de la pesanteur, dans la partie terminale de la chambre de gazéification et se séparent des gaz combustibles.

La présence de cloisons qui divisent la chambre de gazéification en cellules, oblige les gaz à cheminer horizontalement suivant un trajet imposé. Cette disposition et le cheminement vertical des particules de façon alternée tantôt de bas en haut, tantôt de haut en bas, permettent d'augmenter, dans les zones de réaction, le temps de séjour des particules et surtout des plus grosses qui cheminent plus lentement. Elle permet également d'augmenter la vitesse relative des particules par rapport à l'air, contrairement à ce qui se passe dans le cas de particules pulvérisées qui sont injectées en même temps que l'air et où les vitesses tendent à devenir égales. Par rapport à la combustion du charbon pulvérisé, les dispositifs de gazéification selon l'invention présentent l'avantage d'éviter les très grandes chambres de combustion nécessaires à la combustion du charbon pulvérisé, la consommation d'énergie nécessaire à la pulvérisation du charbon et les dangers d'explosion dans les silos de stockage et les canalisations de transport du charbon pulvérisé.

Les dispositifs de gazéification selon l'invention permettent de transformer un combustible solide semi-pulvérisé en gaz combustibles, en amont d'un foyer d'utilisation de calories, puis d'utiliser les gaz combustibles dans une chambre de combustion conçue pour être équipée de brûleurs à gaz ou à fuel sans avoir à modifier cette chambre de combustion, ce qui permet de transformer à peu de frais de nombreux foyers industriels de petite ou de moyenne puissance qui sont actuellement chauffés par des combustibles gazeux ou liquides.

Les dispositifs selon l'invention permettent de gazéifier n'importe quel combustible minéral ou végétal qui est divisé en particules légères, soit par suite de leur densité, soit par suite de leurs dimensions.

La description suivante se réfère aux dessins annexés qui représentent, sans aucun caractère limitatif, des exemples de réalisation de gazogènes conformes à l'invention et une application de ces gazogènes en association avec une chambre de combustion.

La figure 1 est une vue en coupe horizontale d'une chambre de gazéification selon l'invention.

La figure 2 est une coupe verticale selon II-II de la figure 1.

La figure 3 est une coupe verticale d'une variante de réalisation.

Les figures 4, 5 et 6 représentent des variantes de réalisation d'une chambre de gazéification selon l'invention.

5 Les figures 7 et 8 représentent une application d'une chambre de gazéification selon l'invention alimentant une chaudière ou une chambre de combustion précédemment équipée d'un brûleur de combustible liquide ou gazeux.

10 Les figures 1 et 2 représentent une chambre de gazéification 1, qui est par exemple parallélépipédique ou de toute autre forme. La chambre 1 est équipée de cloisons verticales 2 qui délimitent entre elles des couloirs 3. Dans l'exemple selon la figure 1, les couloirs 3 sont d'égale longueur et en parallèle.

15 Dans d'autres formes de réalisation, les cloisons 2 ne sont pas parallèles mais divergent vers l'avant dans le sens d'écoulement des gaz de sorte que la section des couloirs 3 va en croissant. De même, dans d'autres formes de réalisation, les cloisons 2 peuvent être placées en chicane, de sorte qu'elles déterminent des couloirs qui sont parcourus en série par les gaz. Les cloisons 2 peuvent être disposées de telle sorte qu'elles délimitent un labyrinthe ou une spirale qui est parcourue par les gaz en allant 20 de la périphérie vers le centre, ou inversement.

25 La chambre 1 comporte à une de ses extrémités, un conduit 4 d'évacuation des gaz. A l'extrémité opposée au conduit 4, elle comporte des goulottes inclinées 5 qui débouchent dans chacun des couloirs 3 et qui distribuent à l'extrémité de chacun des couloirs du charbon semi-pulvérisé 6 représenté par des points. Ce charbon est par exemple des fines ayant une granulométrie comprise entre 0,1 mm et 3 mm. Le charbon peut être remplacé par n'importe quel combustible solide minéral ou végétal divisé en particules légères.

30 La sole 7 de la chambre 1 comporte des buses d'injection d'air 8 qui communiquent avec une chambre de distribution d'air 9 alimentée par une arrivée d'air 10. De préférence, les buses 8 sont inclinées vers l'aval, c'est-à-dire vers la cheminée 4, de telle sorte qu'elles provoquent un déplacement d'air horizontal dirigé vers la cheminée 4. Dans l'exemple selon la figure 2, toutes les buses sont inclinées d'un même angle  $\alpha$  qui peut être plus ou moins grand et même être nul, ce qui a pour conséquence de laisser à la vitesse horizontale du gaz la liberté de se créer elle-même du fait du débit du gaz et de sa section de passage. Dans l'exemple selon la figure 3, l'angle d'inclinaison  $\alpha$  varie d'une extrémité à l'autre de chaque couloir.

35 Il est précisé que les modes de réalisation selon les figures 2 et 3 ne sont pas limitatifs. Notamment, les buses 8 peuvent être verticales

et on comprend que, dans ce cas, les gaz se déplacent horizontalement sous l'effet du débit dans des sections limitées constituées par les cloisons, la sole et le plafond de la chambre de combustion. De même, les buses peuvent être inclinées d'un angle  $\alpha$  négatif, c'est-à-dire inclinées vers 5 l'arrière pour freiner le déplacement horizontal des gaz.

La chambre 1 comporte, en outre, à l'extrémité opposée à l'arrivée du charbon, un orifice 11 d'évacuation des cendres muni d'une grille.

Le fonctionnement est le suivant. Les particules 6 de combustible semi-pulvérisé qui pénètrent dans la chambre de combustion 1 sont maintenues en suspension par les jets d'air sortant des buses 8 et forment un lit fluidisé représenté par des points sur la figure 2. Les particules progressent à l'intérieur de chaque couloir 3 vers la sortie du couloir située du côté de la cheminée suivant un trajet 3a en zig-zag dans le plan vertical. On règle la température dans la chambre 1 et la quantité d'air injectée pour que le temps de séjour des particules 6 dans la chambre 1 soit suffisant pour que se produisent les réactions de pyrolyse du combustible qui amènent la séparation des matières volatiles, ainsi que des réactions de combustion lente des matières volatiles qui entretiennent la température et enfin les réactions de réduction des gaz produits par la combustion des matières volatiles au contact des produits solides carbonés. On sait que ces trois sortes de réaction fondamentales se produisent dans les gazéificateurs du type gazogène à lit fixe, soit successivement, soit de façon simultanée à des températures qui ne dépassent pas 900 à 1000°. Les cloisons 2 peuvent donc être des cloisons en acier réfractaire qui résistent bien à ces températures. On peut évidemment utiliser également des cloisons 3 en briques réfractaires ou des dales en matériaux réfractaires.

La figure 2 représente un mode de réalisation dans lequel la longueur des couloirs 3 est inférieure à la longueur de la chambre 1. A la sortie des couloirs 3, les particules solides 6 ne sont plus maintenues en suspension et la plus grande partie de ces particules retombent vers l'ouverture d'évacuation 11 tandis que les gaz combustibles provenant de la gazéification du combustible sortent par la cheminée 4. Quelques poussières solides peuvent être entraînées par les gaz et on fait passer ceux-ci à travers un dépoussiéreur, de tout type connu, par centrifugation, par chocs, 30 par remous, cyclone etc... On peut injecter par les buses 8 un mélange d'air et de vapeur d'eau ou de gaz autres que de l'air, comburants ou non.

La figure 3 représente une variante de réalisation d'une chambre selon la figure 1. Les parties homologues sont représentées par les mêmes repères. D'autre part, le conduit 4 d'évacuation des gaz est situé du même 40 côté de la chambre 1 que l'arrivée du combustible, de sorte que les gaz

combustibles forment un remous 12 à l'extrémité de la chambre opposée à la cheminée 4 et repartent vers la cheminée. Cette disposition a l'avantage d'allonger le temps de séjour des gaz dans la chambre et de favoriser la chute des particules solides vers l'orifice d'évacuation 11.

5 Dans cette variante, on peut équiper avantageusement la chambre 1 de buses 13 de rabattement des gaz qui injectent de l'air horizontalement dans chaque couloir et qui favorisent la formation de remous 12. Ces buses 13 créent des remous supplémentaires au sommet des crêtes des trajectoires 3a de sustentation du lit fluidisé. Chaque couloir compris entre deux cloisons 10 constitue une cellule dans laquelle les particules de combustible solide sont maintenues en suspension et cheminent horizontalement vers la sortie tout en étant maintenues à une température telle que la gazéification du combustible ait le temps de se réaliser complètement, de sorte qu'on obtient finalement des cendres et des gaz combustibles. On peut réaliser des chambres 15 de gazéification de grande capacité en groupant, à volonté, une pluralité de cellules élémentaires qui peuvent être disposées en parallèle, en série ou en série-parallèle.

La figure 4 représente une vue en plan d'une chambre de gazéification selon l'invention, dans laquelle les cloisons verticales 2 sont 20 disposées en chicanes, de telle sorte que les cellules de gazéification constituées par les différents couloirs 3 sont placées en série entre la goulotte 5 d'arrivée de combustible semi-pulvérisé et le conduit 4 de sortie des gaz. Les flèches associées aux buses d'injection d'air 8 représentent les directions des déplacements horizontaux du lit fluidisé.

25 La figure 5 représente une vue en plan d'une chambre de gazéification selon l'invention dans laquelle les cloisons 2 ne sont pas parallèles entre elles mais divergent l'une par rapport à l'autre en allant dans le sens de déplacement horizontal du lit fluidisé, de sorte que la section de passage des gaz croît dans le même sens que le débit cumulé des buses 8 et que les vitesses horizontales des gaz restant sensiblement uniformes 30 tout le long du circuit. La disposition en chicane permet d'inscrire ces cloisons divergentes à l'intérieur d'une chambre 1 rectangulaire.

Bien entendu, la figure 6 représente un mode de réalisation non limitatif et les cloisons 2 peuvent aussi être parallèles et, dans ce cas, 35 la section de passage des gaz reste constante si l'on admet que la vitesse des gaz croisse sous le double effet de l'augmentation de la température et de celle du débit.

Les figures 7 et 8 représentent un exemple d'application d'une chambre de gazéification 1 selon l'invention pour alimenter un utilisateur, 40 par exemple une chaudière 14 du type à foyer intérieur ou de tout autre

type qui était chauffée par un brûleur à mazout ou à gaz. La chambre de gazéification 1 est alimentée en combustible solide semi-pulvérisé 6 par une trémie 15 qui communique avec une goulotte 5 par laquelle le combustible pénètre dans la chambre 1. Un ventilateur 16 envoie de l'air dans une chambre de répartition 9 située sous la sole de la chambre 1. La chambre est divisée en couloirs par des cloisons en chicane 2 visibles sur la figure 8 et la sole de la chambre comporte des buses d'injection d'air 8 qui communiquent avec la chambre 9.

La chambre 1 est de n'importe quel type selon les figures 1 à 10. Le conduit 4 d'évacuation des gaz combustibles produits par la gazéification du combustible solide semi-pulvérisé aboutit à un séparateur de type cyclone 17 qui sépare les gaz des particules solides avant que le gaz n'atteigne un brûleur à gaz 19 qui équipe la chaudière 14. Bien entendu, le cyclone peut être remplacé par n'importe quel séparateur équivalent tel qu'un séparateur à chicanes ou un filtre. Un conduit 18 relie la chambre de répartition 9 au brûleur 19 et alimente celui-ci en air de combustion. Le brûleur 19 est un brûleur à gaz adapté à la nature des gaz combustibles fournis par le gazogène 1. Par contre la chaudière 14 n'a pas à être modifiée car la longueur de la flamme 20 reste sensiblement la même.

On a choisi comme exemple le cas d'une chaudière, mais cet exemple n'est pas limitatif et la chaudière 14 peut être remplacée par n'importe quelle chambre de combustion chauffant un appareil utilisateur de calories de puissance faible ou moyenne.

On a ainsi réalisé un dispositif qui permet de transformer n'importe quelle installation industrielle comportant une chaudière ou une chambre de combustion équipée d'un brûleur de combustible liquide ou gazeux, de puissance faible ou moyenne, en une installation chauffée à partir d'un combustible solide semi-pulvérisé, sans avoir à modifier les dimensions de la chambre de combustion et sans avoir à se préoccuper dans la chambre de combustion de la combustion résiduelle des imbrûlés restant dans les cendres.

Une chambre de gazéification 1 selon l'invention peut être utilisée également comme avant-foyer à combustion totale en faisant débiter par les buses 8 la totalité de l'air nécessaire à la combustion. Dans ce cas, on peut injecter en même temps que l'air, une certaine quantité de vapeur d'eau ou de gaz neutres pour maintenir dans la chambre une température pas trop élevée. On peut également réaliser la combustion complète dans une chambre de gazéification conçue pour résister aux températures de combustion, dont les parois et les cloisons sont en matériaux réfractaires et qui comporte des dispositifs de refroidissement pour éviter que les cendres ne se transforment en laitier pâteux ou liquide ou des dispositifs pour évacuer le laitier.

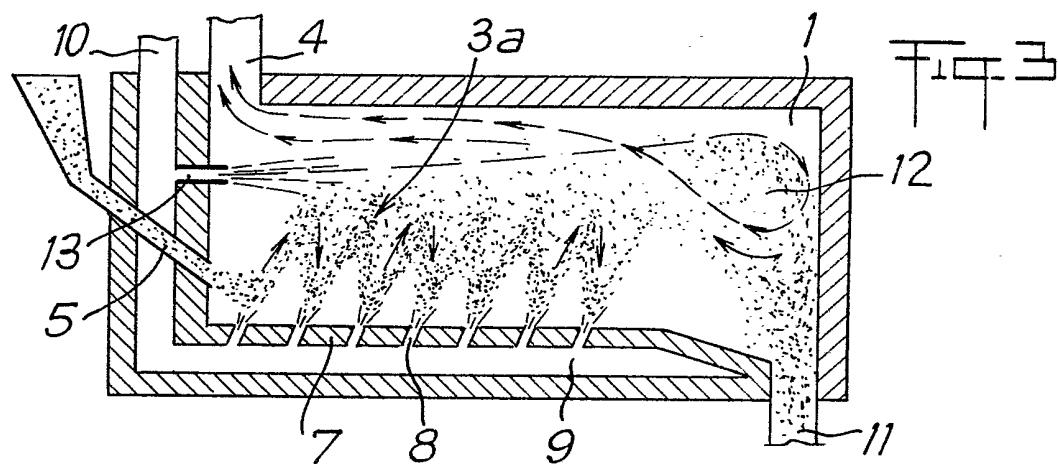
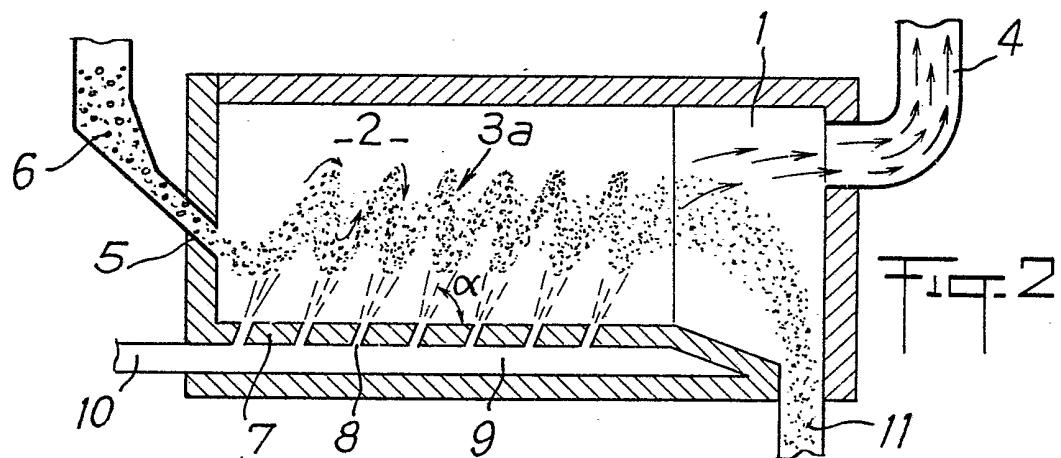
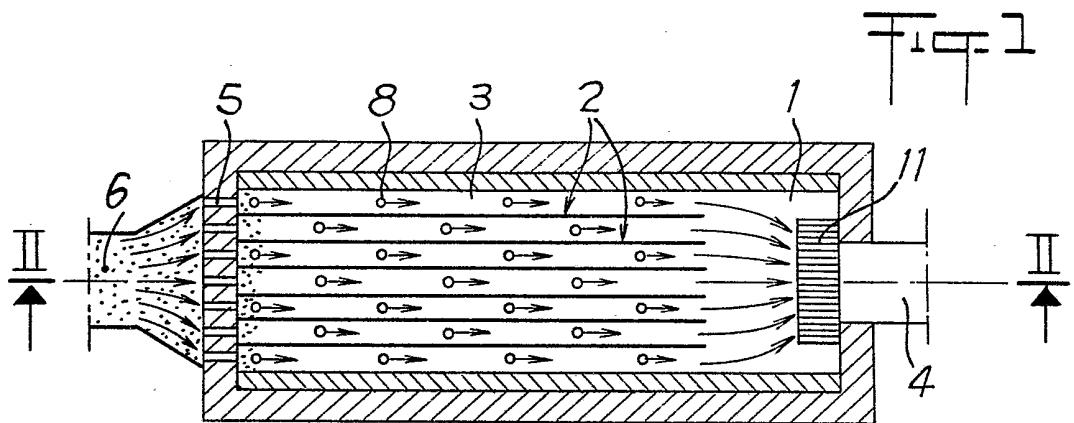
Dans le cas où une chambre selon l'invention est utilisée comme chambre de combustion totale, elle est associée à un échangeur de calories qui récupère la chaleur sensible contenue dans les gaz sortant de la chambre.

5 Bien entendu, sans sortir du cadre de l'invention, les divers éléments constitutifs des chambres de gazéification qui viennent d'être décrites à titre d'exemple, pourront être remplacés par des éléments équivalents remplissant les mêmes fonctions.

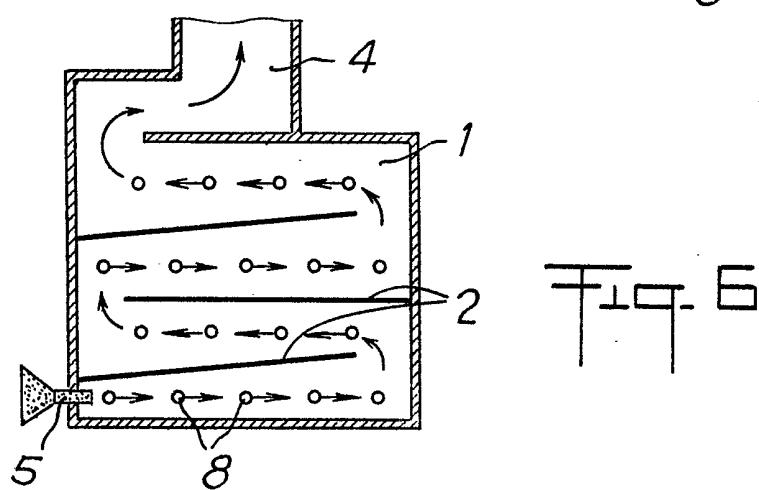
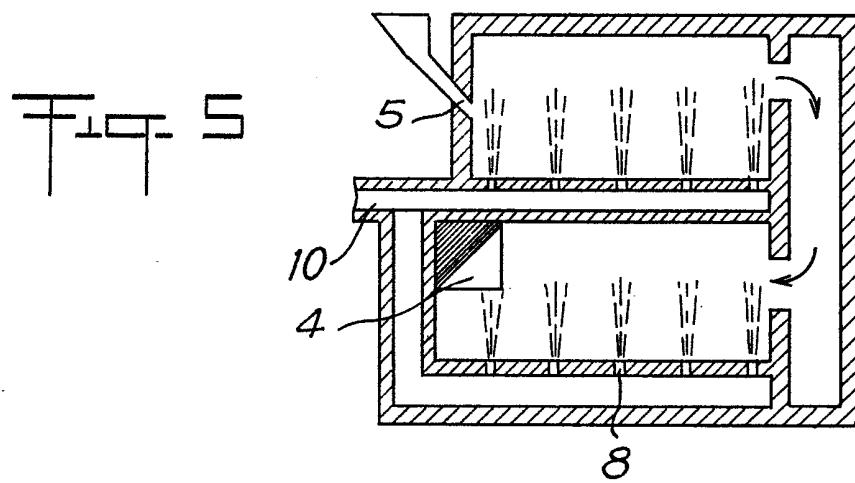
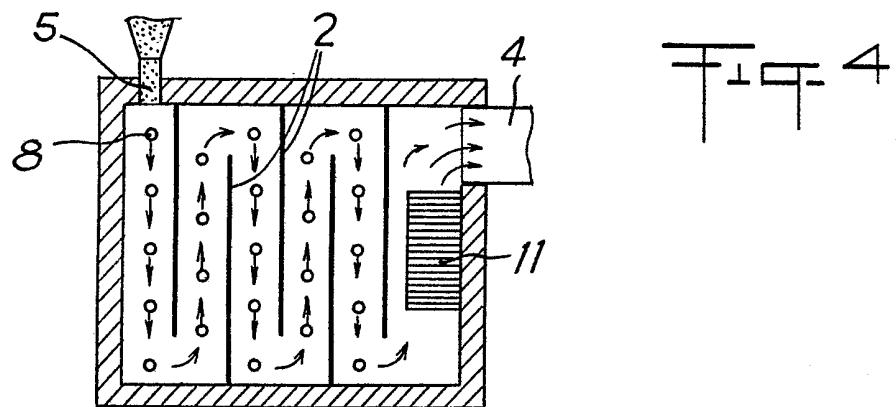
## R E V E N D I C A T I O N S

- 1 - Dispositif pour gazéifier des combustibles solides semi-pulvérisés, minéraux ou végétaux, caractérisé en ce qu'il comporte une chambre de gazéification qui est équipée de cloisons verticales qui délimitent des couloirs à l'intérieur de ladite chambre et dont la sole comporte des buses d'injection d'air dirigées vers le haut et il comporte, en outre, des moyens pour introduire un combustible solide semi-pulvérisé à une extrémité desdits couloirs, une cheminée d'évacuation des gaz combustibles provenant de la gazéification du combustible située à l'autre extrémité desdits couloirs et des moyens pour évacuer les cendres qui se déposent dans la chambre ou qui sont entraînés par les gaz combustibles.
- 5 2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une partie au moins des buses d'injection d'air sont inclinées.
- 10 3 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites cloisons divergent l'une par rapport à l'autre dans le sens de déplacement horizontal des gaz, de sorte que la section de passage des gaz croît dans le même sens que le débit cumulé des buses.
- 15 4 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdits couloirs sont en parallèle.
- 20 5 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdits couloirs sont en série et forment soit des chicanes, soit un trajet en forme de spirale.
- 25 6 - Dispositif pour transformer une chambre de combustion précédemment alimentée par un brûleur à gaz ou à combustible liquide en une chambre de combustion alimentée à partir d'un combustible solide semi-pulvérisé, caractérisé en ce qu'il comporte, en combinaison, un gazéificateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, qui transforme ledit combustible semi-pulvérisé en gaz combustible, un séparateur de particules solides à travers lequel passent les gaz sortant du gazéificateur et un ou plusieurs brûleur à gaz qui sont alimentés par les gaz combustibles sortant dudit séparateur et qui équipent ladite chambre de combustion qui n'est pas modifiée.
- 30

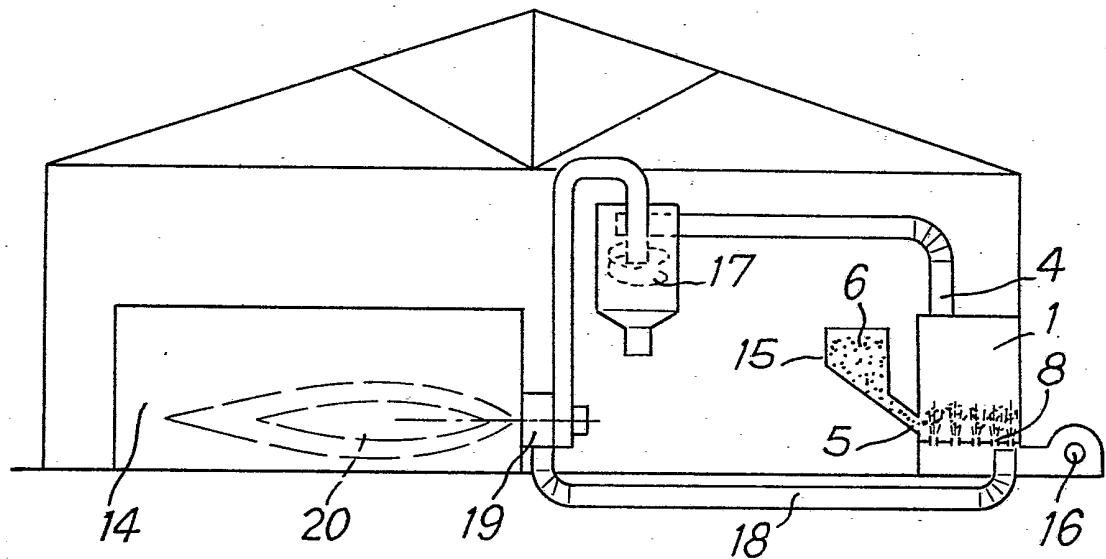
1/3



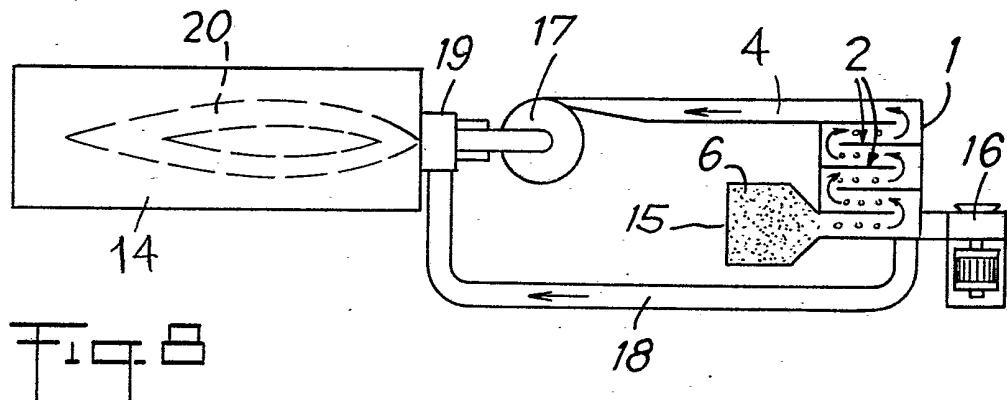
2/3



3/3



干+干-7



干+干-8