

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 964 114

21 N° d'enregistrement national : 11 57766

51 Int Cl⁸ : C 10 J 3/20 (2006.01)

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 01.09.11.

30 Priorité : 01.09.10 US 61/379305; 30.09.10 US 61/388496; 09.12.10 US 61/421559.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 02.03.12 Bulletin 12/09.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : STARLIGHT ENERGY HOLDINGS LLC—US.

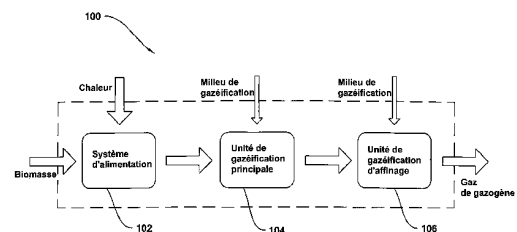
72 Inventeur(s) : KAVANAUGH BART, KENDRICK DONALD W, KUSHNICK STEVEN et BRNCIC PE STEVEN R.

73 Titulaire(s) : STARLIGHT ENERGY HOLDINGS LLC.

74 Mandataire(s) : CABINET CHAILLOT.

54 SYSTEME ET PROCEDE DE GAZEIFICATION DE PRODUITS DE LA BIOMASSE.

57 L'invention concerne un système de gazéification (100) de matières de biomasse. Le système (100) comprend une unité de gazéification (104, 106) destinée à la conversion des matières de biomasse en un gaz et un mécanisme d'alimentation (102) destiné à l'introduction des matières de biomasse dans l'unité de gazéification (104, 106). L'unité de gazéification (104, 106) comprend une pluralité d'orifices d'injection de milieu de gazéification et de biomasse répartis sur une longueur verticale de l'unité de gazéification (104, 106) et chacun des différents orifices d'injection ayant un angle d'injection correspondant. Les angles d'injection comprennent au moins l'un d'un angle tangentiel vers le haut et d'un angle tangentiel vers le bas.



FR 2 964 114 - A1



SYSTEME ET PROCEDE DE GAZEIFICATION DE PRODUITS DE LA
BIOMASSE

5 La présente invention porte de manière générale
sur des systèmes et sur des procédés de conversion d'une
matière biologique en énergie, et, plus particulièrement,
sur un système et sur un procédé de gazéification de la
biomasse qui rendent minimale la production de goudron et
10 rendent maximal un épuisement de charbon et un pouvoir
calorifique de gaz de gazogène résultant.

 Entre 1988 et 2008, le nombre de décharges aux
Etats-Unis a chuté de soixante-dix-sept pour cent (77 %)
sur la base d'un Rapport Municipal sur les Déchets Solides
15 émis par l'Agence de Protection de l'Environnement (EPA)
des Etats-Unis. Le prix payé aux décharges pour qu'elles
prennent en charge les déchets (« redevance de
déversement ») a augmenté de vingt-trois pour cent (23 %)
entre 2002 et 2008, créant un besoin de convertir ces types
20 de matières biologiques de déchets en usages de plus haute
valeur. Pour aider à la réduction du volume de déchets
déposés dans les décharges, l'incinération a été utilisée
mais ne représente pas une option viable à long terme à
cause de ses impacts négatifs sur l'environnement. Par
25 ailleurs, la gazéification, un procédé qui convertit des
matières ou produits carbonés en chaleur et énergie, a
également été utilisée (avec une attention spéciale vis-à-
vis de la sélection des produits de la biomasse) afin de
réduire le volume des matières biologiques de déchets tout
30 en générant simultanément de la chaleur et de l'énergie
utilisables.

 Les systèmes classiques de gazéification de la
biomasse souffrent typiquement de plusieurs problèmes qui

ont actuellement limité leur usage. A cause de ces limitations, des restrictions sur la qualité, la dimension, la teneur en humidité, etc. de la matière biologique doivent être imposées. En outre, les stratégies actuelles
5 de gazéification apportent un contrôle insuffisant sur les étapes et réactions clés de gazéification, générant par là un courant de sortie de « gaz de gazogène » (PG) non-optimisé qui a un faible pouvoir calorifique, qui est riche en goudron et qui favorise un épuisement incomplet de
10 charbon. Ces problèmes peuvent être attribués, dans de nombreuses situations, aux stratégies d'injection et de mélange de matières biologiques brutes et aux conditions non optimales de champ d'écoulement de gazogène. Le PG de faible valeur calorifique ainsi généré est typiquement
15 associé à moins de 70 % de rendement de conversion de gazéification, défini comme le rapport entre la production d'énergie et l'apport en énergie. La construction et les coûts associés à la correction de ces insuffisances peuvent également être prohibitifs. La correction nécessite
20 typiquement un contrôle strict de la matière biologique et/ou un prétraitement coûteux de la matière biologique. La scorification des cendres et la manipulation de matériaux peuvent provoquer en outre des complications supplémentaires et exigent typiquement des matières
25 biologiques « prétraitées » (séchées ou compactées/densifiées). Les coûts associés à de telles matières biologiques de biomasse raffinées sont sensiblement supérieurs à ceux des matières biologiques de plus faible coût et plus facilement disponibles, affectant
30 ainsi de manière défavorable l'économie du système.

Par conséquent, pour corriger ces insuffisances traditionnelles techniques et économiques, il existe un besoin pour un système de gazéification qui produit un

courant amélioré de sortie de gaz de gazogène à partir d'une diversité de matières de biomasse de déchets à « bas pouvoir calorifique », tout en rendant minimaux la production de goudron, l'apport en énergie et le stockage
5 de charbon.

Cette description résume certains aspects des présents modes de réalisation. Les problèmes précédents sont résolus et une avancée technique est réalisée par un système, un procédé et des articles de manufacture
10 conformes à la présente invention, laquelle procure une gazéification améliorée de matières ou produits de la biomasse, tels que des matières biologiques de déchets.

L'un des aspects de l'invention concerne un système de gazéification de matières de biomasse,
15 comprenant une unité de gazéification pour la conversion des matières de biomasse en un gaz, l'unité de gazéification étant configurée pour permettre aux matières de biomasse et aux autres matières contenues dans l'unité de gazéification de se déplacer selon un motif d'écoulement
20 spécifié à une vitesse spécifiée ; et un mécanisme d'alimentation pour introduire les matières de biomasse dans l'unité de gazéification, le mécanisme d'alimentation étant configuré pour accélérer les matières de biomasse à la vitesse spécifiée dans l'unité de gazéification.

25 Un autre aspect concerne un système pour la gazéification de produits de la biomasse. Le système comprend une unité de gazéification pour la conversion des matières de biomasse en un gaz et un mécanisme d'alimentation pour l'introduction des matières de biomasse
30 dans l'unité de gazéification. L'unité de gazéification comprend une pluralité d'orifices d'injection distribués verticalement le long d'un ou de plusieurs emplacements périphériques, c'est-à-dire diamétralement opposés pour une

injection des deux côtés, par exemple, et chacun des différents orifices d'injection possédant un angle d'injection correspondant. Les orifices d'injection injectent tangentielllement un milieu de gazéification et/ou
5 une biomasse dans l'unité de gazéification selon des angles prescrits et les angles d'injection peuvent être orientés horizontalement, vers le haut et/ou vers le bas. Des aspects et des avantages supplémentaires seront connus de l'homme du métier.

10 Un objet de l'invention est un système pour la gazéification de matières de biomasse, caractérisé par le fait qu'il comprend :

- 15 - une unité de gazéification destinée à la conversion des matières de biomasse en un gaz de gazogène, l'unité de gazéification comprenant une pluralité d'orifices d'injection de milieu de gazéification répartis sur une longueur verticale de l'unité de gazéification, et les différents orifices d'injection ayant des angles d'injection qui comprennent au moins l'un d'un angle
20 tangentiel vers le haut et d'un angle tangentiel vers le bas ; et
- un mécanisme d'alimentation destiné à l'introduction des matières de biomasse dans l'unité de gazéification.

25 Selon une caractéristique particulière, le système peut en outre comprendre une autre unité de gazéification ou une unité d'affinage située en aval de l'unité de gazéification, l'unité d'affinage servant à séparer des particules de charbon et de cendres du gaz et à terminer le procédé de gazéification.

30 Selon une autre caractéristique particulière, le système peut en outre comprendre une alimentation de retour de l'autre unité de gazéification ou de l'unité d'affinage à l'unité de gazéification afin de renvoyer des particules

de charbon à l'unité de gazéification pour une gazéification supplémentaire et/ou des particules de cendres pour une séparation.

Le mécanisme d'alimentation peut comprendre un
5 mécanisme de séchage.

Selon une caractéristique particulière, le système peut en outre comprendre un corps central axisymétrique à une extrémité interne inférieure de l'unité de gazéification afin de réduire la dimension globale des
10 unités.

Le milieu de gazéification peut être l'un parmi l'air, l'oxygène, la vapeur d'eau et l'eau et toute combinaison de ceux-ci.

Le mécanisme d'alimentation peut être un
15 mécanisme intégré de séchage et d'alimentation.

Le mécanisme d'alimentation peut comprendre un système d'injection rotatif, dont la vitesse de rotation est apte à générer des vitesses d'injection élevées des matières de biomasse dans l'unité de gazéification.

20 Un autre objet de l'invention est un système de gazéification de matières de biomasse, caractérisé par le fait qu'il comprend :

- une unité de gazéification destinée à la conversion des matières de biomasse en un gaz, l'unité de gazéification
25 étant configurée pour permettre aux matières de biomasse et à d'autres matières contenues à l'intérieur de l'unité de gazéification de se déplacer selon un motif d'écoulement spécifié à une vitesse spécifiée ; et
- un mécanisme d'alimentation destiné à l'introduction des
30 matières de biomasse dans l'unité de gazéification, le mécanisme d'alimentation étant configuré pour accélérer les matières de biomasse à la vitesse spécifiée dans l'unité de gazéification.

Le mécanisme d'alimentation peut être configuré pour accélérer les matières de biomasse dans une direction qui est tangentielle au motif d'écoulement spécifié de l'unité de gazéification.

5 Selon une caractéristique particulière, le système peut en outre comprendre une autre unité de gazéification ou une unité d'affinage située en aval de l'unité de gazéification, l'unité d'affinage servant à séparer des particules de charbon et de cendres du gaz et à
10 terminer le procédé de gazéification.

 Selon une autre caractéristique particulière, le système peut en outre comprendre une alimentation de retour de l'autre unité de gazéification ou unité d'affinage à l'unité de gazéification principale afin de renvoyer des
15 particules de charbon à l'unité principale en vue d'une gazéification supplémentaire.

 Le mécanisme d'alimentation peut comprendre un mécanisme de séchage.

 Selon une autre caractéristique particulière, le
20 système peut en outre comprendre un corps central axisymétrique à une extrémité inférieure interne de l'unité de gazéification.

 Le milieu de gazéification peut être l'un parmi l'air, l'oxygène, la vapeur d'eau et l'eau et toute
25 combinaison de ceux-ci.

 Le mécanisme d'alimentation peut être un mécanisme intégré de séchage et d'alimentation.

 Le motif et la vitesse d'écoulement spécifiés peuvent créer un haut niveau de turbulence à l'intérieur de
30 l'unité de gazéification.

 Le motif et la vitesse d'écoulement spécifiés peuvent amener les matières de biomasse injectées dans

l'unité de gazéification à suivre un trajet d'écoulement tridimensionnel toroïdal et hélicoïdal.

Le trajet d'écoulement toroïdal et hélicoïdal peut permettre un temps de séjour élevé pour les matières
5 de biomasse à l'intérieur de l'unité de gazéification pour une réduction/minimisation de goudron.

Un autre objet de l'invention est un procédé de gazéification de matières de biomasse, caractérisé par le fait qu'il comprend :

- 10 - le séchage des matières de biomasse ;
- l'introduction des matières de biomasse séchées dans une première unité de gazéification, l'unité de gazéification comprenant une chambre principale limitée par des parois internes, un orifice d'entrée et une
15 pluralité d'orifices d'injection de milieu de gazéification ;
- la gazéification des produits de la biomasse séchés afin de créer un gaz de gazogène ;
- l'introduction du gaz de gazogène de la première unité
20 de gazéification à une seconde unité de gazéification ;
et
- la filtration et le refroidissement du gaz de gazogène provenant de la seconde unité de gazéification.

Selon une autre caractéristique particulière, le
25 système peut en outre comprendre un mécanisme pneumatique d'alimentation de biomasse qui utilise une partie du milieu de gazéification pour accélérer la biomasse dans l'unité de gazéification principale ou d'affinage dans des conditions de vitesse locale et de champ d'écoulement tourbillonnant
30 existant à l'intérieur de l'unité de gazéification principale ou d'affinage.

Les surfaces intérieures du mécanisme d'alimentation peuvent consister essentiellement en des

surfaces intérieures lisses et arrondies afin de réduire la turbulence, les zones de recirculation et le temps de séjour à l'intérieur du mécanisme d'alimentation.

D'autres aspects, avantages et bénéfices de l'invention seront plus facilement compris à la lecture de la description détaillée suivante, prise conjointement avec les dessins annexés.

Sur ces dessins :

- 10 - la Figure 1 est un schéma fonctionnel illustrant une partie d'un système de gazéification de biomasse conformément à un mode de réalisation de la présente invention ;
- 15 - la Figure 2 est un diagramme schématique du système de gazéification de biomasse de la Figure 1 associé à un accumulateur de gaz de gazogène qui introduit le gaz de gazogène dans un moteur à combustion (combustion interne - allumage commandé, diesel - allumage par compression et/ou turbine à gaz) qui entraîne à son tour un
20 générateur électrique conformément à la présente invention ;
- la Figure 3 illustre une vue en perspective du système
25 de gazéification de la Figure 1 ;
- la Figure 4 illustre une vue en élévation de certains composants du système de gazéification de la Figure 3, certains de ces composants étant représentés en coupe ;
- 30 - la Figure 5 illustre une vue de côté d'une seconde unité de gazéification de l'unité de gazéification de la Figure 2 conformément à la présente invention ;

- la Figure 6 est un organigramme illustrant un procédé de gazéification de matières de biomasse conformément à l'invention ;

5

- la Figure 7 illustre une vue en coupe d'un autre mode de réalisation de la première unité de gazéification qui comprend un corps central axisymétrique proche du bas conformément à la présente invention ;

10

- la Figure 8 illustre des vues de côté d'une pluralité de corps centraux axisymétriques conformément à la présente invention ;

15 - la Figure 9 illustre une vue en coupe d'un autre mode de réalisation d'un mécanisme d'alimentation pour l'introduction de matières de biomasse dans une unité de gazéification conformément à la présente invention ; et

20 - la Figure 10 illustre une vue en coupe d'un autre mode de réalisation d'un mécanisme d'alimentation pour l'introduction de matières de biomasse dans une unité de gazéification conformément à la présente invention.

25 Bien que la présente invention peut être mise en œuvre dans des formes variées, sont représentés sur les dessins et seront décrits ci-après certains modes de réalisation à titre d'exemples et non limitatifs, en considérant que la présente divulgation doit être
30 considérée comme une exemplification de l'invention et n'est pas destinée à limiter l'invention aux modes de réalisation spécifiques illustrés.

Dans cette demande, l'utilisation des disjonctions est entendue comprendre les conjonctions. L'utilisation d'articles définis ou indéfinis n'est pas destinée à indiquer la cardinalité. En particulier, une
5 référence à « l' » objet ou à « un » objet est destinée à désigner également l'un d'une éventuelle pluralité de tels objets.

Les Figures énumérées ci-dessus illustrent les modes de réalisation préférés de l'invention et le
10 fonctionnement de tels modes de réalisation. Lorsque le même élément apparaît dans de multiples Figures, le même chiffre de référence est utilisé pour désigner l'élément ou une partie dans toutes les Figures où il ou elle apparaît. Seules sont représentées et décrites les parties des
15 diverses unités qui sont nécessaires pour fournir une compréhension du mode de réalisation à l'homme du métier. Les parties et éléments non représentés sont classiques et connus dans la technique.

Si l'on se réfère aux Figures 1 et 2, on peut
20 voir que l'on a représenté un mode de réalisation d'un système de gazéification, désigné généralement par 100, pour la conversion d'une variété de matières de biomasse ou de matières en un gaz de gazogène (PG). En général, le système de gazéification 100 comprend, mais sans y être
25 limité, un mécanisme ou système 102 d'alimentation de biomasse, une unité principale de gazogène 104 (aussi appelée dans ce qui suit unité principale de gazéification), un dispositif de gazéification d'affinage et/ou une unité 106 de séparation de particules, une unité
30 d'accumulation 108, un moteur à combustion 110 et une machine de génération d'énergie électrique 112.

Comme on peut mieux le voir sur la Figure 2, le système 102 d'alimentation de biomasse se compose d'un

réservoir de biomasse à trémie 114 et d'une unité 116 de séchage/alimentation de biomasse. La matière de biomasse est placée dans le réservoir à trémie 114 qui alimente l'unité de séchage/alimentation 116, qui peut être
5 alimentée par un moteur (non représenté). L'unité de séchage/alimentation 116 peut être un mécanisme d'alimentation en matières solides standard qui est partiellement ou, de préférence, complètement enfermé, isolé et/ou chauffé de manière externe. L'unité 116 de
10 séchage/alimentation peut revêtir l'une de nombreuses formes comprenant une soupape rotative, un convoyeur horizontal, une vis d'alimentation sans fin rotative ou, de préférence, un tambour rotatif présentant des rouleaux externes. L'unité de séchage/alimentation 116 est, de
15 préférence, enfermée pour optimiser le transfert de chaleur ainsi que pour amorcer et terminer de façon substantielle un procédé de séchage. L'unité de séchage/alimentation 116 peut en outre comprendre une instrumentation (capteurs de température, de pression et/ou d'humidité relative) pour
20 surveiller et s'assurer qu'aucune pyrolyse (c'est-à-dire, une conversion anaérobie de la matière de biomasse en charbon, huiles et gaz) n'est amorcée qui déclencherait sinon prématurément le procédé de gazéification du système
100 et abaisserait le pouvoir calorifique de tout PG
25 résultant. L'instrumentation peut être un ou plusieurs des éléments suivants : des thermocouples et/ou des transducteurs de pression, des dispositifs de mesure de limite inférieure d'explosivité (LEL) et des dispositifs de surveillance d'humidité/point de rosée.

30 Le système d'alimentation de biomasse 102 peut utiliser la chaleur dépensée provenant soit du gaz de gazogène lui-même soit du gaz d'échappement du moteur à combustion interne 110, à la fois dans le réservoir à

trémie 114 et dans l'unité de séchage/alimentation 116, afin d'accomplir le procédé de séchage ou l'étape initiale du procédé de gazéification global à l'étape 602 de la Figure 6. Un progrès ou vitesse d'avancement net(te) de la matière de biomasse à travers l'unité de séchage/alimentation 116 et la longueur de l'unité de séchage/alimentation 116 peuvent être utilisés pour fixer le temps de séjour souhaité de la matière de biomasse à l'intérieur de l'unité de séchage/alimentation 116. Par surveillance et contrôle attentifs de la pression, de la température, du point de rosée et du temps de séjour à l'intérieur de l'unité de séchage/alimentation 116 par une variation de chaleur d'entrée, la teneur en humidité de la matière de biomasse peut être réduite de manière précise à un taux souhaité, de préférence de 8 à 20 % ou de manière davantage préférée de 8 à 15 %, avant d'entrer dans l'unité principale de gazéification 104, réduisant ainsi les besoins en énergie endothermique dans des réactions ultérieures de gazéification. La température, par exemple, devra être maintenue de préférence proche de la température d'évaporation/ébullition de l'eau pour les conditions atmosphériques prescrites (212°F pour une pression d'1 atm, par exemple) tandis que la pression devra, de préférence, ne pas être supérieure à environ 10 % au-dessus de la ligne de base/valeur nominale. Autrement, des preuves de pyrolyse prématurée peuvent être évidentes à l'intérieur de l'unité d'alimentation/séchage. La réduction de l'entrée de chaleur dans l'unité principale de gazéification 104 peut augmenter la valeur énergétique résultante du PG car moins de comburant (à des fins de combustion) sera nécessaire pour maintenir les réactions de gazéification endothermiques à l'intérieur de l'unité principale de gazéification 104, ce

qui réduit à son tour les effets de dilution attribués à la présence d'azote dans le courant d'entrée de comburant.

La teneur en hydrogène du PG peut également être rendue maximale par contrôle de la teneur en humidité des 5 matières de biomasse. Une teneur en hydrogène supérieure peut être souhaitable pour alimenter la mise en œuvre de dispositifs de combustion en aval, tels que le moteur à combustion interne 110. La variation de la teneur en humidité peut être accomplie par variation de la charge 10 d'entrée thermique dans le système d'alimentation de biomasse 102 par des soupapes manuelles et/ou automatiques 202 reliées à des échangeurs de chaleur indirects auxquels il est relié. Une fois séchée, la matière de biomasse est ensuite introduite par l'intermédiaire d'un conduit ou 15 tuyau 120, raccordant l'unité de séchage/alimentation 116 et l'unité de gazéification principale 104, à une entrée ou orifice d'entrée 121 de l'unité de gazéification principale 104 pour un traitement ultérieur, à l'étape 604 de la Figure 6. Une partie inférieure de l'unité de gazéification 20 principale 104 peut être choisie pour la mise en place de l'orifice d'entrée 121 car elle correspond sensiblement à un point à l'intérieur de l'unité de gazéification principale 104 où des inversions d'écoulement interne, des turbulences et vitesses élevées ont lieu. Ces conditions 25 soulèvent par essence la matière de biomasse injectée et l'entraînent dans le champ d'écoulement de gazogène prescrit qui existe à l'intérieur de l'unité de gazéification principale 104. En variante, le point d'injection de biomasse peut être situé à des conditions 30 plus élevées afin de procurer à la biomasse un temps de séjour supérieur et ainsi un temps supérieur pour la gazéification.

En variante, de multiples systèmes d'alimentation peuvent être utilisés pour fournir une redondance dans le cas d'une panne d'une unité unique de séchage/alimentation 116 et pour permettre le remplacement d'un mécanisme d'alimentation défectueux pendant le fonctionnement du système de gazéification 100. Il peut être souhaitable que le ou les systèmes d'alimentation introduisent la matière de biomasse par l'intermédiaire de multiples orifices de la partie inférieure de l'unité de gazéification principale 104 pour apporter une distribution améliorée et une réaction ultérieure de la matière d'alimentation à l'intérieur de l'unité de gazéification principale 104. La matière de biomasse peut être injectée de manière équivalente à des points d'élévation alternatifs dépendant du champ d'écoulement interne généré à l'intérieur de l'unité de gazéification principale 104 à un temps donné pour les raisons énoncées ci-dessus.

Si l'on se réfère maintenant aux Figures 2 à 6, on peut voir que l'unité de gazéification principale 104 est configurée pour accomplir simultanément trois procédés séparés de gazéification pour générer potentiellement un gaz de gazogène de pouvoir calorifique moyen (medium BTU) avec une génération minimale de goudron et de charbon, à l'étape 606 de la Figure 6. Ces trois procédés de gazéification sont : des stratégies de gazéification cyclonique, à vortex et en lit fluidisé. Ces trois procédés de gazéification sont réalisés par les effets combinés d'une génération importante de turbulences internes, d'un motif d'écoulement hautement recirculatoire, toroïdal et inverse et de temps de séjour prolongés à l'intérieur de l'unité de gazéification principale 104. Pour supporter les trois procédés de gazéification séparés, l'unité de gazéification principale 104 comprend des orifices

tangentiels d'entrée ou d'injection d'air 123, des orifices d'injection d'air à angle variable 125 et un brûleur d'amorçage orienté tangentiellement 127. Bien que l'air soit communément utilisé comme milieu de gazéification

5 injecté dans l'unité de gazéification principale 104 par des orifices d'injection 123 et/ou 125, d'autres milieux ou agents de gazéification peuvent être utilisés, tels que, mais sans y être limités, de l'oxygène, de la vapeur d'eau et/ou de l'eau. D'autres caractéristiques fonctionnelles

10 importantes de l'unité de gazéification principale 104 comprennent des orifices d'entretien à entrée inférieure et centrale 129. L'unité de gazéification principale 104 est également isolée et construite de telle manière qu'elle peut être refroidie par le fait de forcer de l'air, de

15 l'azote ou d'autres gaz/milieux à travers un passage annulaire entourant son extérieur ou par l'agent de gazéification lui-même. Les orifices d'injection d'air tangentiels 123 et les orifices d'injection d'air à angle variable 125 sont tous deux répartis sur la totalité de la

20 longueur verticale de l'unité de gazéification principale 104. Les orifices d'injection d'air à angle d'injection variable 125 ont un angle ou une orientation ϕ d'injection préférentiellement vers le bas ou vers le haut, entre zéro et quarante-cinq (45) degrés par rapport à l'horizontale.

25 Tel que représenté, deux ensembles d'orifices d'injection d'air à angle d'injection variable 125 sont formés sur l'unité de gazéification principale 104, un premier ensemble ayant un angle d'injection vers le bas de 22,5 degrés par rapport à la verticale et le second

30 ensemble ayant un angle d'injection vers le bas de 45 degrés par rapport à l'horizontale. Bien que seuls deux ensembles d'orifices d'injection d'air à angle d'injection vers le bas variable soient représentés, tout nombre

approprié d'orifices d'injection d'air à angle d'injection vers le haut et vers le bas variable peut être utilisé. Les orifices d'injection d'air à angle d'injection variable 125 sont, de préférence, diamétralement opposés à l'orifice d'entrée 121. Le brûleur d'amorçage tangentiel 127 est, de préférence, situé près de la partie supérieure de l'unité de gazéification principale 104 (pour permettre un chauffage plus homogène et plus uniforme des parois intérieures) et est utilisé pour chauffer les parois intérieures de l'unité de gazéification principale 104, avant l'amorçage des réactions de gazéification.

Au cours du fonctionnement, la matière de biomasse séchée peut être introduite du système d'alimentation 102 à la partie inférieure 122 de l'unité de gazéification principale 104 après avoir été d'abord mélangée et accélérée avec de l'air de gazéification dans un conduit d'injection de biomasse 120, comme représenté sur la Figure 10. Si l'on se réfère en outre à la Figure 10, on peut voir que le conduit d'injection de biomasse 120 est composé d'un conduit de milieu de gazéification d'entraînement 1002, d'un conduit d'entrée de biomasse 1001 et d'un conduit de sortie combiné 1005. Le conduit de milieu de gazéification 1002 possède, de préférence, un diamètre de 1,3 à 15,2 cm (0,5 à 6 pouces) et est configuré de telle sorte que l'emplacement où le jet d'entraînement du milieu de gazéification s'écoulant vers le bas dans le conduit heurte la paroi intérieure du conduit de sortie combiné 1005 est situé en aval du vertex de coin, adouci de manière aérodynamique 1004. Dans un mode de réalisation préféré, le rapport X^* de la profondeur non dimensionnelle du conduit de gaz d'entraînement se situe entre 1 et 1,9. X^* est défini par la formule x/d_b , où d_b est le diamètre du conduit d'entrée de biomasse 1001 et x

est la profondeur d'insertion du conduit de milieu de gazéification d'entraînement 1002 qui est intégré à l'intérieur du conduit d'entrée de biomasse 1001. De plus, le rapport Y^* de longueur du conduit de sortie combiné est supérieur à 0,3 pour éviter les turbulences et, de préférence, se situe entre 1,25 et 1,9. Y^* est défini par la formule y/d_b où d_b est le diamètre du conduit d'entrée de biomasse 1001 et y est la longueur entre le début du conduit de sortie combiné 1005 et le vertex de coin 1004.

Le conduit d'écoulement vers le bas du milieu de gazéification 1002 est dérivé d'une partie, de préférence inférieure à 10 %, de l'air de gazéification injecté dans l'unité de gazéification principale 104. Le conduit de milieu de gazéification 1002 peut facultativement comprendre une dérivation (non représentée) pour diriger une partie du milieu de gazéification d'entraînement d'entrée (de préférence inférieure à 10 %) jusqu'au conduit d'entrée de biomasse 1001 d'une manière tangentielle afin de diminuer « l'effet de voûte ». L'intérieur du conduit d'injection de biomasse 120 est conditionné de manière très aérodynamique par des bords arrondis 1003 et une expansion et une contraction progressives du diamètre du conduit afin de rendre minimales les zones de génération de turbulence, de séparation d'écoulement et/ou de recirculation. Ces caractéristiques rendent également minimal le temps de séjour de la biomasse dans le conduit 120, ce qui inhibe les réactions de gazéification prématurées si un courant d'entraînement chauffé est utilisé. Le milieu de gazéification, de préférence de l'air, s'écoule vers le bas dans le conduit de milieu de gazéification 1002 et entraîne une biomasse séchée à s'écouler vers le bas dans le conduit d'entrée de biomasse 1001. L'air de gazéification est ajouté très en amont de l'orifice d'entrée 121 pour assurer

un mélange homogène et aéré et assurer qu'une accélération de la matière de biomasse solide/séchée atteigne les conditions/vitesses du champ d'écoulement qui existent à l'intérieur de l'unité de gazéification principale 104.

5 L'injection de la matière de biomasse ayant la vitesse appropriée est critique pour assurer une performance optimisée de l'unité de gazéification principale 104.

En variante, la matière de biomasse peut être introduite dans l'unité de gazéification principale 104
10 sans avoir été mélangée et accélérée au préalable avec de l'air, c'est-à-dire introduite sans assistance de l'air. La matière de biomasse est accélérée et injectée sur les parois préalablement chauffées de l'unité de gazéification principale 104 et suit un trajet d'écoulement toroïdal et
15 hélicoïdal, recirculant plusieurs fois à l'intérieur de l'unité de gazéification principale 104 en fonction de la taille des particules de la matière de biomasse. Les orifices d'entrée d'air orientés tangentiellement et vers le bas 123 et 125 servent conjointement à contrôler
20 étroitement des mécanismes de réactions d'oxydoréduction /procédés de gazéification par addition de quantités précises de comburants à des emplacements stratégiques. La pénétration de comburants et la vitesse d'entrée peuvent être ajustées par l'insertion de divers inserts/(buses) de
25 diamètres inférieur ou supérieur (dispositifs de contraction de zones aérodynamiquement lisses) (non représentés) dans les pénétrations associées aux injections d'entrée de comburants 123 et 125. Ainsi, la quantité de mouvement de l'air ou d'autres milieux de gazéification
30 peut être modifiée à souhait entre les orifices d'injection d'air 123 et 125 pour améliorer le contrôle des divers procédés de gazéification. De l'attention doit être ajoutée, cependant, à ce que ceci n'augmente pas

artificiellement les besoins en énergie de souffleuse résultant par l'augmentation de la perte de charge.

Les injections d'air à angle variable génèrent de fortes forces de fluide qui forcent l'unité de matière de biomasse à suivre un trajet d'écoulement tridimensionnel qui est caractérisé par un mouvement important vers le bas et hélicoïdal qui s'inverse ensuite près de la partie inférieure 122 de l'unité de gazéification principale 104, à proximité de la grille 132. En fonction de la taille des particules, les particules de matière de biomasse peuvent recirculer plusieurs fois avant qu'elles soient suffisamment gazéifiées et sortent de l'unité de gazéification principale 104 par un orifice de sortie à l'extrémité supérieure 124. Des particules plus lourdes de la matière de biomasse peuvent heurter une paroi interne de l'unité de gazéification principale 104 (comme dans un gazéifieur à cyclone standard) et tomber dans la grille inférieure 132, ce par quoi des orifices d'injection d'air inférieurs 123 et/ou des inversions d'écoulement soulèvent rapidement les particules (à la manière d'un gazéifieur à lit fluidisé) et dans certains cas, en fonction de la taille des particules, forcent les particules à recirculer. Le champ d'écoulement recirculatoire ainsi établi assure également une formation minimale de goudron par le fait de forcer les gaz de pyrolyse à recirculer à l'intérieur de l'unité de gazéification principale 104 avant de sortir. Une recirculation continue des gaz et des huiles comme dans un gazéifieur à vortex permet le craquage thermique/la décomposition des goudrons en espèces hydrocarbonées plus légères, diminuant l'usure potentielle du moteur en aval et la perte de niveau de condensat. Après un temps suffisant, de préférence plusieurs centaines de millisecondes, le PG résultant sort de l'unité de gazéification principale 104

par l'intermédiaire de l'orifice de sortie supérieur 124 et est introduit par un tube « d'alimentation » 136 dimensionné de manière appropriée ayant un diamètre intérieur supérieur à 4,4 cm (1,75 pouce) et, de préférence, supérieur à 5,1 cm (2 pouces) pour rendre 5 minimales les pertes de pression par friction, dans l'unité de gazéification d'affinage ou le séparateur de particules en aval.

En plus du PG résultant, des cendres générées 10 sont séparées du PG mature par gravité vers un orifice 135 situé au fond de l'unité de gazéification principale 104 afin d'être collectées et éliminées comme souhaité. Ces cendres collectées peuvent être refroidies et/ou éteintes avec de l'eau ou avec d'autres milieux de capacité 15 thermique élevée et peuvent être utilisées dans diverses matières réfractaires, telles que des tuiles, du ciment et du bitume routier.

L'unité de gazéification principale 104 peut contenir des capteurs (transducteurs de pression statique, 20 thermocouples et/ou capteurs de points de rosée - non représentés) afin de détecter la pression et/ou la température à l'intérieur de l'unité de gazéification principale 104, ainsi que des orifices d'échantillonnage de gaz (non représentés) et un équipement approprié d'analyse 25 de gaz (analyseurs de gaz - non représentés) afin de surveiller le procédé de gazéification, la cinétique de réaction et/ou le pouvoir calorifique du PG résultant. Dans un mode de réalisation préféré, les orifices d'échantillonnage de gaz peuvent être situés après à la 30 fois les unités de gazéification principale et d'affinage 104 et 106. Les mesures prises à partir de ces dispositifs peuvent être utilisées pour optimiser la cinétique de réaction, la température et les temps de séjour dans

l'unité de gazéification principale 104 nécessaires pour améliorer les trois procédés de gazéification.

Le PG mature provenant de l'unité de gazéification principale 104 est ensuite introduit dans
5 l'unité de gazéification d'affinage 106 pour un traitement ultérieur et une séparation de particules par une ligne d'alimentation d'entrée 136, à l'étape 608 de la Figure 6. La conception de l'unité de gazéification d'affinage 106 peut suivre les mêmes pratiques de conception que celles
10 associées à des séparateurs de particules hydrocyclones standards mais peut également être utilisée comme unité secondaire de gazéification, si tel est le souhait, par l'intégration d'un système secondaire d'injection d'air 151 dans sa ligne d'alimentation d'entrée de PG principale 136.
15 Tout comme pour l'unité de gazéification principale 104, l'injection d'air devrait être accomplie très en amont de l'entrée de l'unité de gazéification d'affinage 106 pour assurer un mélange homogène. Une ligne de retour 138 provenant d'une extrémité inférieure 140 de l'unité de
20 gazéification d'affinage 106 et reliée à la partie inférieure 122 de l'unité de gazéification principale 104 près de l'un des orifices d'injection d'air susmentionnés 125 ou à proximité de celle-ci, assure que tout stockage de charbon est réadministré à l'intérieur du procédé. L'angle
25 de pente est supérieur à 30 degrés par rapport à la verticale au point où la ligne de retour 138 (non représentée) est raccordée à l'unité de gazéification principale 104, pour assurer un écoulement continu de cendres et/ou de charbon en retour dans l'unité de
30 gazéification principale, mais au moins de 45 degrés par rapport à la verticale. De manière similaire à l'unité de gazéification principale 104, l'unité de gazéification d'affinage 106 comprend en outre un brûleur d'amorçage 142,

situé près du sommet de l'unité de gazéification d'affinage 106. Tout comme pour l'unité de gazéification principale, le brûleur d'amorçage 142 est utilisé pour préchauffer les parois intérieures de l'unité de gazéification d'affinage 5 106 qui est également équipé d'un orifice d'entretien 143. Au cours fonctionnement, l'unité de gazéification d'affinage 106 agit pour séparer les particules restantes non gazéifiées du gaz PG mature. En plus du charbon réadministré discuté ci-dessus, le procédé de gazéification 10 produit également des cendres, qui sont séparées du PG mature circulant à l'intérieur de l'unité de gazéification d'affinage 106 par gravité vers un orifice 141 situé à une extrémité inférieure de l'unité de gazéification d'affinage en forme d'entonnoir 106.

15 Comme noté ci-dessus, tout en servant de seconde unité de gazéification, l'unité de gazéification d'affinage 106 peut en outre comprendre des orifices d'injection d'air (non représentés) pour ajouter de l'air, de l'oxygène ou de la vapeur d'eau, selon le besoin, au PG circulant ou 20 tourbillonnant afin de convertir davantage de charbon en gaz de gazogène. Comme discuté ci-dessus en rapport avec l'unité de gazéification principale 104, les orifices d'injection d'air peuvent être des orifices d'injection d'air tangentiels et/ou à angle variable, situés, de 25 préférence, à une partie centrale et/ou à une partie supérieure de l'unité de gazéification d'affinage 106 (pour des temps de séjour augmentés) afin de poursuivre davantage la gazéification.

30 Si l'on se réfère aux Figures 2 à 5, on peut voir que tout en fonctionnant comme un séparateur hydrocyclone, l'unité de gazéification d'affinage 106 sert à séparer des particules de matière de biomasse transportées avec le PG mature. A partir de l'unité de gazéification d'affinage

106, les particules de matière de biomasse séparées sont renvoyées vers l'unité de gazéification principale 104 par la ligne de retour 138, à l'étape 610 de la Figure 6. Dans un mode de réalisation, avant d'atteindre l'unité
5 d'accumulation 108, le PG mature est filtré par un premier filtre 146 et ensuite refroidi par une unité d'échange de chaleur 148, à l'étape 612 de la Figure 6. Le PG mature restant est ensuite administré ou introduit dans l'unité d'accumulation 108 par une ligne de PG 144, à l'étape 614
10 de la Figure 6. La chaleur extraite par l'unité d'échange de chaleur 148 à partir du PG mature sert à élever le niveau de température d'une alimentation en air apportée par un ensemble souffleuse d'air 149 afin d'être alimenté à la partie inférieure de l'unité de gazéification principale
15 104 par la ligne 150. Le PG mature refroidi est ensuite introduit dans une deuxième unité d'échange de chaleur 152, une unité de refroidissement/rafraîchissement 154 et ensuite dans un second filtre 156 avant d'entrer dans l'accumulateur 108. De plus, un second ensemble souffleuse
20 d'air 157 peut être utilisé pour introduire de l'air supplémentaire dans l'unité de gazéification principale 104, tel que nécessaire à des fins de refroidissement.

Dans le but de générer de l'énergie électrique, le PG mature accumulé peut être introduit dans un moteur
25 110, qui peut être un moteur à combustion interne alimenté par de l'essence, par un carburateur 111 ou une turbine à gaz de manière équivalente, qui est couplé à son tour à un générateur électrique 112. L'air chaud d'échappement généré par le moteur 110 est introduit par l'intermédiaire d'un
30 troisième échangeur de chaleur 158 pour élever le niveau de température de l'air ou du liquide circulant à l'intérieur de la ligne 160 qui est raccordée au deuxième échangeur de chaleur 152 et peut être utilisé pour chauffer le

refroidisseur liquide et/ou apporter de la chaleur à la trémie d'alimentation de biomasse et à l'unité d'alimentation/séchage.

Un aspect de l'invention est la dimension évolutive du système de gazéification 100 qui peut être développé pour une dimension inférieure à un (1) mégawatt (MWe) et peut être dimensionné pour répondre à des besoins plus importants comprenant des usines, des communautés et/ou des villes. La dimension compacte du système de gazéification 100 peut occuper une petite superficie au sol souhaitable et peut être emballé et facilement déployé dans un véhicule approuvé par le Département des Transports (DOT) d'une localisation à une autre localisation. Le système de gazéification de biomasse autonome 100, qui couple un procédé innovant d'alimentation/séchage aux procédés de génération de gazogène et d'électricité, ne génère pas de coproduits superflus. Le rendement élevé et les exigences à plus faible coût du système (« Opex » et « Capex ») permettent à des bio-raffineries de plus petite taille, distribuées, d'être viables pour des communautés rurales et au-delà, permettant ainsi des alimentations en matières biologiques locales et de tirer parti d'infrastructures existantes pour la génération fiable, au point d'utilisation de chaleur et d'énergie.

Le système de gazéification 100 est configuré pour produire un gaz de gazogène à partir d'une diversité de matières de biomasse ou de matières biologiques renouvelables comprenant, mais n'y étant pas limités, des déchets de traitements alimentaires (FPW), des déchets industriels forestiers (FIW) et des déchets municipaux de végétaux (MGW) afin d'apporter de la chaleur et de l'énergie propres au point d'utilisation pour les industries d'élevage et d'alimentation, pour n'en nommer

que deux. Des exemples spécifiques de matières ou matières biologiques à bas pouvoir calorifique comprennent, mais sans y être limité, des déchets de traitement de noix (noix, noix de pécan, coques d'arachide, etc.), fumier, 5 déchets végétaux, copeaux de bois, etc.

Si l'on se réfère maintenant à la Figure 7, on peut voir que l'on a représenté une vue en coupe d'un autre mode de réalisation de la première unité de gazéification 704, qui comprend un corps central sensiblement conique 706 10 près de la partie inférieure. Comme discuté ci-dessus en référence à la Figure 4, on peut voir que la première unité de gazéification 104 peut également servir de séparateur hydrocyclone. Au cours du fonctionnement, des forces dynamiques intérieures de fluides générées par les 15 injections d'air créent un champ d'écoulement complexe tridimensionnel (3D) qui peut avoir un mouvement en spirale vers le bas de particules de biomasse près des parois internes 139 de l'unité de gazéification 104, et un mouvement en spirale vers le haut le long d'une ligne 20 centrale de l'unité de gazéification 104. Ainsi, les particules de biomasse sont projetées vers les parois externes si elles sont trop grandes pour être portées par le champ d'écoulement. Une fois que les grandes particules de biomasse heurtent les parois internes 139, elles tombent 25 sur la grille inférieure 132 pour être éliminées. Alors que le champ d'écoulement se déplace vers le bas, il y a un point où les inversions de champ d'écoulement se produisent. De plus, lorsque le champ d'écoulement se déplace dans une partie conique vers le bas 145 de l'unité 30 de gazéification principale 104, des vitesses circonférentielles augmentent et des particules de biomasse de plus en plus petites sont progressivement centrifugées vers les parois internes 139. Une fois que les particules

de biomasse de petite taille heurtent les parois internes 139, elles tombent sur la grille inférieure 132 située immédiatement au-dessous puisque la vitesse au niveau des parois 139 est sensiblement nulle.

5 Pour mieux faciliter l'emballage dans un véhicule de transport approuvé par le DOT, l'unité de gazéification principale 104 peut être divisée dans sa dimension globale. Une façon de diviser sa dimension globale est de raccourcir la partie conique inférieure 145 tout en apportant toujours
10 les caractéristiques cycloniques souhaitées de l'unité de gazéification principale 104. Dans le mode de réalisation de la Figure 7, l'unité de gazéification principale 704 comprend un corps central axisymétrique 706 à son extrémité inférieure le long de l'axe central vertical et au-dessus
15 de la grille 732 (la grille à air n'est pas représentée sur la Figure). Par disposition du corps central ou de l'élément 706, l'unité de gazéification principale 704 peut reproduire les caractéristiques de champ d'écoulement du champ d'écoulement discuté ci-dessus dans une forme plus
20 compacte. Ainsi, l'insertion d'un corps central 706 apporte une aérodynamique de champ d'écoulement qui facilite l'obtention de bons rendements de séparation de particules dans une configuration plus compacte. En outre, le champ d'écoulement généré peut être modifié conformément à une
25 situation souhaitée ou à un usage du dispositif par modification de la géométrie ou de la forme du corps central 706. Ainsi, le corps central 706 peut être configuré tel que souhaité dans une pluralité de formes 802 à 820, représentées de profil, tout en étant sensiblement
30 symétrique par rapport à l'axe central vertical, comme représenté sur la Figure 8. Bien que seulement neuf formes différentes soient représentées, un homme du métier

comprendrait que d'autres formes peuvent être utilisées pour la situation de production de gaz souhaitée.

Comme énoncé ci-dessus, la mise en œuvre du système d'alimentation 102 peut prendre une ou plusieurs
5 formes comprenant un convoyeur horizontal, une vis d'alimentation sans fin linéaire, une vis d'alimentation sans fin rotative, une alimentation par gravité et un tambour rotatif ayant des rouleaux externes. Sur la Figure 9, on peut voir que l'on a représenté un autre
10 système d'alimentation de biomasse 900. Le système d'alimentation 900 est un système d'injection rotatif qui comprend une roue à jet centrifuge 902 et des aubes ou des ailettes associées 904. La roue à jet 902 peut être couplée à un moteur ou à un autre mécanisme d'entraînement (non
15 représenté) dont la vitesse de rotation peut être contrôlée selon le souhait, permettant ainsi de contrôler la vitesse/taux d'injection des matières de biomasse dans l'unité de gazéification principale 104. Le système d'alimentation de biomasse 900 peut être fixé ou couplé à
20 une extrémité d'entrée à une volute ou spirale (non représentée) qui fournit les matières de biomasse et est fixée à une extrémité de sortie de l'orifice d'entrée 121 pour injecter les matières de biomasse dans l'unité de gazéification principale 104. Le système d'alimentation de
25 biomasse 900 peut générer des vitesses d'injection élevées pour permettre aux matières de biomasse d'être projetées dans l'unité de gazéification principale 104 et être rapidement entraînées dans le champ d'écoulement cyclonique généré de manière interne. Par un ajustement judicieux des
30 vitesses d'injection, le système d'alimentation de biomasse 900 permet aux matières de biomasse injectées de heurter la paroi interne chaude, accélérant ainsi davantage les réactions de gazéification. Un avantage de l'utilisation du

5 système d'alimentation 900 est que, en raison de son système d'injection rotatif, le procédé d'introduction de matières de biomasse dans l'unité de gazéification principale 104 ne nécessite aucun (ou un minimum de) milieu
10 de gazéification pour accélérer les matières de biomasse à travers l'orifice d'entrée 121. De plus, il peut être souhaitable de contrôler le motif d'alimentation des matières de biomasse par modification de la surface d'entraînement des aubes 904. Par exemple, une aube ayant
15 des parois latérales avec un léger évasement, plutôt que droites, permet à toute particule qui est dirigée latéralement de s'étaler plutôt que d'être contenue dans un canal créé par une aube ayant des bords essentiellement parallèles. Cet étalement latéral des matières de biomasse
lorsqu'elles entrent dans l'unité de gazéification 104 peut accélérer le chauffage des particules de biomasse, accélérant ainsi le procédé de gazéification.

Bien que des modes de réalisation à titre d'exemple de l'invention aient été décrits en détail ci-
20 dessus, l'homme du métier appréciera facilement que de nombreuses modifications supplémentaires sont possibles dans le mode de réalisation à titre d'exemple, sans s'éloigner matériellement des enseignements et avantages
nouveaux de l'invention. Par conséquent, celles-ci et de
25 nombreuses modifications/variantes supplémentaires sont destinées à être comprises dans la portée de cette invention.

REVENDEICATIONS

1 - Système de gazéification (100) de matières de biomasse, caractérisé par le fait qu'il comprend :

- 5 - une unité de gazéification (104, 704) destinée à la conversion des matières de biomasse en un gaz de gazogène, l'unité de gazéification (104, 704) comprenant une pluralité d'orifices d'injection de milieu de gazéification (123, 125) répartis sur une longueur
10 verticale de l'unité de gazéification (104, 704), et les différents orifices d'injection (123, 125) ayant des angles d'injection qui comprennent au moins l'un d'un angle tangentiel vers le haut et d'un angle tangentiel vers le bas ; et
- 15 - un mécanisme d'alimentation (102) destiné à l'introduction des matières de biomasse dans l'unité de gazéification (104, 704).

2 - Système (100) selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre une autre
20 unité de gazéification ou une unité d'affinage (106) située en aval de l'unité de gazéification (104, 704), l'unité d'affinage (106) servant à séparer des particules de charbon et de cendres du gaz et à terminer le procédé de gazéification.

25 3 - Système (100) selon la revendication 2, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre une alimentation de retour de l'autre unité de gazéification ou de l'unité d'affinage (106) à l'unité de gazéification (104, 704) afin de renvoyer des particules de charbon à
30 l'unité de gazéification (104, 704) pour une gazéification supplémentaire et/ou des particules de cendres pour une séparation.

4 - Système (100) selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le mécanisme d'alimentation (102) comprend un mécanisme de séchage (116).

5 - Système (100) selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre un corps central axisymétrique (706) à une extrémité interne inférieure de l'unité de gazéification (704) afin de réduire la dimension globale des unités.

6 - Système (100) selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le milieu de gazéification est l'un parmi l'air, l'oxygène, la vapeur d'eau et l'eau et toute combinaison de ceux-ci.

7 - Système (100) selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le mécanisme d'alimentation (102) est un mécanisme intégré de séchage et d'alimentation (116).

8 - Système (100) selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le mécanisme d'alimentation (102) comprend un système d'injection rotatif, dont la vitesse de rotation est apte à générer des vitesses d'injection élevées des matières de biomasse dans l'unité de gazéification (104, 704).

9 - Système de gazéification (100) de matières de biomasse, caractérisé par le fait qu'il comprend :

- 25 - une unité de gazéification (104, 704) destinée à la conversion des matières de biomasse en un gaz, l'unité de gazéification (104, 704) étant configurée pour permettre aux matières de biomasse et à d'autres matières contenues à l'intérieur de l'unité de gazéification (104, 704) de se déplacer selon un motif d'écoulement spécifié à une vitesse spécifiée ; et
- 30 - un mécanisme d'alimentation (102) destiné à l'introduction des matières de biomasse dans l'unité de

gazéification (104, 704), le mécanisme d'alimentation (102) étant configuré pour accélérer les matières de biomasse à la vitesse spécifiée dans l'unité de gazéification (104, 704).

5 10 - Système (100) selon la revendication 9, caractérisé par le fait que le mécanisme d'alimentation (102) est configuré pour accélérer les matières de biomasse dans une direction qui est tangentielle au motif d'écoulement spécifié de l'unité de gazéification (104,
10 704).

 11 - Système (100) selon la revendication 9, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre une autre unité de gazéification ou une unité d'affinage (106) située en aval de l'unité de gazéification (104, 704), l'unité
15 d'affinage (106) servant à séparer des particules de charbon et de cendres du gaz et à terminer le procédé de gazéification.

 12 - Système (100) selon la revendication 11, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre une
20 alimentation de retour de l'autre unité de gazéification ou de l'unité d'affinage (106) à l'unité de gazéification principale (104, 704) afin de renvoyer des particules de charbon à l'unité principale (104, 704) en vue d'une gazéification supplémentaire.

25 13 - Système (100) selon la revendication 9, caractérisé par le fait que le mécanisme d'alimentation (102) comprend un mécanisme de séchage (116).

 14 - Système (100) selon la revendication 9, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre un corps
30 central axisymétrique (706) à une extrémité inférieure interne de l'unité de gazéification (704).

 15 - Système (100) selon la revendication 9, caractérisé par le fait que le milieu de gazéification est

l'un parmi l'air, l'oxygène, la vapeur d'eau et l'eau et toute combinaison de ceux-ci.

16 - Système (100) selon la revendication 9, caractérisé par le fait que le mécanisme d'alimentation
5 (102) est un mécanisme intégré de séchage et d'alimentation (116).

17 - Système (100) selon la revendication 9, caractérisé par le fait que le motif et la vitesse d'écoulement spécifiés créent un haut niveau de turbulence
10 à l'intérieur de l'unité de gazéification (104, 704).

18 - Système (100) selon la revendication 9, caractérisé par le fait que le motif et la vitesse d'écoulement spécifiés amènent les matières de biomasse injectées dans l'unité de gazéification (104, 704) à suivre
15 un trajet d'écoulement tridimensionnel toroïdal et hélicoïdal.

19 - Système (100) selon la revendication 18, caractérisé par le fait que le trajet d'écoulement toroïdal et hélicoïdal permet un temps de séjour élevé pour les
20 matières de biomasse dans l'unité de gazéification (104, 704) pour la réduction/minimisation de goudron.

20 - Procédé de gazéification de matières de biomasse, caractérisé par le fait qu'il comprend :

- le séchage des matières de biomasse ;
- 25 - l'introduction des matières de biomasse séchées dans une première unité de gazéification (104, 704), l'unité de gazéification (104, 704) comprenant une chambre principale limitée par des parois internes, un orifice d'entrée (121) et une pluralité d'orifices d'injection
30 de milieu de gazéification (123, 125);
- la gazéification des produits de biomasse séchés pour créer un gaz de gazogène ;

- l'introduction du gaz de gazogène de la première unité de gazéification (104, 704) à une seconde unité de gazéification (106) ; et
- la filtration et le refroidissement du gaz de gazogène
5 provenant de la seconde unité de gazéification (106).

21 - Système (100) selon la revendication 9, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre un mécanisme pneumatique d'alimentation de biomasse qui utilise une partie du milieu de gazéification pour
10 accélérer la biomasse dans l'unité de gazéification principale (104, 704) ou d'affinage (106) dans des conditions de vitesse locale et de champ d'écoulement tourbillonnant existant à l'intérieur de l'unité de gazéification principale (104, 704) ou d'affinage (106).

15 22 - Système (100) selon la revendication 21, caractérisé par le fait que les surfaces intérieures du mécanisme d'alimentation (102) consistent essentiellement en des surfaces intérieures lisses et arrondies pour réduire les turbulences, les zones de recirculation et le
20 temps de séjour à l'intérieur du mécanisme d'alimentation (102).

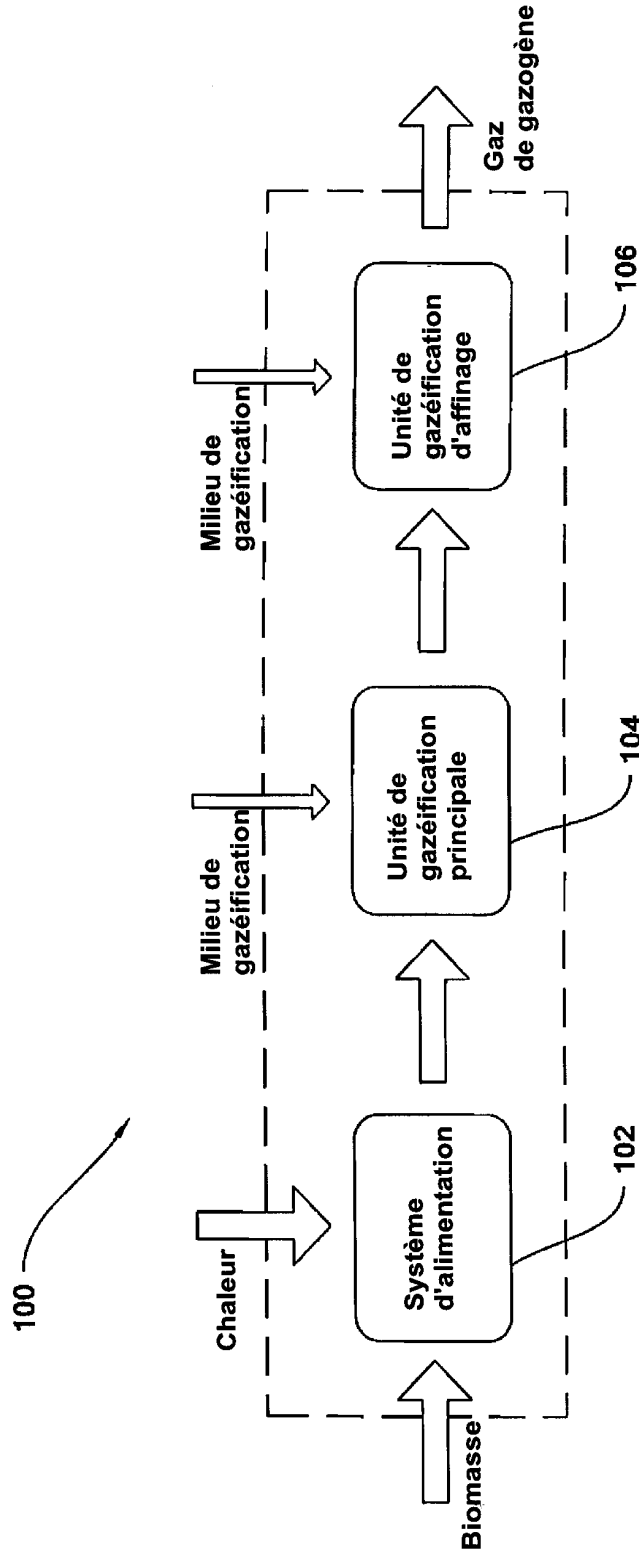


FIG. 1

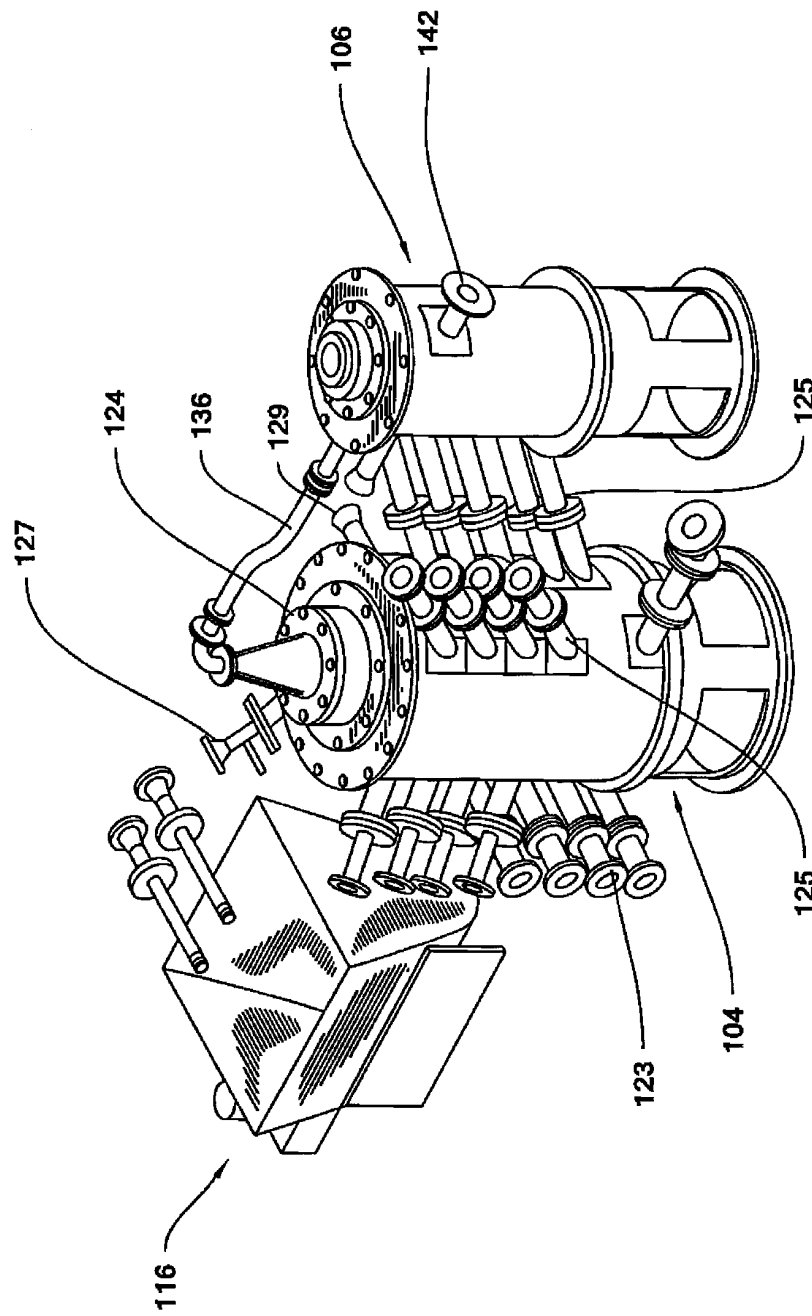


FIG. 3

4/10

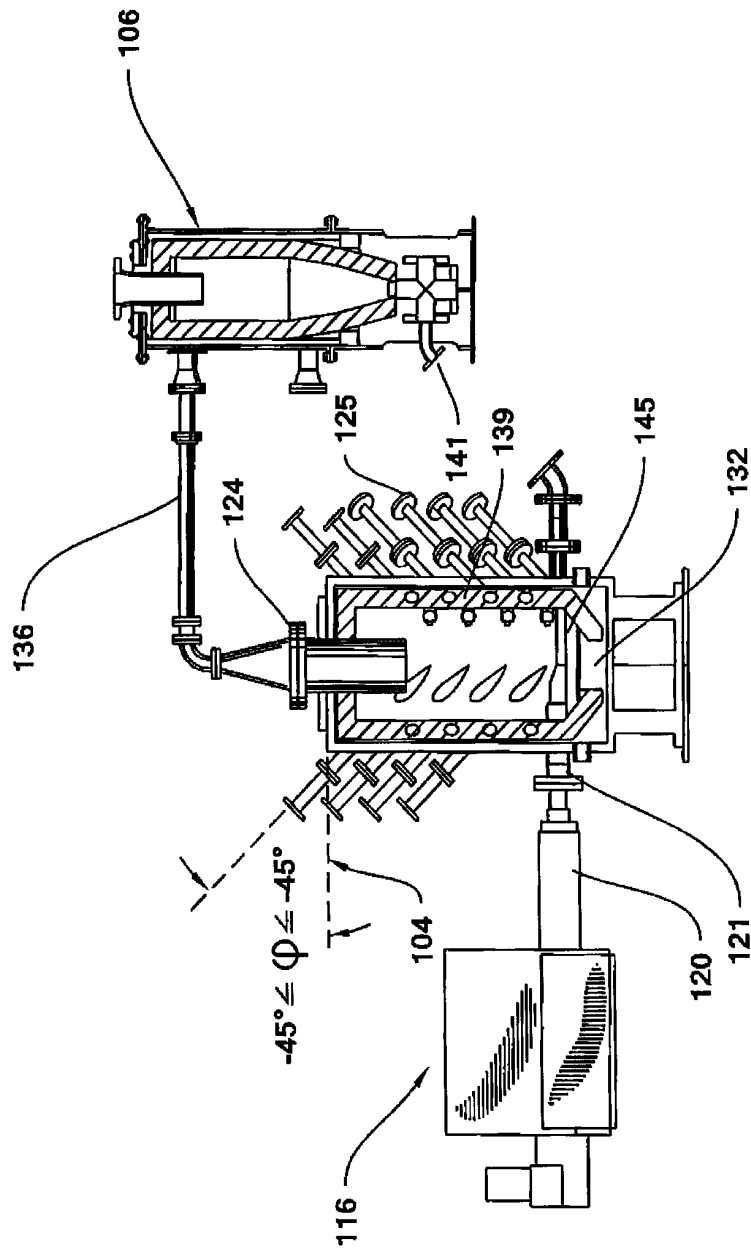


FIG. 4

5/10

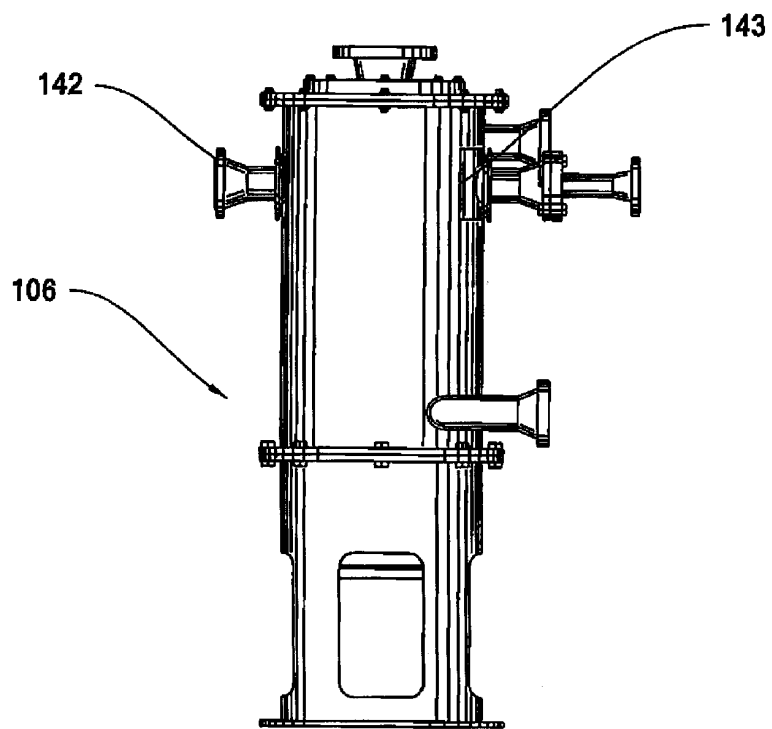


FIG. 5

6/10

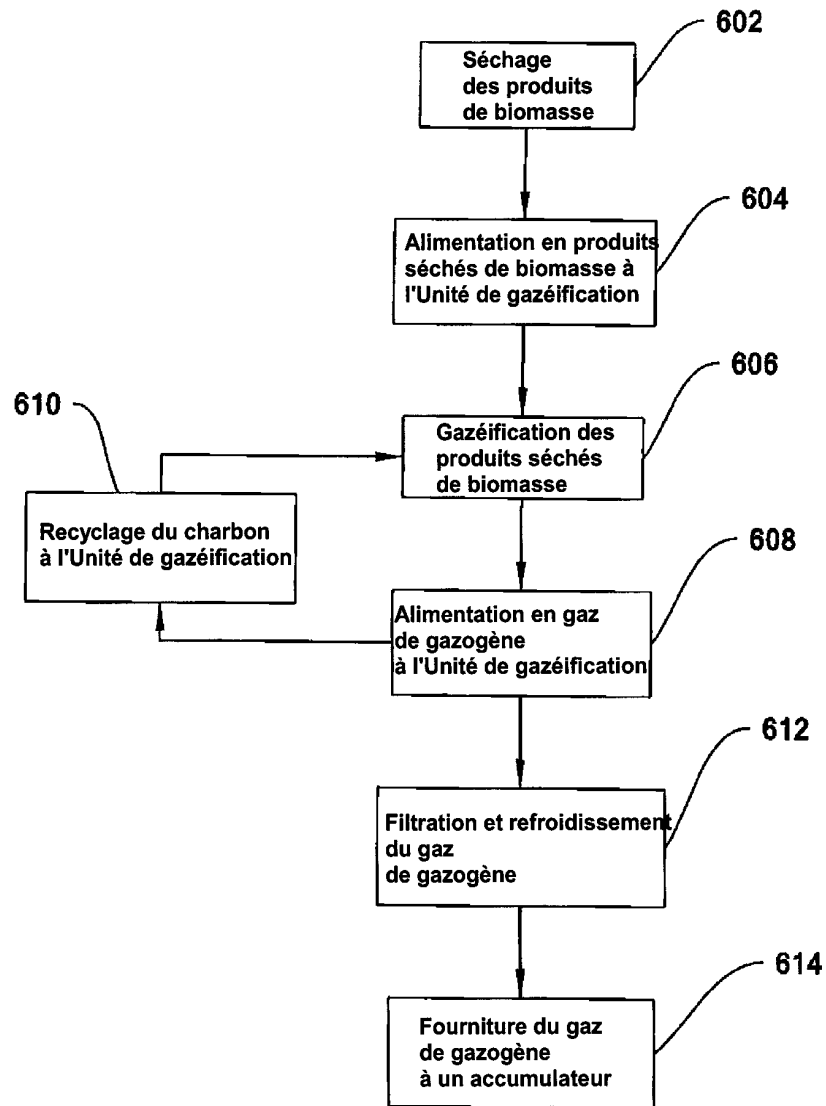


FIG. 6

7/10

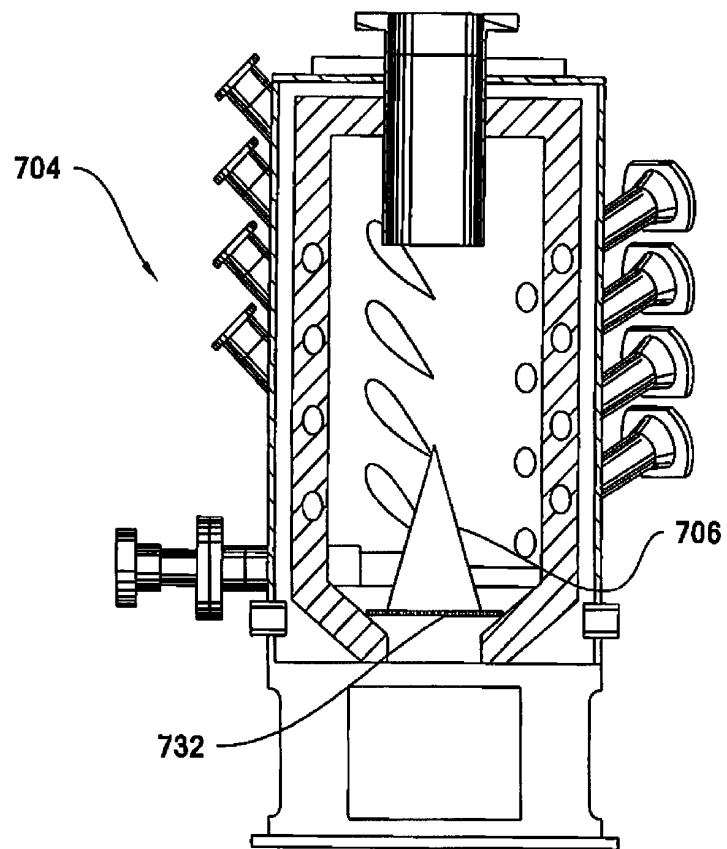


FIG. 7

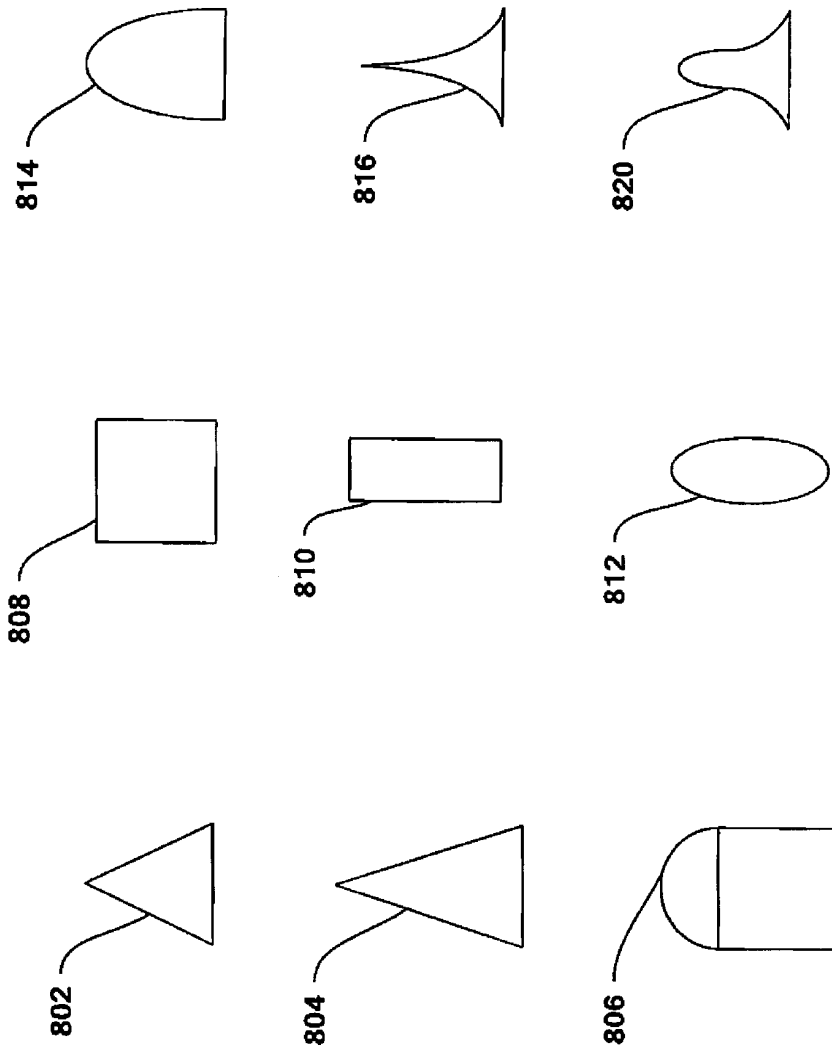


FIG. 8

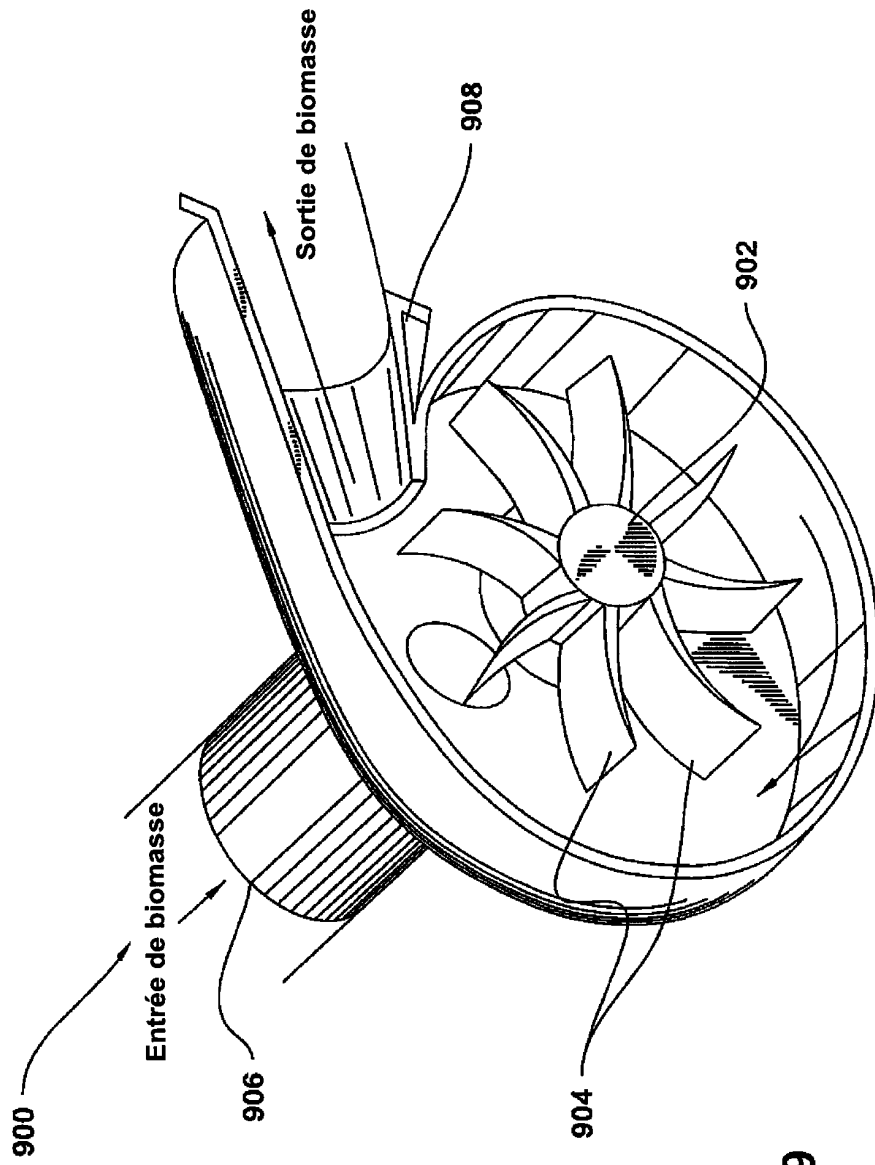


FIG. 9

10/10

