



SPF ECONOMIE, P.M.E.,
CLASSES MOYENNES & ENERGIE

NUMERO DE PUBLICATION : 1016325A3

NUMERO DE DEPOT : 2004/0567

Classif. Internat. : C10J

Date de délivrance le : 01 Août 2006

Le Ministre de l'Economie,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 18 Novembre 2004 à 15H00 à l'Office de la Propriété Intellectuelle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : RIBESSE Jacques Max Stanislas Ghislain
Avenue J.F. Leemans 70, B-1160 BRUXELLES(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : CLAEYS Pierre, GEVERS & VANDER HAEGHEN, Holidaystraat 5, - B 1831 DIEGEM.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PROCEDE DE GAZEIFICATION DE MATIERES CARBONEES ET DISPOSITIF POUR SA MISE EN OEUVRE.

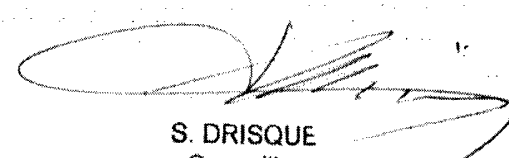
INVENTEUR(S) : Ribesse Jacques Max Stanislas Ghislain, Avenue J.F. Leemans 70, B-1160 Bruxelles (BE)

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Pour expédition certifiée conforme

Bruxelles, le 01 Août 2006
PAR DELEGATION SPECIALE :


DRISQUE S.
Conseiller


S. DRISQUE
Conseiller

**“Procédé de gazéification de matières carbonées
et dispositif pour sa mise en oeuvre”**

La présente invention est relative à un procédé de
5 gazéification de matières carbonées sous forme de particules solides,
comprenant

- un chauffage d'un mélange gazeux formé d'un gaz d'alimentation et
de vapeur d'eau dans un réchauffeur, à une température d'au moins
1200°C,
- 10 – une mise en contact, dans un réacteur de gazéification sous pression,
des particules de matières carbonées et dudit mélange gazeux
chauffé avec formation d'un gaz de réaction brut et de cendres non
brûlées,
- une récupération du gaz de réaction brut hors du réacteur,
- 15 – une fusion des cendres, et
- une élimination des cendres fondues.

Par matières carbonées sous forme de particules solides, il
faut entendre toute matière solide contenant du carbone à l'état
fragmenté, comme par exemple des biomasses, des résidus industriels,
20 des ordures ménagères, du charbon, de la houille, des déchets ligneux,
etc.

On connaît de nombreuses techniques de gazéification
fonctionnant sous pression. La plupart des procédés connus sont
spécialisés pour une gamme restreinte de matières premières et
25 présentent des performances peu satisfaisantes. La plupart de ces
procédés sont lents et produisent des quantités importantes de goudron

dont l'élimination est compliquée. Ces procédés négligent aussi le traitement des cendres.

On connaît un procédé du type décrit au début (voir demande de brevet ES-A-2190689). Ce procédé est applicable à
5 n'importe quelle matière carbonée et prévoit, après la réaction de gazéification, une fusion des cendres et une vitrification des cendres fondues pour leur élimination. Ce procédé présente toutefois encore l'inconvénient d'une performance encore insatisfaisante en particulier dans le degré atteint de combustion du carbone contenu dans la matière
10 à gazéifier.

La présente invention a pour but de proposer un procédé de gazéification dans lequel le gaz obtenu présente des qualités et des performances au moins égales, et de préférence supérieures à celles du procédé connu, et dans lequel les cendres sont évacuées sous une
15 forme intensément exempte d'élément carboné et particulièrement peu polluante, et cela d'une manière simple et économique.

Pour résoudre ce problème on a prévu suivant l'invention un procédé tel que décrit au début, qui comprend en outre

- une alimentation séparée du réchauffeur en vapeur d'eau, d'une part,
20 et en ledit gaz d'alimentation, d'autre part,
- un prélèvement séparé, hors du réchauffeur, dudit mélange gazeux à ladite température d'au moins 1200°C, d'une part, et d'une partie dudit gaz d'alimentation à l'état sec et à cette même température, d'autre part, et
- 25 – dans le réacteur de gazéification, une injection de ce gaz d'alimentation sec et d'un gaz formant avec lui un mélange combustible dans les cendres issues de ladite réaction de gazéification, pour atteindre par combustion une température supérieure à 1500°C.

30 Le procédé suivant l'invention offre l'avantage de permettre de surchauffer non seulement le mélange gazeux devant servir à la

réaction de gazéification à une température supérieure à 1200°C, de
préférence de 1300 à 1400°C, mais aussi simultanément un gaz
d'alimentation sec qui va pouvoir former dans le réacteur un mélange
combustible pour traiter les cendres à une température supérieure à
5 1500°C, avantageusement de 1600°C. A cette température le mélange
combustible consomme tout le carbone résiduel des matières non
brûlées ayant subi la réaction de gazéification et le gaz issu de la
combustion du mélange combustible et enrichi en CO par passage au
travers des cendres rejoint le gaz de réaction brut, en augmentant les
10 qualités de ce dernier.

Aux températures indiquées la réaction de gazéification est
tellement rapide qu'il n'y a aucun passage par la phase habituelle de
formation de goudron, ce qui simplifie le procédé et en réduit le coût.

Suivant une forme de réalisation préférée du procédé de
15 l'invention, ledit chauffage dudit mélange gazeux a lieu dans un
réchauffeur horizontal, rempli de matières thermiques réfractaires, et il
comprend, de manière séquentielle,

pendant une première période de temps, une première phase de
chauffe des matières thermiques réfractaires d'une première partie du
20 réchauffeur par traversée de cette première partie par des gaz de fumée
obtenus par combustion de gaz combustible et d'air de combustion, et
une première phase d'échange thermique entre des matières thermiques
réfractaires, préalablement chauffées, d'une deuxième partie du
réchauffeur et la vapeur d'eau et le gaz d'alimentation alimentés dans
25 cette deuxième partie du réchauffeur, et

pendant une deuxième période de temps, une deuxième phase de
chauffe des matières thermiques réfractaires de la deuxième partie du
réchauffeur qui ont été refroidies pendant ladite première phase
d'échange thermique, par traversée de cette deuxième partie par les gaz
30 de fumées susdits, et une deuxième phase d'échange thermique entre
les matières thermiques réfractaires de la première partie du réchauffeur,

qui ont été chauffées pendant ladite première phase de chauffe, et la vapeur d'eau et le gaz d'alimentation alimentés dans cette première partie du réchauffeur, et

5 une étape de purge de la partie du réchauffeur où viennent de passer les gaz de fumées avant que celle-ci ne soit alimentée en gaz d'alimentation et vapeur d'eau à chauffer par échange thermique.

Dans cette forme de réalisation, le réchauffeur fonctionne comme un brûleur quasi continu.

10 Suivant un mode de réalisation avantageux de l'invention, ledit gaz d'alimentation est de l'air, ledit mélange gazeux chauffé est un mélange d'air et de vapeur d'eau et ledit gaz formant avec le gaz d'alimentation sec, chauffé, un mélange combustible est un combustible gazeux. Dans ce cas on gazéifie en présence d'un milieu gazeux oxydant ce qui permet de produire, après refroidissement et épuration, un gaz de
15 réaction épuré utilisable dans des fours industriels ou pour alimenter des turbines à gaz ou moteurs divers.

Suivant un autre mode de réalisation de l'invention, ledit gaz d'alimentation est un gaz combustible, ledit mélange gazeux chauffé est un mélange de ce gaz combustible et de vapeur d'eau et ledit gaz
20 formant avec le gaz d'alimentation sec, chauffé, un mélange combustible est un gaz comburant. Dans ce cas, la gazéification est effectuée avantageusement en présence d'un gaz recyclé mêlé à de la vapeur d'eau, ce qui permet de produire du gaz de synthèse en vue de la production par exemple d'ammoniac, de méthanol, de carburant liquide
25 synthétique, ou de la réduction directe des minerais.

D'autres particularités du procédé suivant l'invention sont indiquées dans les revendications annexées.

La présente invention concerne également un réchauffeur pour la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention. Ce réchauffeur
30 comprend

– une enveloppe cylindrique horizontale,

- une cloison perforée verticale divisant cette enveloppe en deux parties, remplies chacune de matières thermiques réfractaires,
- dans chacune des deux parties de l'enveloppe, au moins une entrée pour la vapeur d'eau située d'un côté opposé à ladite cloison perforée
- 5 et à un niveau élevé, ainsi qu'au moins une entrée pour le gaz d'alimentation située également d'un côté opposé à ladite cloison perforée et à un niveau inférieur au niveau de ladite au moins une entrée pour la vapeur d'eau,
- pour les deux parties de l'enveloppe, une sortie pour ledit mélange
- 10 gazeux chauffé, entre lesdites deux parties, au bout du réchauffeur, et une sortie pour le gaz d'alimentation chauffé, sec, entre lesdites deux parties, à un niveau inférieur à celui de la sortie pour le mélange gazeux chauffé,
- au moins un brûleur, auquel est alimenté le gaz combustible et l'air de
- 15 combustion, et qui est situé au bas du réchauffeur à proximité de la cloison perforée, et
- dans chacune des deux parties de l'enveloppe, au moins une sortie pour les gaz de fumée située audit côté opposé à la cloison perforée.

Par les agencements réciproques des diverses entrées et

20 sorties et dudit au moins un brûleur, il est possible, suivant l'invention, de produire dans un même réchauffeur, en continu et simultanément, un gaz d'alimentation humide chauffé et un gaz d'alimentation sec chauffé.

D'autres particularités du réchauffeur suivant l'invention sont indiquées dans les revendications annexées.

25 D'autres détails et avantages de l'invention ressortiront de la description, donnée ci-après à titre non limitatif et avec référence aux dessins de formes de réalisation de l'invention.

La figure 1 représente schématiquement une installation de

30 gazéification de matières carbonées mettant en oeuvre un procédé suivant l'invention.

La figure 2 est, à l'échelle agrandie, une vue en coupe axiale schématique d'un réchauffeur, tel qu'illustré sur la figure 1.

La figure 3 est une vue en perspective d'un élément thermique réfractaire utilisable dans le réchauffeur de la figure 2.

5 La figure 4 représente, à l'échelle agrandie, une vue schématique d'un réacteur de gazéification suivant l'invention, tel qu'illustré sur la figure 1.

La figure 5 représente une vue schématique partielle d'une variante de réalisation de réacteur de gazéification utilisable suivant
10 l'invention.

Sur les différents dessins, les éléments identiques ou analogues portent les mêmes références.

Sur la figure 1, est illustrée un exemple de réalisation d'installation suivant l'invention. Cette installation comprend un
15 réchauffeur de gaz 1 qui alimente un réacteur de gazéification 2 en un mélange gazeux oxydant formé d'air et de vapeur d'eau, à une température d'au moins 1200°C, et en air sec à cette même température.

Ainsi qu'il est illustré sur la figure 2, le réchauffeur présente une enveloppe cylindrique 3 qui est disposée horizontalement et divisée
20 en deux parties 4 et 5, avantageusement symétriques, par une cloison verticale perforée 6. Ces deux parties sont remplies de matières thermiques réfractaires 7, dont un élément est représenté de manière plus détaillée sur la figure 3. Il est bien entendu que celui-ci est représenté à titre illustratif et que bien d'autres formes de matières
25 thermiques réfractaires peuvent être appliquées.

Dans chacune des deux parties 4,5 de l'enveloppe on a prévu une entrée pour de la vapeur d'eau 8,8' qui est située à l'opposé de la cloison perforée 6. Cette entrée de vapeur d'eau 8,8' est située au
sommet du réchauffeur 1 et est obturable par une vanne. On a
30 également prévu dans chacune de ces parties 4,5, également à l'opposé de la cloison perforée, une entrée 9,9' pour un gaz

d'alimentation qui, dans l'exemple de réalisation, est de l'air. Celle-ci se situe à un niveau inférieur à celui de l'entrée 8,8' pour la vapeur d'eau, en particulier au bas du réchauffeur 1, et elle est alimentée en air par un compresseur 10 relié à ces entrées 8,8' par un conduit 11,11' obturable
5 par une vanne 12,12'.

Le réchauffeur comprend par ailleurs une sortie 13 pour le mélange gazeux chauffé d'air et de vapeur d'eau, sortie qui est unique pour les deux parties 4 et 5 dans l'exemple illustré et qui communique avec le réacteur de gazéification par un conduit 14. Cette sortie unique
10 13 est située entre les deux parties 4 et 5 du réchauffeur, au-dessus de la cloison perforée 6, de manière à être en communication simultanée avec les deux parties susdites 4 et 5.

Le réchauffeur comprend aussi une sortie 15 pour de l'air sec chauffé, qui, dans l'exemple illustré, est commune pour les deux
15 parties 4 et 5 de l'enveloppe, et donc unique. Cette sortie 15 se situe dans la moitié inférieure du réchauffeur. Elle est en communication avec le réacteur de gazéification 2 par le conduit 16.

Le réchauffeur comprend encore un brûleur 17, qui, dans l'exemple illustré, est commun pour les deux parties 4,5 de l'enveloppe et
20 donc unique. Ici, il est alimenté en air de combustion, de préférence déjà chaud, par un conduit 18 obturable par une vanne 19 et en gaz combustible, de préférence déjà chaud, par un conduit 20 obturable par une vanne 21. Un clapet 22 met la chambre de combustion 23 où débouche le brûleur en communication avec l'une ou l'autre des parties 4
25 et 5 du réchauffeur, alternativement. Chacune de ces parties est pourvue d'au moins une sortie pour les gaz de fumée, ici deux sorties 24,24', obturables par des vannes 25,25'. Les gaz de fumée sont évacués sous pression par les conduits 26,26' vers un dispositif de détente 27.

Le réacteur de gazéification, tel qu'illustré sur les figures 1
30 et 4, est alimenté en matières carbonées 29 depuis un réservoir de stockage 28 dans lequel de l'air sec chauffé peut être introduit en 30, au

bas du réservoir 28. Celui-ci est pourvu d'un élévateur 31 qui débouche
au sommet d'un réservoir intermédiaire 32, lequel est en communication
par le bas avec un réservoir pressurisé 33, puis avec un réservoir sous
pression permanente 34. Ces réservoirs 32, 33 et 34 sont
5 respectivement séparés par des vannes 35 et 36.

Le réacteur de gazéification 2 est alimenté en matière à
gazéifier à son sommet, par une vis d'injection de matière 37 recevant
cette matière depuis le réservoir 34 et l'introduisant dans le jet de
mélange gazeux oxydant chauffé qui débouche sous pression dans le
10 réacteur.

Dans sa partie centrale, le réacteur 2 illustré est muni d'un
conduit annulaire 38 pour collecter les gaz de réaction et ce conduit
communique avec un conduit de sortie latéral 39.

Dans la partie inférieure du réacteur 2 illustré débouchent le
15 conduit 16 qui alimente l'air sec chauffé provenant du réchauffeur ainsi
qu'un conduit 40 auquel est alimenté un combustible gazeux.

Dans le fond du réacteur où s'accumulent les cendres
fondues 41, un orifice 42 est prévu pour l'évacuation de celles-ci dans
une chambre d'arrosage pressurisée 43 pourvue de tuyères 44 pour
20 injecter de l'eau sous forme pulvérisée. L'orifice 42 est muni d'un organe
de contrôle d'écoulement connu en soi 45. La chambre d'arrosage 43
communique par le bas avec un réservoir intercalaire 44, puis avec un
tapis roulant 45.

Le conduit de sortie 39 pour le gaz de réaction brut est relié
25 par un conduit 46 à un échangeur de chaleur 47 qui, dans l'exemple
illustré, comporte quatre étages. L'étage supérieur 48 est pourvu d'une
entrée et d'une sortie pour l'air de combustion. L'étage suivant 49 est
pourvu d'une entrée et d'une sortie pour le gaz combustible et l'étage
suivant 50 est pourvu d'une entrée pour de l'eau et d'une sortie pour de
30 la vapeur d'eau. L'étage inférieur 51 est pourvu d'une entrée et d'une
sortie pour de l'air de séchage.

L'entrée d'air de combustion est, dans l'exemple illustré, reliée par le conduit 52 au compresseur d'air 10 et la sortie d'air de combustion est reliée par le conduit 18 au brûleur 17 de réchauffeur 1.

5 L'entrée du gaz combustible est, dans l'exemple illustré, reliée par le conduit 53 au conduit de sortie de gaz de réaction épuré 54. La sortie du gaz combustible est reliée au brûleur 17 par le conduit 20.

L'entrée pour l'eau dans l'étage 50 de l'échangeur de chaleur s'effectue en 55 et la vapeur sortant par le conduit 56 peut être transmise, par l'intermédiaire du récipient 57, aux entrées pour la vapeur
10 d'eau 8 et 8' du réchauffeur 1.

L'entrée pour l'air de séchage dans l'étage 51 s'effectue en 58 et l'air sec chauffé sortant en 59 est alimenté en 30 pour le séchage des matières carbonées à traiter.

Le bas de l'échangeur de chaleur 47 est, par l'intermédiaire
15 d'un filtre 61, en communication avec un laveur 60, suivi d'un épurateur à deux étages 62 et 63, garnis de charbon actif et fonctionnant en alternance. Le conduit de sortie du gaz de réaction épuré 54 est raccordé au sommet de ces deux étages d'épurateur

L'installation suivant l'invention, telle qu'illustrée sur les
20 figures 1 à 4, fonctionne de la manière suivante :

dans une première période temps, une phase de chauffe de la partie 5 du réchauffeur 1 a lieu. Le clapet 22 est dans la position représentée en traits pleins sur la figure 2. De l'air préchauffé à une température de 750°C dans l'étage 48 de l'échangeur de chaleur 47 et du gaz
25 combustible préchauffé à une température de 450°C dans l'étage 49 de ce même échangeur sont amenés à combustion dans le brûleur 17. Le gaz combustible provient, dans l'exemple illustré, d'un recyclage partiel du gaz de réaction épuré obtenu en 54. Les gaz de fumée traversent les matières thermiques 7 de la partie 5 du réchauffeur en chauffant celles-ci
30 à haute température, puis ils sont évacués par la sortie 24', le conduit 25' et le dispositif 27 où est effectuée une détente. Pendant ce temps, la

vanne de l'entrée 8' pour la vapeur d'eau et la vanne 12' pour l'entrée d'air sont fermées.

Pendant cette même première période de temps, la partie 4 du réchauffeur permet un échange thermique. De la vapeur d'eau formée à partir d'eau, chauffée dans l'étage 50 de l'échangeur 47 et conduite au réchauffeur depuis le récipient 57 jusqu'à l'entrée 8, est introduite par le haut à une extrémité du réchauffeur. Pendant ce temps, de l'air comprimé en 10 est injecté dans une zone inférieure de cette même partie 4 du réchauffeur, par l'entrée 9. Les vannes 25 des sorties de gaz de fumée sont alors fermées.

Par un contrôle de débit des gaz, il est possible d'éviter dans le réchauffeur un mélange entre les gaz de fumée et les gaz oxydants.

L'air chauffé par les matières thermiques dans la partie 4 du réchauffeur se mêle à de la vapeur d'eau chauffée dans la zone supérieure de cette partie et ce mélange oxydant sort du réchauffeur par le conduit 13 à une température qui peut atteindre 1300° à 1400°C. En même temps, dans la zone inférieure de la partie 4, l'air ne se mélange pas à de la vapeur d'eau et est au contraire séché, ce qui permet une sortie simultanée d'air sec par le conduit 15 à une température également de 1300 à 1400°C.

Cette première période de temps peut durer par exemple de 2,5 à 4 minutes.

On procède alors à l'inversion des vannes dans chacune des parties du réchauffeur. Pour purger la partie 5 des gaz de fumée, on coupe, par fermeture de la vanne 21, l'arrivée de gaz combustible, pendant 2 secondes, puis on place le clapet 22 dans la position illustrée en traits interrompus sur la figure 2. Pendant cette deuxième période de temps, c'est la partie 4 du réchauffeur qui est soumise à l'étape de chauffe et la partie 5 à l'échange thermique. Le réchauffeur fonctionne ainsi en continu.

Le dispositif de détente 27 permet de récupérer 80% de l'énergie nécessaire à la compression de l'air dans le compresseur 10. Les gaz totalement brûlés sortis du dispositif de détente 27 sont évacués à l'atmosphère.

5 Dans l'exemple de réalisation illustré, la matière carbonée préalablement séchée par de l'air préchauffé dans l'échangeur de chaleur 47 se présente sous la forme de particules grossières de l'ordre de 10 à 40 mm et elle est amenée au sommet du réacteur de gazéification 1. Là elle est alimentée dans un courant de mélange
10 gazeux oxydant air + vapeur d'eau à très haute température (1300°-1400°C) en formant un lit mobile où il se produit une réaction, sans passer par la phase de formation de goudrons.

La réaction dans le réacteur 2 produit un gaz de réduction brut présentant une température de l'ordre de 900°C. Le gaz est évacué,
15 via le conduit circulaire 38, le conduit 39, un séparateur cyclonique 64 et la conduit 46, à l'échangeur de chaleur 47 dont il parcourt de haut en bas les 4 étages 48 à 51. Le gaz de réaction brut refroidi passe alors par le filtre 61, le laveur de gaz 60 et un des deux étages d'épurateur 62,63 ce qui permet d'obtenir un gaz de réaction épuré, dont une partie peut être
20 recyclée et utilisée pour le fonctionnement du brûleur 17.

Comme indiqué plus haut, l'air sec, très chaud (1300-1400°C) est injecté dans une partie basse du réacteur de gazéification 2, par le conduit 16. Conjointement, du gaz combustible préchauffé à 750°C dans l'échangeur thermique 47 est injecté en 40. Ce gaz
25 combustible provient également d'un recyclage du gaz de réaction épuré obtenu. La combustion de ce gaz combustible dans l'air sec provoque une élévation de température à plus de 1500°C, éventuellement jusqu'à 1600°C. Les cendres qui sont issues de la réaction de gazéification réalisée au haut du réacteur 2 et qui tombent sont traversées par le gaz
30 de cette dernière combustion et tout le carbone qu'elles contiennent

encore est ainsi consommé, ces gaz étant récoltés avec le gaz de réaction par le conduit 38.

Par ailleurs à cette température élevée, les cendres 41 se liquéfient et s'accumulent au fond du réacteur 2 sous forme fondue. Leur
5 niveau est contrôlé par pression différentielle et elles s'écoulent dans la chambre d'arrosage 43 où, par jets d'eau, elles sont refroidies et vitrifiées pour être évacuées ensuite par le tapis roulant 45.

Suivant une variante de réalisation, illustrée sur la figure 5, on peut par exemple mettre en œuvre des matières carbonées plus
10 fines, dont les particules ont une taille de l'ordre de 0,5 à 8 mm. Celles-ci sont alimentées depuis plusieurs réservoirs sous pression permanente 34 disposés périphériquement autour du réacteur et cela par l'intermédiaire de plusieurs vis d'alimentation 37. Le mélange gazeux oxydant air + vapeur d'eau est lui aussi injecté tangentielllement au
15 niveau de ces vis 37, ce qui permet de former au milieu du réacteur un lit circulant dans lequel a lieu la réaction de gazéification.

Dans cet exemple de réalisation le gaz de réaction brut est récolté au sommet du réacteur, tandis que la partie inférieure de ce dernier peut être identique à ce qui est illustré sur la figure 4.

20 Suivant une autre variante de réalisation de l'invention on peut aussi prévoir de chauffer dans le réchauffeur 1, au lieu d'air, un gaz combustible, et notamment du gaz de réaction recyclé qui a été prélevé par exemple en 65 dans le conduit de sortie du gaz de réaction épuré. Le mélange gazeux chauffé sortant du réchauffeur par le conduit 14 est
25 donc un mélange de gaz de réaction recyclé + vapeur d'eau, tandis que le gaz sec sortant par le conduit 16 est du gaz de réaction recyclé sec, qui est un gaz combustible. Par le conduit 40, on alimente non plus un combustible gazeux mais un gaz comburant, par exemple de l'oxygène. Ce procédé permet de produire à la sortie de l'installation un gaz de
30 synthèse épuré qui présente une concentration $CO + H_2 > 90\%$. Le rendement net de la gazéification peut alors être de l'ordre de 78%.

Il faut noter qu'un avantage important du procédé suivant l'invention est que les émissions à l'atmosphère ne comportent pas d'éléments nocifs du type S, Cl, P, NO, cendres volants, ni rejet de matières polluantes telles que goudrons, liquides toxiques, et analogues.

- 5 Le tableau ci-dessous illustre les résultats obtenus par le procédé suivant l'invention en fonction de la matière première utilisée et du type de gazéification prévu.

	Gazéification en milieu oxydant			en présence de gaz recyclé
Matière	Farine animale	Biomasse	Charbon	Production de gaz de synthèse
Pression en bars	15	15	20	5
Usage	Turbine à gaz	Turbine à gaz	Turbine à gaz	-
Teneurs dans le gaz épuré en % en vol.				
CH ₄	3,2	4,5	3,5	0,3
CO	29,0	30,5	34,0	45,3
H ₂	29,0	26,5	31,0	51,5
CO ₂	4,2	5,0	3,2	0,6
N ₂	34,6	33,5	28,3	2,3
P.C.I.* en kJ/m ³	7921	8300	8872	11360
Rendement**	0,82	0,82	0,84	0,78

* P.C.I. = pouvoir calorifique inférieur du gaz épuré utile.

** Rendement = P.C.I. gaz épuré utile/P.C.I. matière sèche.

Il doit être entendu que l'invention n'est en aucune façon limitée aux modes et formes de réalisation décrits ci-dessus et que bien des modifications peuvent y être apportées dans le cadre des revendications annexées.

REVENDECATIONS

1. Procédé de gazéification de matières carbonées sous forme de particules solides, comprenant
- 5 – un chauffage d'un mélange gazeux formé d'un gaz d'alimentation et de vapeur d'eau dans un réchauffeur, à une température d'au moins 1200°C,
 - 10 – une mise en contact, dans un réacteur de gazéification sous pression, des particules de matières carbonées et dudit mélange gazeux chauffé avec formation d'un gaz de réaction brut et de cendres non brûlées,
 - 15 – une récupération du gaz de réaction brut hors du réacteur,
 - 20 – une fusion des cendres, et
 - 25 – une élimination des cendres fondues,
- caractérisé en ce qu'il comprend en outre
- 15 – une alimentation séparée du réchauffeur en vapeur d'eau, d'une part, et en ledit gaz d'alimentation, d'autre part,
 - 20 – un prélèvement séparé, hors du réchauffeur, dudit mélange gazeux à ladite température d'au moins 1200°C, d'une part, et d'une partie dudit gaz d'alimentation à l'état sec et à cette même température, d'autre part, et
 - 25 – dans le réacteur de gazéification, une injection de ce gaz d'alimentation sec et d'un gaz formant avec lui un mélange combustible dans les cendres issues de ladite réaction de gazéification, pour atteindre par combustion une température supérieure à 1500°C.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit chauffage dudit mélange gazeux a lieu dans un réchauffeur horizontal, rempli de matières thermiques réfractaires, et en ce qu'il comprend, de manière séquentielle,
- 30 pendant une première période de temps, une première phase de chauffe des matières thermiques réfractaires d'une première partie du

réchauffeur par traversée de cette première partie par des gaz de fumée obtenus par combustion de gaz combustible et d'air de combustion, et une première phase d'échange thermique entre des matières thermiques réfractaires, préalablement chauffées, d'une deuxième partie du réchauffeur et la vapeur d'eau et le gaz d'alimentation alimentés dans
5 cette deuxième partie du réchauffeur, et

pendant une deuxième période de temps, une deuxième phase de chauffe des matières thermiques réfractaires de la deuxième partie du réchauffeur qui ont été refroidies pendant ladite première phase d'échange thermique, par traversée de cette deuxième partie par les gaz
10 de fumées susdits, et une deuxième phase d'échange thermique entre les matières thermiques réfractaires de la première partie du réchauffeur, qui ont été chauffées pendant ladite première phase de chauffe, et la vapeur d'eau et le gaz d'alimentation alimentés dans cette première
15 partie du réchauffeur, et

une étape de purge de la partie du réchauffeur où viennent de passer les gaz de fumées avant que celle-ci ne soit alimentée en gaz d'alimentation et vapeur d'eau à chauffer par échange thermique.

3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce
20 qu'il comprend,

dans chacune desdites première et deuxième parties du réchauffeur, l'alimentation du gaz d'alimentation à chauffer à un niveau inférieur à l'alimentation de la vapeur d'eau,

dans une zone supérieure du réchauffeur, un prélèvement continu dudit mélange gazeux de gaz d'alimentation et de vapeur d'eau à ladite
25 température d'au moins 1200°C, et,

dans une zone du réchauffeur inférieure à ladite zone supérieure de prélèvement continu dudit mélange gazeux, un prélèvement continu dudit gaz d'alimentation sec à ladite température d'au moins 1200°C.

30 4. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit gaz d'alimentation est de l'air, en ce que

ledit mélange gazeux chauffé est un mélange d'air et de vapeur d'eau et en ce que ledit gaz formant avec le gaz d'alimentation sec, chauffé, un mélange combustible est un combustible gazeux.

- 5 5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit gaz d'alimentation est un gaz combustible, en ce que ledit mélange gazeux chauffé est un mélange de ce gaz combustible et de vapeur d'eau et en ce que ledit gaz formant avec le gaz d'alimentation sec, chauffé, un mélange combustible est un gaz comburant.
- 10 6. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend un refroidissement du gaz de réaction brut récupéré du réacteur et, par échange thermique pendant ce refroidissement, isolément ou en combinaison quelconque, un préchauffage de l'air de combustion utilisé dans le réchauffeur, un
15 préchauffage du gaz combustible utilisé dans le réchauffeur, une formation à partir d'eau de vapeur d'eau à utiliser dans le réchauffeur et un chauffage d'air de séchage à envoyer au travers des matières carbonées à gazéifier.
- 20 7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend une épuration du gaz de réaction brut et un recyclage d'au moins une partie du gaz de réaction épuré comme gaz combustible pour lesdites premières et deuxième phases de chauffe du réchauffeur.
- 25 8. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 5 et 6, caractérisé en ce qu'il comprend une épuration du gaz de réaction brut et un recyclage d'au moins une partie du gaz de réaction épuré comme gaz d'alimentation du réchauffeur.
- 30 9. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend une injection par le haut du réacteur des particules de matière carbonée et dudit mélange gazeux chauffé avec formation d'un lit mobile, une évacuation des cendres

fondues au bas du réacteur et une récupération du gaz de réaction à un niveau intermédiaire.

10. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend une injection tangentielle à haute
5 vitesse, à un niveau intermédiaire entre le haut et le bas du réacteur, des particules de matières carbonées et dudit mélange gazeux chauffé, une récupération du gaz de réaction brut au haut du réacteur et une évacuation des cendres fondues au bas du réacteur.

11. Réchauffeur (1) pour la mise en œuvre du procédé
10 suivant l'une quelconque des revendications 2 à 10, caractérisé en ce qu'il comprend

- une enveloppe cylindrique horizontale (3),
- une cloison perforée verticale (6) divisant cette enveloppe en deux parties (4,5), remplies chacune de matières thermiques
15 réfractaires (7),
- dans chacune des deux parties de l'enveloppe, au moins une entrée (8,8') pour la vapeur d'eau située d'un côté opposé à ladite cloison perforée (6) et à un niveau élevé, ainsi qu'au moins une entrée (9,9') pour le gaz d'alimentation située également d'un côté opposé à ladite
20 cloison perforée et à un niveau inférieur au niveau de ladite au moins une entrée (8,8') pour la vapeur d'eau,
- pour les deux parties de l'enveloppe, une sortie (13) pour ledit mélange gazeux chauffé, entre lesdites deux parties, au haut du réchauffeur, et une sortie (15) pour le gaz d'alimentation chauffé, sec,
25 entre lesdites deux parties, à un niveau inférieur à celui de la sortie (13) pour le mélange gazeux chauffé,
- au moins un brûleur (17), auquel est alimenté le gaz combustible et l'air de combustion, et qui est situé au bas du réchauffeur à proximité de la cloison perforée, et

- dans chacune des deux parties de l'enveloppe, au moins une sortie (24,24') pour les gaz de fumée située audit côté opposé à la cloison perforée (6).

5 12. Réchauffeur suivant la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comprend une sortie unique (13) pour le mélange gazeux chauffé, qui est située entre les deux parties (4,5) de l'enveloppe (3), au-dessus de la cloison perforée (6), et une sortie unique (15) pour le gaz d'alimentation chauffé, sec, qui est également située entre les deux parties (4,5) de l'enveloppe.

10 13. Réchauffeur suivant l'une des revendications 11 et 12, caractérisé en ce qu'il comprend un brûleur unique (17), et un clapet (23) qui dévie alternativement les gaz de fumées dans l'une ou l'autre des parties (4,5) de l'enveloppe.

15 14. Réchauffeur suivant l'une des revendications 11 à 13, caractérisé en ce que les matières thermiques réfractaires (7) ont une forme d'éléments tubulaires à cavité orientée horizontalement.

- 19 -

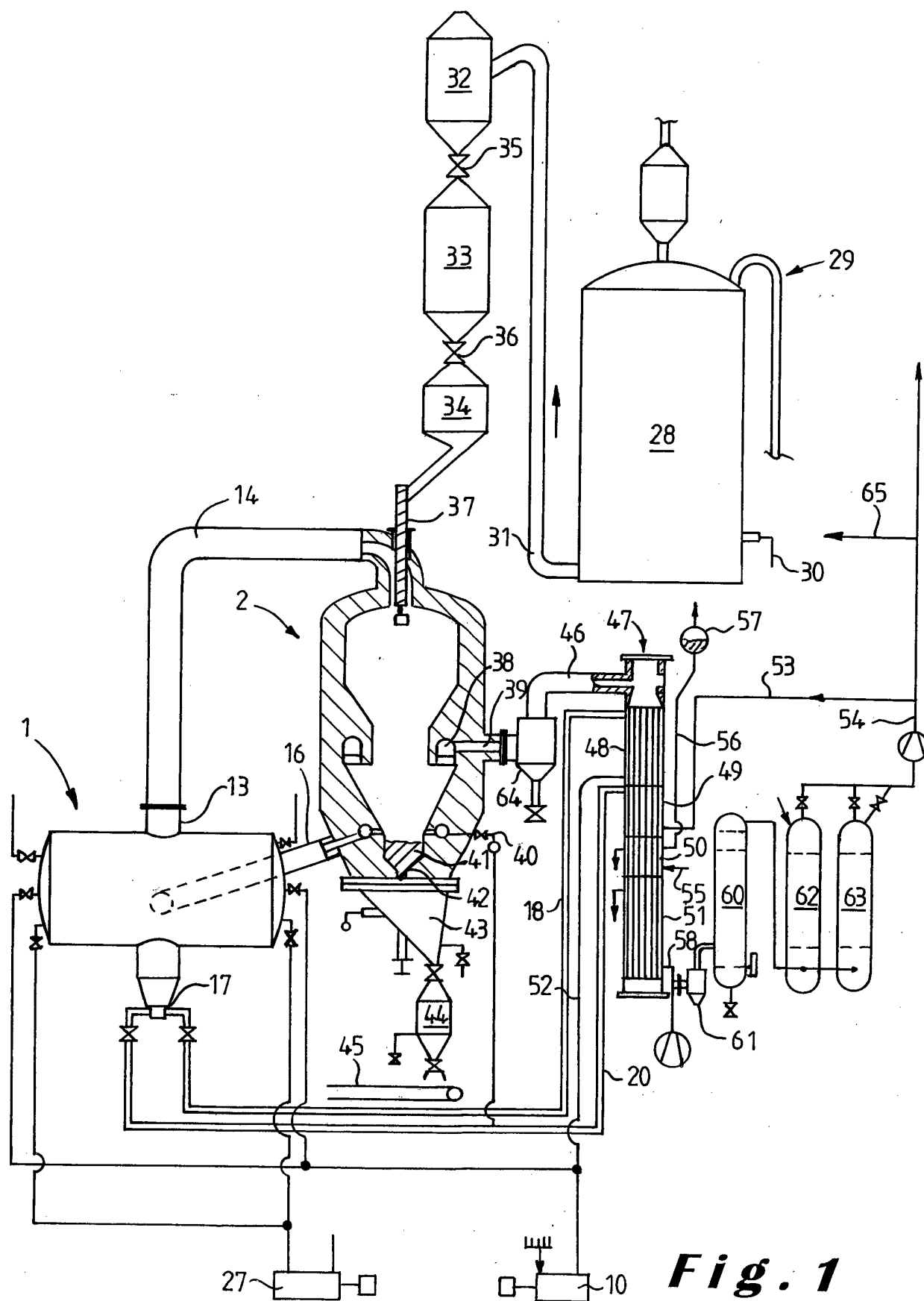


Fig. 1

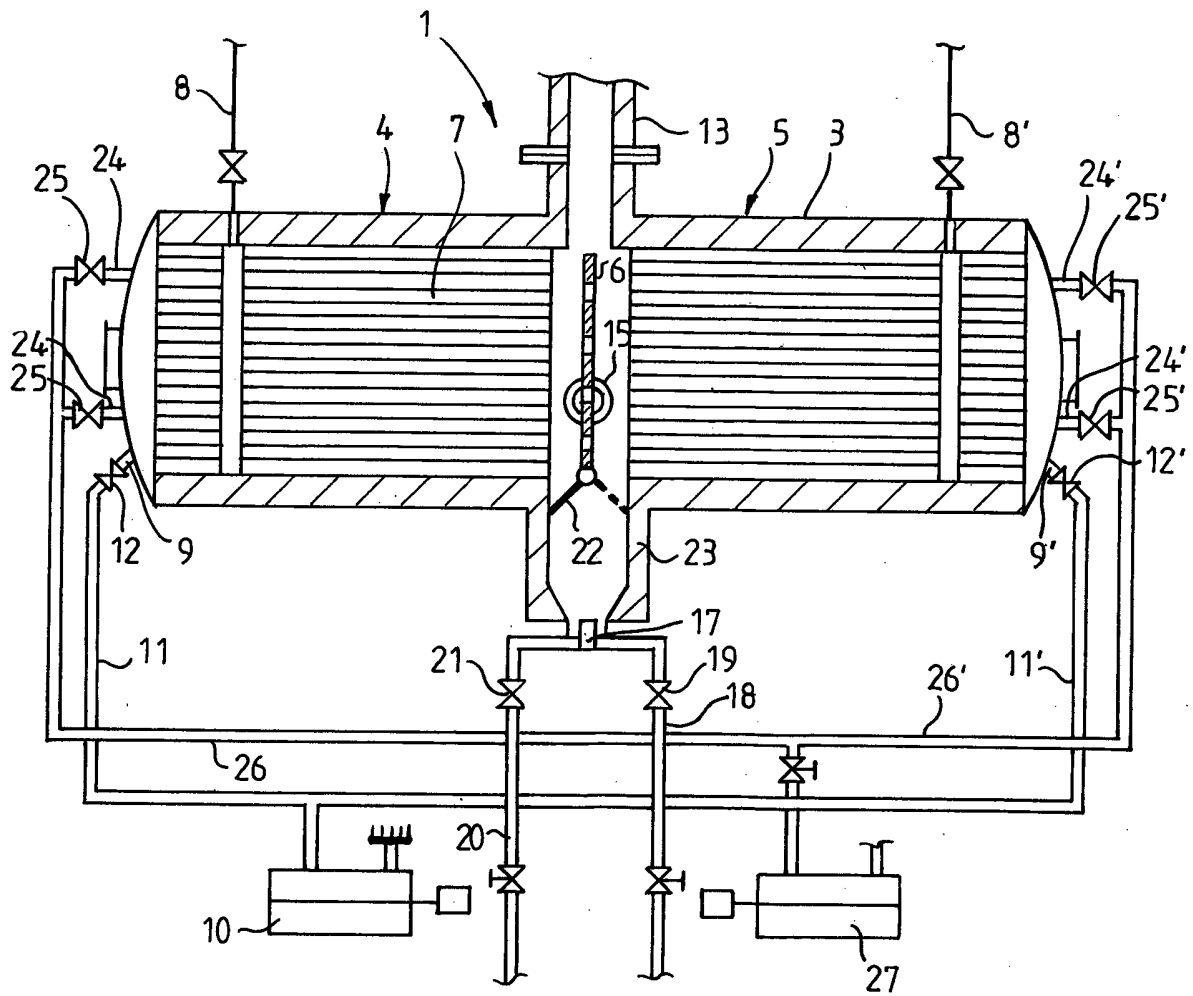


Fig. 2

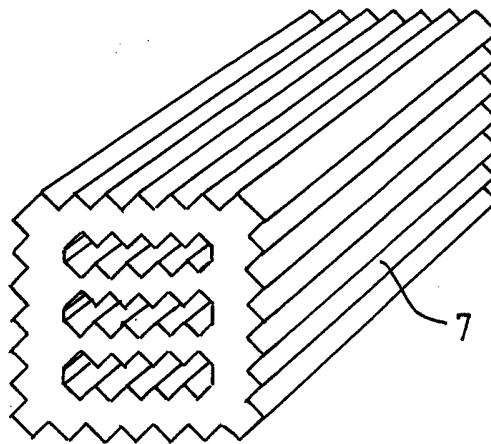
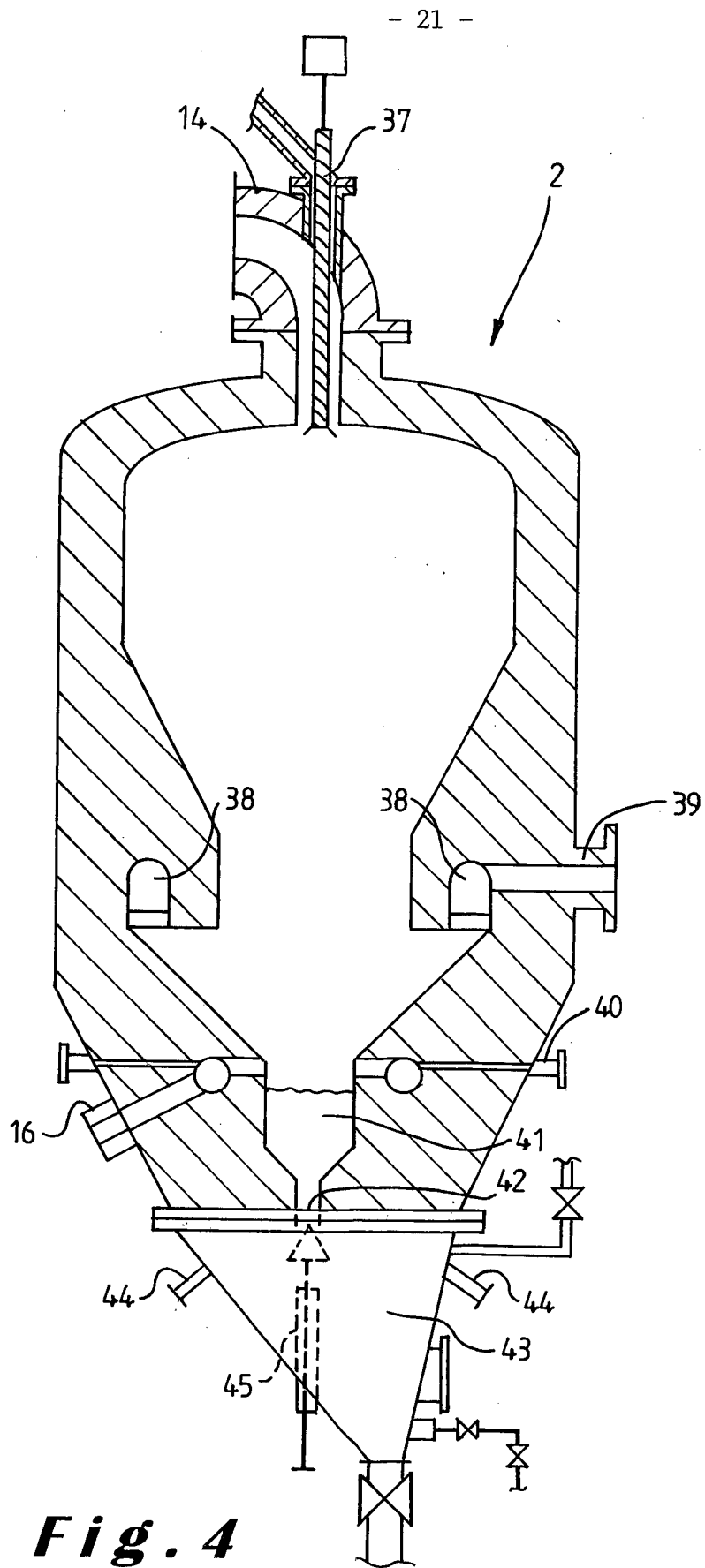


Fig. 3



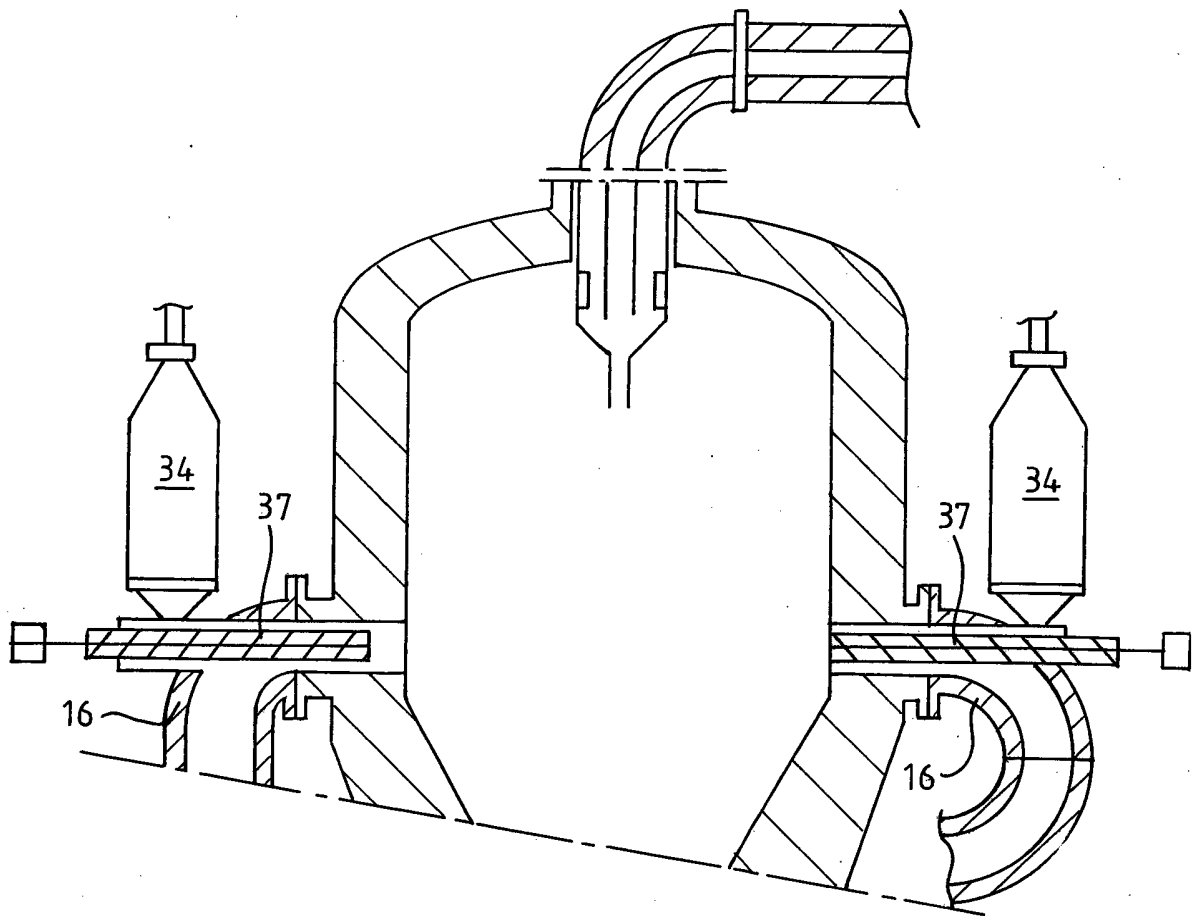


Fig. 5

ABREGE**“Procédé de gazéification de matières carbonées
et dispositif pour sa mise en oeuvre”**

5

Procédé de gazéification de matières carbonées sous forme de particules solides, comprenant un chauffage d'un mélange gazeux formé d'un gaz d'alimentation et de vapeur d'eau dans un réchauffeur (1), une mise en contact, dans un réacteur de gazéification sous pression (2), des particules de matières carbonées et dudit mélange gazeux chauffé avec formation d'un gaz de réaction brut et de cendres non brûlées, une alimentation séparée du réchauffeur en vapeur d'eau, d'une part, et en ledit gaz d'alimentation, d'autre part, un prélevement séparé, hors du réchauffeur, dudit mélange gazeux en (13) et d'une partie dudit gaz d'alimentation à l'état sec en (16), et dans le réacteur de gazéification, une injection de ce gaz d'alimentation sec et d'un gaz formant avec lui un mélange combustible dans les cendres.

20

Figure 1

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL ETABLI EN VERTU DE L'ARTICLE 21 § 9 DE LA LOI BELGE SUR LES BREVETS D'INVENTION DU 28 MARS 1984

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE		REFERENCE DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE	
		OBEB 138090/CL	
Demande nationale belge n° 2004/0567		Date du dépôt 18 novembre 2004	
		Date de priorité revendiquée	
Déposant (Nom) CLAEYS Pierre			
Date de requête de la recherche de type international		Numéro attribué par l'administration chargée de la recherche internationale SN 44433 BE	
I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous)			
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB Int.CI.7: C10J3/78 C10J3/08 C10J3/26			
II. DOMAINES RECHERCHES			
Documentation minimale consultée			
Système de classification		Symboles de la classification	
Int.CI.7:		C10J	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés			
III. ☐ IL A ETE ESTIME QUE CERTAINES REVENDEICATIONS NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)			
IV. ☐ ABSENCE D'UNITE DE L'INVENTION ET/OU CONSTATATION RELATIVE A L'ETENDUE DE LA RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)			

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

BE 200400567

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 C10J3/78 C10J3/08 C10J3/26

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 C10J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	ES 2 190 689 A1 (DE AZCOITIA Y VILLANUEVA LUIS M. SANTI; RIBESSE JACQUES MAX) 1 août 2003 (2003-08-01) cité dans la demande abrégé; figures colonne 3, ligne 66 - ligne 68 colonne 4, ligne 10 - ligne 13 colonne 5, ligne 17 - ligne 19 colonne 5, ligne 48 - ligne 53 colonne 6, ligne 54 - ligne 57	11-14
A	-----	1-10
A	EP 1 312 662 A (CIRAD-FORET) 21 mai 2003 (2003-05-21) colonne 3, ligne 29 - ligne 33 colonne 3, ligne 55 - colonne 4, ligne 3 colonne 8, ligne 46 - ligne 53 abrégé; figures -----	1-10
	-/--	



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche de type international a été effectivement achevée

30 juin 2005

Date d'expédition du rapport de recherche de type international

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Lapeyrere, J

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

BE 200400567

C.(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 089 329 A (SOCIETE DISTRIGAZ) 21 septembre 1983 (1983-09-21) abrégé; figures page 8, ligne 10 - ligne 14 -----	1-14
A	EP 1 431 373 A (EBARA CORPORATION) 23 juin 2004 (2004-06-23) le document en entier -----	1-14

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n

BE 200400567

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
ES 2190689	A1	01-08-2003	AUCUN
EP 1312662	A	21-05-2003	EP 1312662 A2 21-05-2003
EP 0089329	A	21-09-1983	LU 84001 A1 17-11-1983 LU 84254 A7 22-03-1984 AT 27828 T 15-07-1987 DE 3372106 D1 23-07-1987 EP 0089329 A2 21-09-1983
EP 1431373	A	23-06-2004	BR 0212531 A 24-08-2004 CA 2461716 A1 10-04-2003 EP 1431373 A1 23-06-2004 US 2004244289 A1 09-12-2004 CN 1561381 A 05-01-2005 WO 03029390 A1 10-04-2003 JP 2003238973 A 27-08-2003