

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 21.04.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 25.10.24 Bulletin 24/43.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : IFP Energies nouvelles (EP) — FR,
TotalEnergies OneTech (SA) — FR, thyssenkrupp
Industrial Solutions AG Société de droit allemande —
DE, AVRIL (SCA) — FR, COMMISSARIAT A L'ENER-
GIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES
(EPIC) — FR, AXENS (SA) — FR et BIONEXT (SAS)
— FR.

72 Inventeur(s) : BOURNAY Laurent, GONNARD
Sebastien, HERAUD Jean-Philippe, MORIN Mathieu et
VOLLAND Eric.

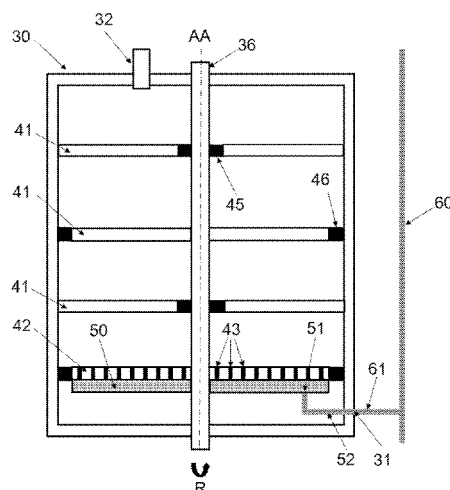
73 Titulaire(s) : IFP Energies nouvelles (EP), TotalEnergies
OneTech (SA), thyssenkrupp Industrial Solutions AG Société
de droit allemande, AVRIL (SCA), COMMISSARIAT A
L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNA-
TIVES (EPIC), AXENS (SA), BIONEXT (SAS).

74 Mandataire(s) : IFP Energies nouvelles.

54 Four à soles multiples pour mettre en contact un solide et un gaz.

57 L'invention concerne un four à soles multiples pour
mettre en contact un solide et un gaz comprenant une en-
ceinte (30), une pluralité de plateaux (41,42) distribués le
long de l'axe longitudinal (AA) de l'enceinte (30), des
moyens pour faire circuler le solide dans l'enceinte (45, 46),
des moyens pour faire circuler le gaz (31, 32, 33, 45, 46, 43,
50, 51, 52) dans l'enceinte (30) comprenant une première
ouverture (32) pour évacuer le gaz de l'enceinte (30) et des
premiers moyens de distribution de gaz (31, 43, 50, 51, 52)
associés à au moins un des plateaux (42), les premiers
moyens de distribution de gaz (31, 43, 50, 51, 52) compren-
nant une pluralité d'orifices (43) aménagés dans le plateau
(42) considéré, une boîte à vent (50) disposée sous le pla-
teau (42), et des moyens pour alimenter en gaz la boîte à
vent (31, 51, 52).

Figure 2 à publier.



Description

Titre de l'invention : Four à soles multiples pour mettre en contact un solide et un gaz

Domaine technique

- [0001] L'invention concerne le domaine des fours à soles multiples (en anglais « multiple hearth furnace ») pour mettre en contact un solide avec un gaz.
- [0002] De manière générale, les fours à soles multiples peuvent être mis en œuvre dans différents types de procédés, incluant de manière non limitative l'incinération de déchets, la calcination pour la fabrication des ciments par exemple, la régénération de charbon actif, ou encore le prétraitement de la biomasse.
- [0003] Plus particulièrement dans le domaine des procédés de transformation de la biomasse, l'objectif est de produire des biocarburants avancés (biogazole et bio-kérosène) par conversion thermochimique de la biomasse lignocellulosique. Les différentes étapes de ce procédé sont notamment (i) le prétraitement, (ii) la gazéification, (iii) le conditionnement du gaz de synthèse et (iv) la synthèse Fisher-Tropsch.
- [0004] La première étape de prétraitement de la biomasse est réalisée afin de préparer la biomasse à sa future injection dans le gazéifieur. Cette étape consiste en le séchage et la dégradation thermique douce du bois appelée torréfaction. Ce prétraitement nécessite un apport de chaleur important pour, tout d'abord élever la température de la biomasse à un niveau adéquat pour la phase de séchage, ensuite éliminer l'eau présente dans la biomasse, enfin élever et maintenir la température de la biomasse sèche à un niveau adéquat pour l'opération de torréfaction. Cet apport de chaleur se fait généralement par contact de la biomasse avec un flux de gaz chaud. Cette étape de prétraitement peut en particulier être réalisée au moyen d'un four à soles multiples. Les fours à soles multiples peuvent alors servir de sécheurs et/ou de torréfacteurs.

Technique antérieure

- [0005] La [Fig.1] présente un exemple de four à soles multiples pour mettre en contact un matériau solide avec un gaz selon l'art antérieur, décrit en tant que tel dans la demande de brevet US2016356548A. Selon cette réalisation, le four (10) est constitué d'un cylindre fermé (11), (12) et (13) comportant 8 plateaux (1) à (8). Un arbre central (15) disposé dans le cylindre est apte à être mis en rotation par un mécanisme (17) autour de l'axe vertical (16). L'arbre permet de mettre en rotation des bras (18), solidaires à l'arbre, comportant des dents (19), les bras étant disposés au-dessus des plateaux. Lors de la rotation de l'arbre, les dents sont mises en mouvement et, en fonction de leur orientation, viennent déplacer le solide soit vers l'intérieur ou soit vers l'extérieur du plateau. Le solide est introduit en tête du four par un conduit (20) et circule vers le bas,

de plateau en plateau, soit par les trous extérieurs (222), (224), (226) et (228) ou par les trous centraux (211), (213), (215) ou (217), avant de quitter le réacteur par un conduit de sortie (24). Le gaz, apportant sa chaleur au solide, est introduit tangentiellement soit en pied du four (mouvement à contre-courant du solide via les orifices 27), soit en tête de four (mouvement à co-courant) et circule à travers les mêmes trous centraux ou périphériques sur chaque plateau. Pendant son cheminement, le gaz cède alors sa chaleur au solide pour réaliser le traitement thermique. Toutefois, le contact entre gaz et solide n'est pas optimal, car le gaz est injecté tangentiellement et vient lécher la surface du solide. La chaleur apportée par le gaz au solide se transfère donc par convection à la surface puis par conduction dans la couche de solide. Afin de favoriser les transferts de chaleur et de matière, la demande de brevet US2016356548 propose de placer des baffles verticaux au-dessus de chaque plateau afin d'augmenter le temps de séjour du gaz et ainsi le temps de contact entre le gaz et le solide. Ce phénomène tend à améliorer les performances du four, mais de manière insuffisante.

[0006] On connaît aussi le document US4050389A, qui concerne un procédé et un dispositif d'incinération des déchets dans un four à soles multiples. Plus précisément, ce document décrit des moyens permettant d'introduire de l'air de manière classique, c'est-à-dire au niveau de la base du four, mais également au niveau des différents plateaux, avec l'objectif d'ajouter suffisamment d'air au niveau de chaque plateau pour maintenir la température sous une limite maximale prédéterminée. Les moyens pour introduire l'air au niveau des plateaux sont sous la forme de buses disposées sur une face latérale du four, au-dessus de chaque plateau. Une telle configuration permet une injection du gaz à différents niveaux du four mais présente l'inconvénient d'avoir une mise en contact limitée entre le solide et le gaz. En effet, dans cette conception, qui a pour objectif un contrôle optimal de l'incinération, le gaz ne pénètre pas au travers du lit de solide, ce qui limite le transfert de chaleur et de matière.

[0007] On connaît également le document US2376177A qui concerne un four à soles multiples comprenant un arbre central rotatif portant des bras au niveau de chaque plateau sur lequel se trouve le matériau solide, lesdits bras étant creux et formés d'ouvertures pour décharger le gaz sur le matériau. Une telle configuration permet une injection du gaz à différents niveaux du four mais présente l'inconvénient d'injecter le gaz au-dessus du solide, et donc d'avoir une mise en contact limitée entre le solide et le gaz car le gaz ne pénètre pas dans le lit de solide.

[0008] On connaît en outre le document US2014298716 qui concerne une installation de traitement de biomasse sous la forme d'un four à soles multiples, comprenant un système d'injection de gaz au niveau de chaque plateau mais avec des ouvertures au niveau des parois latérales du four. De manière optionnelle, afin de mieux contrôler la température et l'homogénéiser, le système d'injection peut être couplé à un système

d'optimisation des échanges thermiques, par exemple sous la forme d'un caloduc reliant la paroi latérale du four et chaque plateau. Toutefois, même dans ce mode de réalisation, l'injection du gaz est réalisée au niveau de la paroi latérale de l'enceinte, ce qui ne permet pas une distribution homogène. Ce document décrit en outre des moyens pour favoriser le mouvement de rotation dans le four, au moyen d'une canne, d'une plaque métallique formant un déflecteur ou d'une ouverture particulière. Dans tous les cas, ces modes de réalisation visent à une diffusion de la chaleur vers le centre de la chambre du four, mais ne favorisent pas une mise en contact entre le solide et le gaz de manière homogène sur le plateau.

[0009] On connaît également le document GB941635A qui concerne un four à soles multiples pour une régénération de charbon actif, comprenant des moyens pour introduire de l'air supplémentaire dans le four au niveau d'une pluralité de points. Toutefois, les solutions techniques divulguées présentent des tubes à air disposés au moins au-dessus des plateaux du four. Une telle configuration présente l'inconvénient d'injecter le gaz au-dessus du solide, et donc d'avoir une mise en contact limitée entre le solide et le gaz. Dans le cas où les tubes à air seraient disposés en-dessous des plateaux du four, cela ne permettrait pas une mise en contact entre le solide et le gaz homogène sur le plateau.

[0010] La présente invention permet de pallier ces inconvénients. En particulier, la présente invention vise à améliorer le contact entre le gaz et le solide lors de l'injection du gaz dans le four, via une distribution du gaz homogène sous la couche de solide pour au moins un des plateaux du four. Cela contribue à une plus grande efficacité des procédés industriels mettant en œuvre des fours à soles multiples pour mettre en contact un solide et un gaz.

Résumé de l'invention

[0011] La présente invention concerne un four à soles multiples pour mettre en contact un solide et un gaz, ledit four comprenant une enceinte d'axe longitudinal vertical en position de service, une pluralité de plateaux disposés dans ladite enceinte et distribués le long dudit axe longitudinal, des moyens pour faire circuler le solide dans ladite enceinte, et des moyens pour faire circuler le gaz dans ladite enceinte comprenant au moins une première ouverture aménagée dans une paroi de ladite enceinte pour évacuer le gaz de ladite enceinte.

[0012] Selon l'invention, lesdits moyens pour faire circuler le gaz dans ladite enceinte comprennent en outre des premiers moyens de distribution de gaz dans ledit four associés à au moins un desdits plateaux, lesdits premiers moyens de distribution de gaz associés à au moins un desdits plateaux comprenant une pluralité d'orifices aménagés dans ledit au moins un plateau, une boîte à vent disposée sous ledit au moins un plateau et en

communication fluidique avec ledit plateau, et des moyens pour alimenter en gaz ladite boîte à vent.

- [0013] Selon une mise en œuvre de l'invention, lesdits premiers moyens de distribution de gaz dans ledit four peuvent être associés à chacun desdits plateaux dudit four.
- [0014] Selon une mise en œuvre de l'invention, le nombre d'orifices dudit au moins un plateau associé auxdits premiers moyens de distribution de gaz peut être compris entre 5 et 60 par m², préférentiellement entre 8 et 40 par m², et très préférentiellement entre 10 et 30 par m².
- [0015] Selon une mise en œuvre de l'invention, un lit de particules peut être disposé sur une surface dudit au moins un plateau associé auxdits premiers moyens de distribution de gaz.
- [0016] Selon une mise en œuvre de l'invention, lesdites particules dudit lit de particules peuvent être des particules de sable, des billes de verre concassé ou des billes de verre brutes, des particules formées à base de zéolithe naturelle ou synthétique, à base d'alumine, ou à base de résines ou de plastique.
- [0017] Selon une mise en œuvre de l'invention, lorsque ledit solide se présente sous la forme de particules, lesdits orifices dudit au moins un plateau associé auxdits premiers moyens de distribution de gaz peuvent être dimensionnés de manière à respecter un critère prédéfini et exprimé selon une formule du type :
- [0018] $\Delta P_P = a \cdot \Delta P_S$
- [0019] dans laquelle ΔP_P est la perte de charge du gaz en sortie desdits orifices aménagés dans ledit plateau, ΔP_S est la perte de charge du gaz en sortie dudit solide sous la forme de particules disposées sur ledit plateau, et a est un coefficient de proportionnalité compris entre 0,01 et 0,7, préférentiellement entre 0,05 et 0,5 et plus préférentiellement entre 0,1 et 0,4.
- [0020] Selon une mise en œuvre de l'invention, lesdits orifices dudit au moins un plateau associé auxdits premiers moyens de distribution de gaz peuvent être dimensionnés pour permettre une vitesse de gaz dans lesdits orifices comprise entre 0,1 et 20 m/s, préférentiellement entre 0,5 et 10 m/s, et très préférentiellement entre 0,8 et 5 m/s.
- [0021] Selon une mise en œuvre de l'invention, ledit four peut comporter en outre des deuxièmes moyens de distribution de gaz dans ledit four, comportant au moins une ouverture aménagée dans une paroi de ladite enceinte et configurés pour une alimentation en gaz directement dans ladite enceinte.
- [0022] Selon une mise en œuvre de l'invention, lesdits premiers moyens de distribution de gaz associés à au moins un desdits plateaux peuvent comprendre une deuxième ouverture aménagée dans une paroi de ladite enceinte, un conduit muni optionnellement d'une vanne ou d'un clapet anti-retour, ledit conduit reliant ladite deuxième ouverture à un circuit extérieur d'alimentation en gaz.

- [0023] Selon une mise en œuvre de l'invention, lesdits moyens pour faire circuler le solide dans ladite enceinte peuvent comprendre un arbre passant par ledit axe longitudinal de ladite enceinte pour mettre en rotation des moyens pour déplacer le solide sur chacun desdits plateaux, lesdits moyens pour déplacer le solide sur chacun desdits plateaux pouvant comprendre un bras de raclage.
- [0024] Selon une mise en œuvre de l'invention, lesdits moyens pour faire circuler le solide dans ladite enceinte peuvent comprendre des ouvertures aménagées sur lesdits plateaux, lesdites ouvertures aménagées sur lesdits plateaux pouvant être configurées de manière à ce que lesdits plateaux présentent alternativement soit une ouverture centrale soit une ouverture périphérique pour permettre un cheminement du solide d'un plateau à un autre lorsque ledit four est en fonctionnement.
- [0025] L'invention concerne en outre un procédé de séchage et/ou de torréfaction d'un solide du type d'une charge biomasse, ledit procédé étant mis en œuvre au moyen du four à soles multiples selon l'un quelconque des modes de réalisation décrits ci-dessus.
- [0026] D'autres caractéristiques et avantages du four à soles multiples et du procédé selon l'invention, apparaîtront à la lecture de la description ci-après d'exemples non limitatifs de réalisation, en se référant aux figures annexées et décrites ci-après.

Liste des figures

[Fig 1]

- [0027] La [Fig.1] présente un exemple de four à soles multiples pour mettre en contact un matériau solide avec un gaz selon l'art antérieur.

[Fig 2]

- [0028] La [Fig.2] illustre de manière schématique et non limitative un premier mode de réalisation du four à soles multiples selon l'invention, dans un fonctionnement à contre-courant .

[Fig 3]

- [0029] La [Fig.3] illustre, de manière schématique et non limitative, une première variante du mode de réalisation de la [Fig.2].

[Fig 4]

- [0030] La [Fig.4] illustre, de manière schématique et non limitative, une deuxième variante du mode de réalisation de la [Fig.2].

[Fig 5]

- [0031] La [Fig.5] illustre, de manière schématique et non limitative, une évolution de la variante de la [Fig.4].

[Fig 6]

- [0032] La [Fig.6] illustre, de manière schématique et non limitative, une quatrième variante du mode de réalisation de la [Fig.2].

[Fig 7]

[0033] La [Fig.7] illustre, de manière schématique et non limitative, une cinquième variante du mode de réalisation de la [Fig.2].

[Fig 8]

[0034] La [Fig.8] illustre, de manière schématique et non limitative, un deuxième mode de réalisation du four à soles multiples selon l'invention, dans un fonctionnement à co-courant .

[Fig 9A]**[Fig 9B]**

[0035] La [Fig.9A] (respectivement [Fig.9B]) présente l'évolution dans le temps de la température moyenne (respectivement de la vitesse de chauffe) des particules de biomasse dans le cas du four à soles multiples selon l'art antérieur et du four à soles multiples selon l'invention.

Description des modes de réalisation

[0036] La présente invention concerne un four à soles multiples pour mettre en contact un solide dans un flux d'un gaz.

[0037] Le solide selon l'invention peut être tout type de solide, comme par exemple une poudre d'un mélange de calcaire, d'argile et de sable, du minerai, du plastique ou bien une charge biomasse.

[0038] Selon une mise en œuvre préférée de l'invention selon laquelle le système est mis en œuvre dans le cadre d'un procédé de séchage et/ou de torréfaction d'une biomasse, le solide peut correspondre à une charge biomasse. La charge biomasse peut avantageusement varier selon son origine. Elle peut être du bois ou des sous-produits du bois, tels que les déchets produits par l'exploitation forestière (rémanents forestiers), les scieries, les industries de transformation du bois. Elle peut aussi provenir des sous-produits de l'industrie tels que les boues ou les déchets agroalimentaires. La biomasse peut aussi être issue de l'agriculture traditionnelle et être constituée de résidus tels que la paille, des taillis, la bagasse, ainsi que des cultures dédiées à vocation énergétique (miscanthus, taillis à courte rotation...). Enfin, elle peut correspondre à des déchets organiques, tels que les déchets urbains comprenant les boues d'épuration, les ordures ménagères peuvent également constituer la charge. De préférence, la charge biomasse peut être la biomasse lignocellulosique ou la cellulose, et de manière préférée la biomasse lignocellulosique. La charge biomasse peut aussi provenir d'algues. La charge peut être composée de particules solides. En particulier lorsque le solide selon l'invention correspond à une charge biomasse, il peut contenir une certaine teneur en eau.

[0039] Le gaz selon l'invention peut être, en fonction de l'application visée, de l'air mais

également des gaz de combustion recyclés, du dioxyde de carbone, de la vapeur d'eau, ou bien un gaz inerte tel que de l'hélium ou de l'azote.

[0040] Selon une mise en œuvre préférée de l'invention selon laquelle le système est mis en œuvre dans le cadre d'un procédé de séchage et/ou de torréfaction d'une biomasse, le gaz peut être un gaz inerte tel que de l'hélium, de l'azote, ou un mélange de ces gaz avec des gaz recyclés issus d'une étape de séchage et/ou de torréfaction antérieures. Selon une mise en œuvre de l'invention selon laquelle le système est mis en œuvre dans le cadre d'un procédé de torréfaction d'une biomasse, le gaz peut être en outre de la vapeur d'eau.

[0041] Selon l'invention, le four à soles multiples comprend une enceinte dont l'axe longitudinal, en position de service (c'est-à-dire lors de l'utilisation du dispositif), est orienté verticalement. Selon l'invention, une pluralité de plateaux (appelés aussi soles) sont disposés (de manière radiale) le long de cet axe longitudinal. Les plateaux (ou au moins leur plan médian) sont donc, en position de service du four à soles multiples, sensiblement horizontaux.

[0042] Le four à soles multiples selon l'invention comprend des moyens pour faire circuler le solide dans l'enceinte. Il est bien clair que le solide circule, en position de service, du haut de l'enceinte vers le bas de l'enceinte, par gravité.

[0043] Selon une mise en œuvre de l'invention, les moyens pour faire circuler le solide peuvent comporter une première ouverture aménagée dans l'enceinte au-dessus du plateau supérieur du four à soles multiples (le terme "supérieur" est pris par référence à la position de service), et une deuxième ouverture aménagée dans l'enceinte en-dessous du plateau inférieur du four à soles multiples (le terme "inférieur" est pris par référence à la position de service). Selon une mise en œuvre de l'invention, les moyens pour faire circuler le solide peuvent comprendre des ouvertures aménagées sur les plateaux, pour permettre au solide de passer d'un plateau à un autre. Selon une mise en œuvre de l'invention, les ouvertures des plateaux sont configurées de manière à ce que les plateaux présentent alternativement soit une ouverture centrale, soit une ouverture périphérique pour permettre un cheminement du solide d'un plateau à un autre lorsque le four est en fonctionnement. Avantageusement, les moyens pour faire circuler le solide peuvent comprendre un arbre passant par l'axe longitudinal de l'enceinte pour mettre en rotation des moyens pour déplacer le solide sur chacun des plateaux. Selon une mise en œuvre de l'invention, les moyens pour déplacer le solide sur chacun des plateaux peuvent comporter un bras de raclage, par exemple un bras muni de dents.

[0044] Le four à soles multiples selon l'invention comprend des moyens pour faire circuler le gaz dans l'enceinte, comprenant des moyens de distribution de gaz primaires associés (ou encore dédiés, ou encore propres, ou encore relatifs) à au moins un des plateaux du four à soles multiples. Autrement dit, au moins un des plateaux du four à

soles multiples comportent (ou encore est associé à) des moyens de distribution de gaz primaires (ou encore des moyens de distribution primaires de gaz).

- [0045] Les moyens de distribution de gaz primaires associés à au moins un plateau comprennent une pluralité d'orifices aménagés dans ce plateau, au moins une boîte à vent (« windbox » en anglais) disposée sous ce plateau et en communication fluïdique avec ledit plateau (c'est-à-dire que la boîte à vent et le plateau sont configurés pour autoriser le passage du gaz primaire entre la boîte à vent et le plateau), et des moyens pour alimenter en gaz la boîte à vent. Ainsi, lors de son injection, le gaz remplit au préalable la boîte à vent avant de pénétrer et traverser uniformément l'épaisseur du solide se trouvant sur la partie supérieure du plateau comportant une pluralité d'orifices. Cette configuration permet de forcer le gaz à traverser le solide, ce qui favorise le contact gaz-solide et permet un meilleur transfert de chaleur et de matière entre gaz et solide au niveau du ou des plateaux comportant des moyens de distribution de gaz primaires. Par la suite, on parle de plateau perforé pour désigner un plateau du four à soles multiples comportant une pluralité d'orifices.
- [0046] Par boîte à vent, on entend une chambre destinée à être raccordée à des moyens d'alimentation en gaz et comprenant une pluralité d'ouvertures destinées à la distribution du gaz. Ainsi, une boîte à vent permet une homogénéisation du gaz introduit dans la chambre et une stabilisation de la pression du gaz dans la chambre, avant sa distribution. Il est bien clair que la boîte à vent selon l'invention associée à un plateau est alimentée en gaz par les moyens pour alimenter en gaz des moyens de distribution de gaz primaires selon l'invention.
- [0047] Très préférentiellement, le toit (autrement dit la face supérieure) de la boîte à vent selon l'invention peut coïncider avec le plateau perforé auquel elle est associée. Ainsi, les orifices du plateau perforé permettent la distribution, au-dessus du plateau perforé, du gaz contenu dans la boîte à vent.
- [0048] Selon une mise en œuvre de l'invention, la base (autrement dit la face inférieure) de la boîte à vent associée à un plateau perforé peut s'étendre jusqu'aux parois de l'enceinte du four à soles multiples. La chambre de la boîte à vent selon cette mise en œuvre, lorsqu'elle est combinée avec la variante très préférée selon laquelle le toit de la boîte à vent coïncide avec le plateau perforé auquel elle est associée, est alors formée par le plateau perforé, la base, et les parois de l'enceinte du four à soles multiples. La boîte à vent selon cette conception peut être alimentée en gaz par une ouverture aménagée dans une paroi de l'enceinte entre la base de la boîte à vent et le plateau perforé. La base d'une boîte à vent peut avoir une forme quelconque, comme par exemple une plaque plane ou incurvée.
- [0049] De préférence, une pluralité de plateaux du four à soles multiples peut comporter des moyens de distribution de gaz primaires, et de manière très préférée, l'ensemble des

plateaux du four à soles multiples comportent des moyens de distribution de gaz primaires. De cette façon, le transfert de matière et de chaleur entre gaz et solide est optimisé sur toute la hauteur du four à soles multiples.

- [0050] Selon l'invention, les moyens pour faire circuler le gaz comprennent en outre au moins une ouverture aménagée dans l'enceinte pour permettre l'évacuation du gaz. Avantageusement, cette ouverture est soit aménagée au-dessus du plateau supérieur du four à soles multiples dans le cas d'une circulation de gaz à contre-courant (le terme "supérieur" est pris par référence à la position de service), soit aménagée en-dessous du plateau inférieur du four à soles multiples (le terme "inférieur" est pris par référence à la position de service) dans le cas d'une circulation à co-courant.
- [0051] Selon une mise en œuvre de l'invention, les moyens pour alimenter en gaz la boîte à vent d'au moins un des plateaux associés à des moyens de distribution de gaz primaires peuvent comprendre au moins une ouverture aménagée dans l'enceinte du four. Selon une mise en œuvre de l'invention, l'ouverture aménagée dans l'enceinte pour alimenter la boîte à vent d'au moins un des plateaux associés à des moyens de distribution de gaz primaires peut être reliée à un conduit qui peut être lui-même relié à un circuit d'alimentation en gaz (extérieur au four à soles multiples selon l'invention), optionnellement au moyen d'une vanne 2 voies, d'un clapet anti-retour, ou de moyens de régulation de débit de gaz. Une vanne 2-voies, un clapet anti-retour, ou des moyens de régulation de débit de gaz, propres à chaque plateau associé à des moyens de distribution de gaz primaires, permettent de contrôler l'injection de gaz d'un plateau par rapport à un autre. Cela permet une meilleure adaptation aux spécificités de la variété des procédés industriels mettant en œuvre des fours à soles multiples tels que décrits ci-dessus. En particulier, les moyens de régulation du débit de gaz (comme par exemple un ventilateur, une vanne papillon ou une vanne à pointeau), permettent d'injecter une quantité de gaz distincte d'un plateau à un autre, pour une plus grande flexibilité.
- [0052] Selon une mise en œuvre de l'invention, les moyens pour faire circuler le gaz dans le four peuvent comprendre en outre des moyens de distribution de gaz secondaires, en plus des moyens de distribution de gaz primaires selon l'invention. Ces moyens d'injection de gaz secondaires (ou encore additionnels) peuvent prendre toute forme des moyens de distribution de gaz selon l'art antérieur. Selon une mise en œuvre de l'invention, les moyens de distribution de gaz secondaires peuvent comprendre une ouverture aménagée dans une paroi de l'enceinte et configurés pour une alimentation en gaz directement dans l'enceinte (contrairement aux moyens de distribution de gaz primaires qui alimente préalablement une boîte à vent). Selon une mise en œuvre de l'invention, les moyens de distribution de gaz secondaires peuvent comprendre une ouverture aménagée dans l'enceinte en-dessous du plateau inférieur du four à soles

multiples dans le cas d'une circulation de gaz à contre-courant (le terme "inférieur" est pris par référence à la position de service), soit aménagée au-dessus du plateau supérieur du four à soles multiples (le terme "supérieur" est pris par référence est pris par référence à la position de service) dans le cas d'une circulation à co-courant. Ces moyens de distribution de gaz secondaires permettent de compléter les moyens de distribution de gaz primaires selon l'invention, pour une plus grande flexibilité du four à soles multiples, en particulier une meilleure adaptation aux spécificités de la variété des procédés industriels mettant en œuvre des fours à soles multiples tels que décrits ci-dessus.

- [0053] Selon une mise en œuvre de l'invention, les orifices d'au moins un des plateaux associés aux moyens de distribution de gaz primaires sont distribués de manière régulière sur le plateau, c'est-à-dire avec un nombre constant d'orifices par unité de surface. Avantageusement, le nombre d'orifices d'au moins un des plateaux perforés peut être compris entre 5 et 60 par m², préférentiellement entre 8 et 40 par m², et très préférentiellement entre 10 et 30 par m². De telles distributions d'orifices contribuent à une distribution homogène du gaz sur la partie supérieure du ou des plateaux perforés.
- [0054] Avantageusement, lorsque le solide se présente sous la forme de particules, les orifices d'au moins un des plateaux associés aux moyens de distribution de gaz primaires ont des dimensions inférieures aux dimensions des particules du solide, afin d'éviter le phénomène de pleurage (particules qui tombent dans les trous d'injection).
- [0055] Selon une mise en œuvre de l'invention, les orifices d'au moins un des plateaux associés aux moyens de distribution de gaz primaires sont dimensionnés pour permettre une vitesse de gaz dans chacun des orifices comprise entre 0,1 et 20 m/s, préférentiellement entre 0,5 et 10 m/s, et très préférentiellement entre 0,8 et 5 m/s.
- [0056] Selon une mise en œuvre de l'invention, les orifices d'au moins un des plateaux associés aux moyens de distribution de gaz primaires peuvent être dimensionnés de manière à respecter un critère prédéfini relatif à la perte de charge du gaz passant à travers les orifices de distribution du plateau considéré, et à la perte de charge du gaz passant à travers le solide disposé sur le plateau considéré. Selon une mise en œuvre de l'invention, les orifices d'au moins un des plateaux associés aux moyens de distribution de gaz primaires sont dimensionnés de manière à respecter un critère prédéfini exprimé selon une formule du type :
- [0057] $\Delta P_P = \alpha \cdot \Delta P_S$
- [0058] dans laquelle ΔP_P est la perte de charge du gaz passant à travers les orifices de distribution du plateau considéré, ΔP_S est la perte de charge du gaz passant à travers le solide, notamment lorsqu'il se présente sous la forme de particules, disposé sur le plateau considéré, et α est un coefficient de proportionnalité compris entre 0.01 et 0.7, préférentiellement entre 0.05 et 0.5 et plus préférentiellement entre 0.1 et 0.4. Lorsque

le solide se présente sous la forme de particules, le solide peut alors prendre la forme d'un lit de particules, et la perte de charge au travers du solide peut alors être fonction de la hauteur et de la porosité du lit de particules solides.

- [0059] Selon une mise en œuvre de l'invention, l'enceinte du four à soles multiples peut être de forme cylindrique ou parallélépipédique. Selon cette mise en œuvre, les ouvertures pour l'entrée et la sortie du solide de l'enceinte peuvent être avantageusement disposées respectivement dans la paroi supérieure et dans la paroi inférieure de l'enceinte. Avantageusement, la section de l'enceinte peut être constante le long de l'axe longitudinal.
- [0060] Selon une mise en œuvre de l'invention selon laquelle l'enceinte est de forme cylindrique, le diamètre de l'enceinte peut varier entre 80 cm et 120 cm de diamètre intérieur, préférentiellement entre 90 et 110 cm de diamètre intérieur, et peut valoir très préférentiellement 1m, et la hauteur de l'enceinte peut varier entre 80 cm et 120 cm, préférentiellement entre 90 et 110 cm, et peut valoir très préférentiellement 1m. De telles dimensions sont classiques pour des fours à soles multiples mis en œuvre dans les procédés industriels tels que décrits ci-dessus.
- [0061] Selon une mise en œuvre de l'invention, le matériau des différents éléments (enceinte, plateaux, boîte à vent, etc.) du four à soles multiples peut être de la céramique, un métal de préférence résistant à la corrosion, en particulier tout type d'acier inoxydable. Ces matériaux sont en effet résistants aux très fortes températures et aux composés acides impliqués lors de la mise en œuvre de procédés utilisant ce type de fours, et limitent les composés extractibles pouvant migrer dans le solide et/ou dans le gaz.
- [0062] Selon une mise en œuvre préférée de l'invention, le four à soles multiples comprend un lit de particules disposées sur la surface d'au moins un des plateaux perforés, de préférence sur la surface de chacun des plateaux perforés du four à soles multiples. Le lit de particules va augmenter la perte de charge au-dessus du plateau perforé et ainsi améliorer la répartition gazeuse sur toute la surface du ou des plateaux perforés. Avantageusement, le lit de particules est surmonté par une grille, de manière à ce qu'elles ne soient pas emportées par le flux de gaz provenant des plateaux perforés. De plus, une telle grille peut aussi permettre une distribution plus homogène du gaz, améliorant ainsi le contact gaz-solide. Il est bien clair que la taille des ouvertures de la grille doit être à la fois inférieure à la taille des particules du lit de particules et inférieure à la taille des particules de la charge solide.
- [0063] Selon une mise en œuvre de l'invention, les particules d'un lit peuvent être tout type de particules non réactives (ou encore inertes) au gaz et/ou présentant une conductivité thermique importante (pour favoriser le transfert de chaleur dans le solide), comme par exemple des particules de sable, ou encore des billes de verre concassé ou des billes de

verre brutes, des particules formées à base de zéolithe naturelle ou synthétique, à base d'alumine, ou encore à base de résines ou de plastique. Les matériaux cités ci-dessus présentent en effet les avantages d'être facilement accessibles dans le commerce et d'avoir des propriétés thermiques et mécaniques avantageuses (conductivité thermique importante et bonne résistance à l'attrition). Selon une mise en œuvre de l'invention, la hauteur du lit de particules peut être supérieure à 50% de l'espacement entre la base du plateau et la partie inférieure des moyens pour déplacer le solide sur le plateau considéré (par exemple, dans le cas d'un bras muni de dents, la partie inférieure des moyens pour déplacer le solide sur le plateau considéré correspond à la base des dents), préférentiellement supérieure à 60% et plus préférentiellement supérieure à 70%. Avantageusement, la granulométrie des particules d'un lit peut être supérieure aux dimensions des orifices du plateau considéré.

[0064] La [Fig.2] illustre, de manière schématique et non limitative, un premier mode de réalisation du four à soles multiples selon l'invention, dans un fonctionnement à contre-courant. Plus précisément cette figure présente un four à soles multiples comprenant une enceinte 30 traversée par un arbre central 36 entraîné en rotation R par rapport à l'axe longitudinal AA de l'enceinte et qui est disposé selon l'axe vertical lorsque le four est en fonctionnement. Le four à soles multiples comprend quatre plateaux 41, 42 disposés le long de l'axe longitudinal. Selon cette réalisation, les plateaux 41, 42 sont équipés soit d'un trou central 45 soit d'un trou périphérique 46, et ce de manière alternative d'un plateau à un autre le long de l'axe longitudinal, pour permettre le passage de la charge solide d'un plateau à un autre (ouvertures dans l'enceinte pour le passage de la charge solide non représentées). Les moyens pour faire circuler le gaz dans l'enceinte 30 selon cette conception comprennent des moyens de distribution de gaz primaires associés à un unique plateau, en l'espèce le plateau 42 situé le plus bas dans l'enceinte 30. Les moyens de distribution de gaz primaires associés au plateau 42 comprennent des orifices 43 répartis de manière homogène sur le plateau 42, une boîte à vent 50 disposée sous le plateau 42, la boîte à vent 50 étant reliée à un circuit d'alimentation en gaz 60, 61 externe au four au moyen d'un conduit 52 reliant l'ouverture 51 aménagée dans la boîte à vent et l'ouverture 31 aménagée dans la paroi latérale de l'enceinte. Les moyens pour faire circuler le gaz dans l'enceinte 30 selon cette conception comprennent en outre une ouverture 32 aménagée dans la paroi supérieure de l'enceinte pour permettre l'évacuation du gaz dans un fonctionnement à contre-courant. Ainsi, lors de son injection, le gaz remplit au préalable la boîte à vent 50 du plateau perforé 42 avant de pénétrer et traverser uniformément l'épaisseur du solide (non représenté) se trouvant sur la partie supérieure du plateau perforé 42. Cette configuration permet de forcer le gaz à traverser le solide, ce qui favorise le contact gaz-solide et permet un meilleur transfert de chaleur et de matière entre gaz et solide au

niveau du plateau perforé.

- [0065] La [Fig.3] illustre, de manière schématique et non limitative, une première variante du mode de réalisation de la [Fig.2], en tout point identique à ce premier mode (ainsi, les éléments communs ne seront pas décrits à nouveau), à l'exception de la présence d'une vanne 53 le long du conduit 61 du circuit d'alimentation en gaz 60, 61 externe au four, de manière à être en mesure de contrôler l'injection du gaz dans l'enceinte 30.
- [0066] La [Fig.4] illustre, de manière schématique et non limitative, une deuxième variante du mode de réalisation de la [Fig.2], en tout point identique à ce premier mode (ainsi, les éléments communs ne seront pas décrits à nouveau), à l'exception du fait que tous les plateaux 42 de l'enceinte sont des plateaux comportant des moyens de distribution de gaz primaires, en l'espèce identiques aux moyens de distribution de gaz primaires du plateau 42 de la [Fig.2]. Cette configuration permet de favoriser le contact gaz-solide pour chacun des plateaux du four à soles multiples, et ainsi d'obtenir un meilleur rendement du four à soles multiples en ce qui concerne le transfert de chaleur entre le gaz et le solide.
- [0067] La [Fig.5] illustre, de manière schématique et non limitative, une évolution de la variante du de la [Fig.4], en tout point identique à cette variante (ainsi, les éléments communs ne seront pas décrits à nouveau), à l'exception de la présence d'une vanne 53 le long de chaque conduit 61 du circuit d'alimentation en gaz 60, 61 externe au four. Cette configuration permet de contrôler l'injection du gaz dans l'enceinte 30 de manière indépendante d'un plateau à un autre, en fonction par exemple de résultats de mesures de contrôle du procédé mis en œuvre, tels que des mesures de débit gaz, de température, de pression, de composition gazeuse etc.
- [0068] La [Fig.6] illustre, de manière schématique et non limitative, une quatrième variante du mode de réalisation de la [Fig.2], en tout point identique à ce premier mode (ainsi, les éléments communs ne seront pas décrits à nouveau), à l'exception du fait qu'un lit de particules 54 est disposé sur la surface du plateau perforé 42 et est surmonté par une grille 55 sur laquelle est réparti le solide à traiter thermiquement. Le lit de particules permet d'augmenter la perte de charge au-dessus du plateau perforé et ainsi d'améliorer la répartition gazeuse sur toute la surface du plateau. La grille permet d'empêcher que les particules du lit de particules ne soient emportées par le flux de gaz et qu'elles se mélangent aux particules de solide circulant sur les plateaux. De plus, la grille permet de contribuer à une distribution plus homogène du gaz.
- [0069] La [Fig.7] illustre, de manière schématique et non limitative, une cinquième variante du mode de réalisation de la [Fig.2], en tout point identique à ce premier mode (ainsi, les éléments communs ne seront pas décrits à nouveau), à l'exception du fait que les moyens pour faire circuler le gaz comportent des moyens de distribution de gaz secondaires, sous la forme d'une ouverture 33 aménagée au-dessus du plateau inférieur

(en l'espèce le plateau perforé 42) du four, permettant une alimentation en gaz complémentaire via le conduit 55 relié au circuit d'alimentation en gaz 60, 61 externe au four. Ces moyens de distribution de gaz secondaires permettent de compléter les moyens de distribution de gaz primaires associés au plateau 42, pour une meilleure adaptation aux spécificités de la variété des procédés industriels. Il est également possible de relier le conduit 55 à une ligne dédiée de circulation de gaz secondaire, différente de la ligne du circuit d'alimentation en gaz primaire 60.

[0070] Il est bien clair que les variantes des figures 3 à 7 peuvent être combinées entre elles.

[0071] La [Fig.8] illustre, de manière schématique et non limitative, un deuxième mode de réalisation du four à soles multiples selon l'invention, dans un fonctionnement à co-courant. Ce deuxième mode de réalisation est en tout point identique au premier mode de réalisation (ainsi, les éléments communs ne seront pas décrits à nouveau), à l'exception que dans cette conception, les moyens pour faire circuler le gaz dans l'enceinte 30 comprennent une ouverture 32 aménagée dans une partie d'une paroi latérale de l'enceinte 30 située sous le plateau inférieur (en l'espèce le plateau perforé 42) du four, pour permettre l'évacuation du gaz dans un fonctionnement à co-courant du four. Il est bien clair que les variantes des figures 3 à 7 peuvent être combinées au mode de réalisation de la [Fig.8].

[0072] L'invention concerne en outre un procédé de séchage et/ou de torréfaction d'une charge biomasse mis en œuvre au moyen du four à soles multiples tel que décrit ci-dessus selon l'une quelconque de ses variantes.

Exemples

[0073] Les caractéristiques et avantages du système selon l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de l'exemple d'application ci-après.

[0074] Cet exemple d'application vise à comparer la vitesse de chauffe d'un matériau de type biomasse disposé sur un plateau d'un four à soles multiples selon l'art antérieur (c'est-à-dire avec une injection gaz tangentielle) décrit en [Fig.1], et la vitesse de chauffe d'un matériau de type biomasse disposé sur un plateau associé à des moyens de distribution de gaz primaires d'un four à soles multiples selon l'invention.

[0075] Les vitesses de chauffe sont estimées au moyen de simulations numériques réalisées avec le logiciel CPFD Barracuda™. Les données géométriques de la simulation et les conditions opératoires/limites sont indiquées ci-dessous :

- Caractéristiques de l'enceinte : cylindre de 1 m de diamètre et 1 m de hauteur, comportant une ouverture pour la sortie gaz sous la forme d'un tube cylindrique de 0,17 m de diamètre et 0,1 m de hauteur aménagé dans la paroi supérieure de l'enceinte cylindrique, cette ouverture étant placée à condition atmosphérique ;

- Le four est maintenu à une température constante et égale à 150°C ;
- L'enceinte du four à soles multiples selon l'art antérieur comporte 3 cylindres d'injection de gaz tangentiels de 0,1 m de diamètre localisés 0,3 m au-dessus du plateau considéré.
- Le plateau perforé du four à soles multiples selon l'invention comporte 21 orifices répartis uniformément sur le plateau, correspondant à un nombre d'orifice par m² de plateau d'environ 27.
- Le gaz utilisé est de l'azote à 280°C. Le débit total de gaz en entrée est de 0,13 kg/s, représentant une vitesse superficielle du gaz dans le four de 0,3 m/s.
- Une couche de biomasse d'une hauteur de 0,2 m est disposée au-dessus du plateau du four à soles multiples selon l'art antérieur et du plateau perforé du four à soles multiples selon l'invention. Les particules de biomasse ont un diamètre moyen de 2 cm et une température initiale de 20°C.

[0076] Une simulation numérique d'une durée de 100 s est réalisée pour le four à soles multiples selon l'art antérieur et pour le four à soles multiples selon l'invention. La température moyenne des particules de biomasse est enregistrée au cours du temps, à partir de laquelle on peut déduire la vitesse de chauffe des particules de biomasse. La [Fig.9A] (respectivement la [Fig.9B]) présente l'évolution dans le temps t de la température moyenne (respectivement la vitesse de chauffe) des particules de biomasse dans le cas du four à soles multiples selon l'art antérieur (courbe et échelle TAA ; respectivement courbe et échelle VAA) et du four à soles multiples selon l'invention (courbe et échelle TINV ; respectivement courbe et échelle VINV). On peut observer une montée en température beaucoup plus rapide dans le cas du four à soles multiples selon l'invention, ce qui permet d'augmenter la vitesse de chauffe d'un facteur de 600 par rapport au four à soles multiples selon l'art antérieur. Une telle augmentation de la vitesse de chauffe permet non seulement de réduire le temps de production, mais également la consommation énergétique du four.

[0077] Ainsi, le four à soles multiples selon l'invention permet une distribution plus homogène du gaz sur la surface d'un plateau comportant des moyens de distribution de gaz primaires, ce qui permet un meilleur contact entre le gaz et le solide disposé sur ce plateau, et ainsi une plus grande efficacité des procédés industriels mettant en œuvre un tel four.

Revendications

- [Revendication 1] Four à soles multiples pour mettre en contact un solide et un gaz, ledit four comprenant une enceinte (30) d'axe longitudinal (AA) vertical en position de service, une pluralité de plateaux (41,42) disposés dans ladite enceinte et distribués le long dudit axe longitudinal (AA), des moyens pour faire circuler le solide dans ladite enceinte (45,46), et des moyens pour faire circuler le gaz (31, 32, 33, 45, 46, 43, 50, 51, 52) dans ladite enceinte (30) comprenant au moins une première ouverture (32) aménagée dans une paroi de ladite enceinte pour évacuer le gaz de ladite enceinte (30), caractérisé en ce que lesdits moyens pour faire circuler le gaz (31, 32, 33, 45, 46, 43, 50, 51, 52) dans ladite enceinte (30) comprennent en outre des premiers moyens de distribution de gaz (31, 43, 50, 51, 52) dans ledit four associés à au moins un desdits plateaux (42), lesdits premiers moyens de distribution de gaz (31, 43, 50, 51, 52) associés à au moins un desdits plateaux (42) comprenant une pluralité d'orifices (43) aménagés dans ledit au moins un plateau (42), une boîte à vent (50) disposée sous ledit au moins un plateau (42) et en communication fluidique avec ledit plateau, et des moyens pour alimenter en gaz ladite boîte à vent (31, 51, 52).
- [Revendication 2] Four à soles multiples selon la revendication précédente, dans lequel lesdits premiers moyens de distribution de gaz (31, 43, 50, 51, 52) dans ledit four sont associés à chacun desdits plateaux (41, 42) dudit four.
- [Revendication 3] Four à soles multiples selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le nombre d'orifices (43) dudit au moins un plateau (42) associé auxdits premiers moyens de distribution de gaz est compris entre 5 et 60 par m², préférentiellement entre 8 et 40 par m², et très préférentiellement entre 10 et 30 par m².
- [Revendication 4] Four à soles multiples selon l'une des revendications précédentes, dans lequel un lit de particules (54) est disposé sur une surface dudit au moins un plateau associé auxdits premiers moyens de distribution de gaz.
- [Revendication 5] Four à soles multiples selon la revendication 4, dans lequel lesdites particules dudit lit de particules (54) sont des particules de sable, des billes de verre concassé ou des billes de verre brutes, des particules formées à base de zéolithe naturelle ou synthétique, à base d'alumine, ou à base de résines ou de plastique.
- [Revendication 6] Four à soles multiples selon la revendication 3, dans lequel, lorsque ledit

solide se présente sous la forme de particules, lesdits orifices (43) dudit au moins un plateau (42) associé auxdits premiers moyens de distribution de gaz (31, 43, 50, 51, 52) sont dimensionnés de manière à respecter un critère prédéfini et exprimé selon une formule du type :

$$\Delta P_P = \alpha \cdot \Delta P_S$$

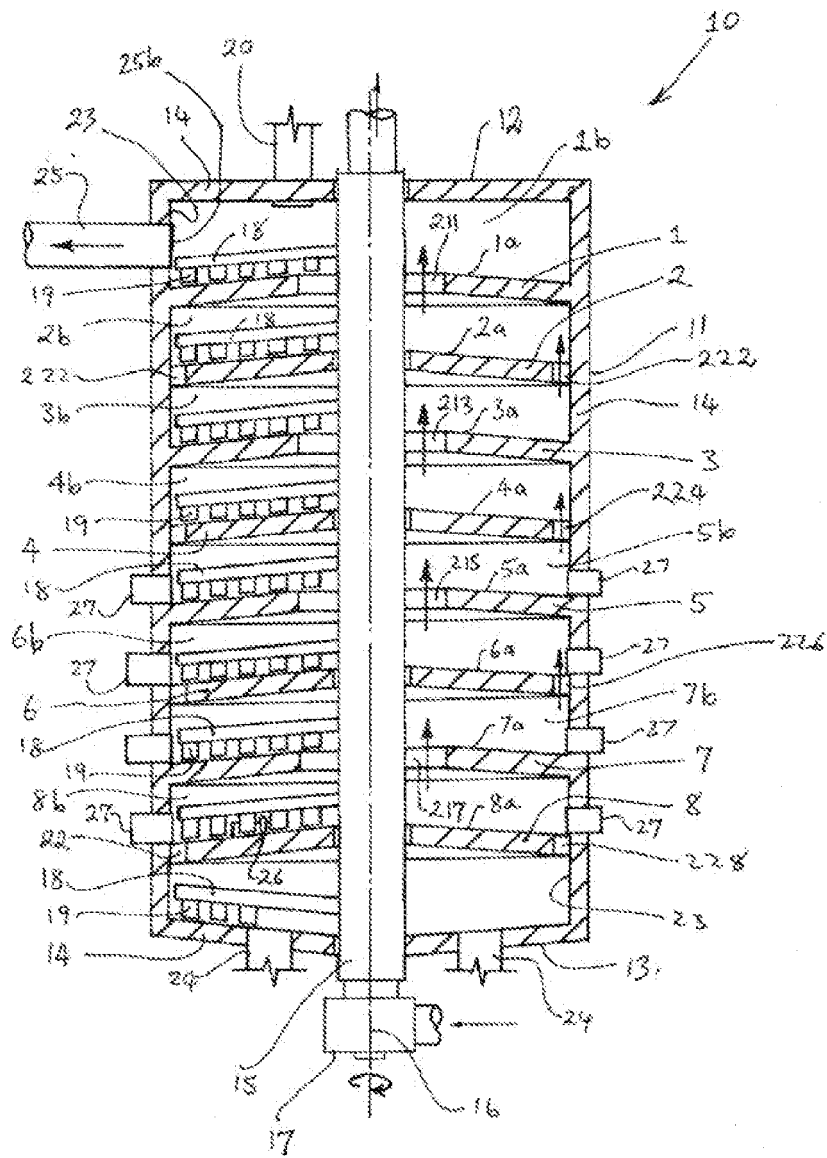
dans laquelle ΔP_P est la perte de charge du gaz en sortie desdits orifices (43) aménagés dans ledit plateau (42), ΔP_S est la perte de charge du gaz en sortie dudit solide sous la forme de particules disposées sur ledit plateau (42), et α est un coefficient de proportionnalité compris entre 0,01 et 0,7, préférentiellement entre 0,05 et 0,5 et plus préférentiellement entre 0,1 et 0,4.

- [Revendication 7] Four à soles multiples selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit four comporte en outre des deuxièmes moyens de distribution de gaz (33) dans ledit four, comportant au moins une ouverture (33) aménagée dans une paroi de ladite enceinte et configurés pour une alimentation en gaz directement dans ladite enceinte.
- [Revendication 8] Four à soles multiples selon l'une des revendications précédentes, dans lequel lesdits premiers moyens de distribution de gaz (31, 43, 50, 51, 52) associés à au moins un desdits plateaux (42) comprennent une deuxième ouverture (31) aménagée dans une paroi de ladite enceinte, un conduit (61) muni optionnellement d'une vanne (53) ou d'un clapet anti-retour, ledit conduit (61) reliant ladite deuxième ouverture (31) à un circuit extérieur d'alimentation en gaz (60).
- [Revendication 9] Four à soles multiples selon l'une des revendications précédentes, dans lequel lesdits moyens pour faire circuler le solide (45,46) dans ladite enceinte (30) comprennent un arbre (36) passant par ledit axe longitudinal (AA) de ladite enceinte (30) pour mettre en rotation des moyens pour déplacer le solide (45, 46) sur chacun desdits plateaux (41, 42), lesdits moyens pour déplacer le solide (45, 46) sur chacun desdits plateaux (41, 42) comprenant un bras de raclage.
- [Revendication 10] Four à soles multiples selon l'une des revendications précédentes, dans lequel lesdits moyens pour faire circuler le solide (45,46) dans ladite enceinte (30) comprennent des ouvertures (45, 46) aménagées sur lesdits plateaux (41, 42), lesdites ouvertures (45, 46) aménagées sur lesdits plateaux (41, 42) étant configurées de manière à ce que lesdits plateaux (41, 42) présentent alternativement soit une ouverture centrale (45), soit une ouverture périphérique (46) pour permettre un cheminement du solide d'un plateau (41, 42) à un autre lorsque ledit four est en fonc-

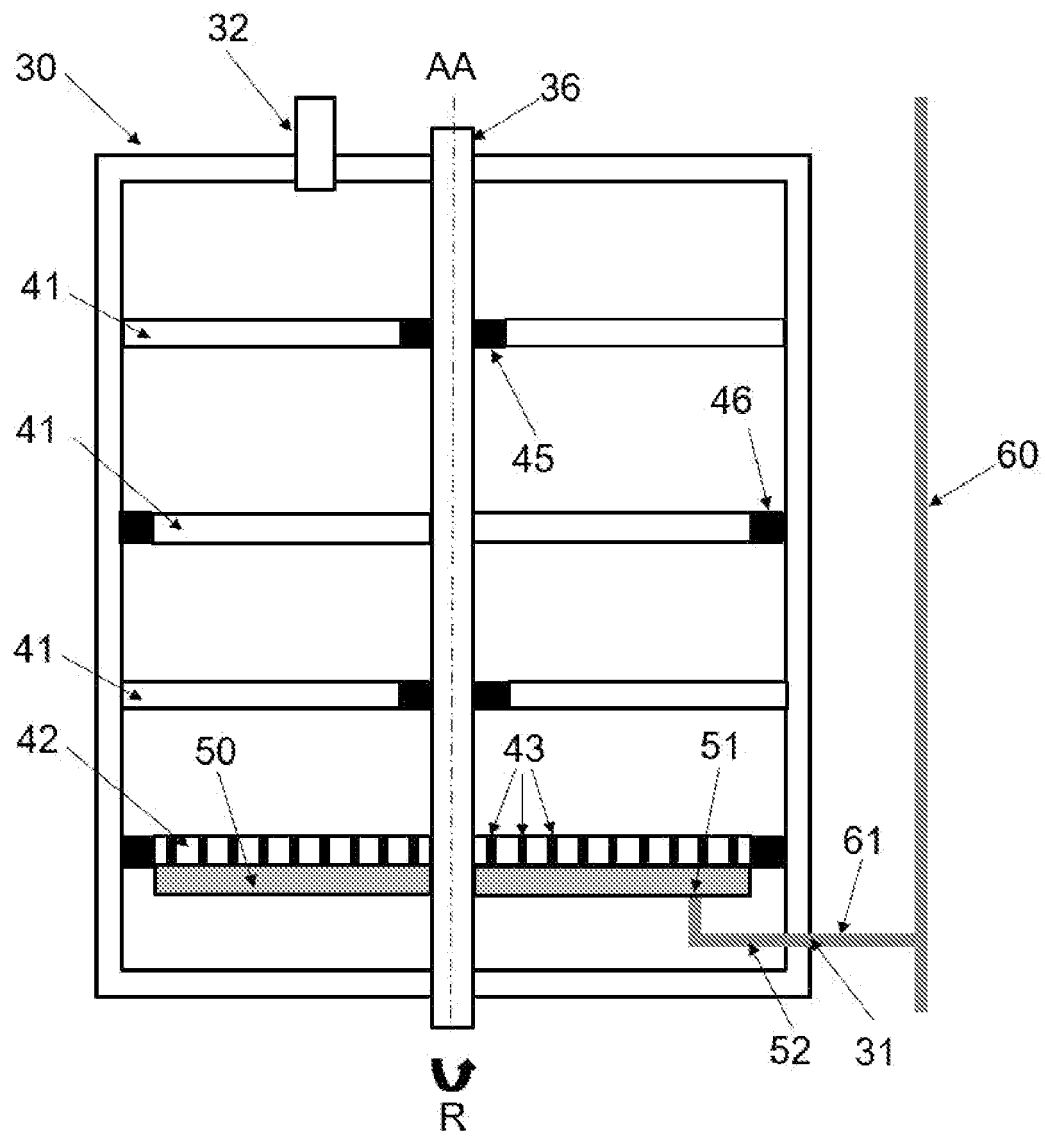
tionnement.

[Revendication 11] Procédé de séchage et/ou de torréfaction d'un solide du type d'une charge biomasse, ledit procédé étant mis en œuvre au moyen du four à soles multiples selon l'une quelconque des revendications 1 à 10.

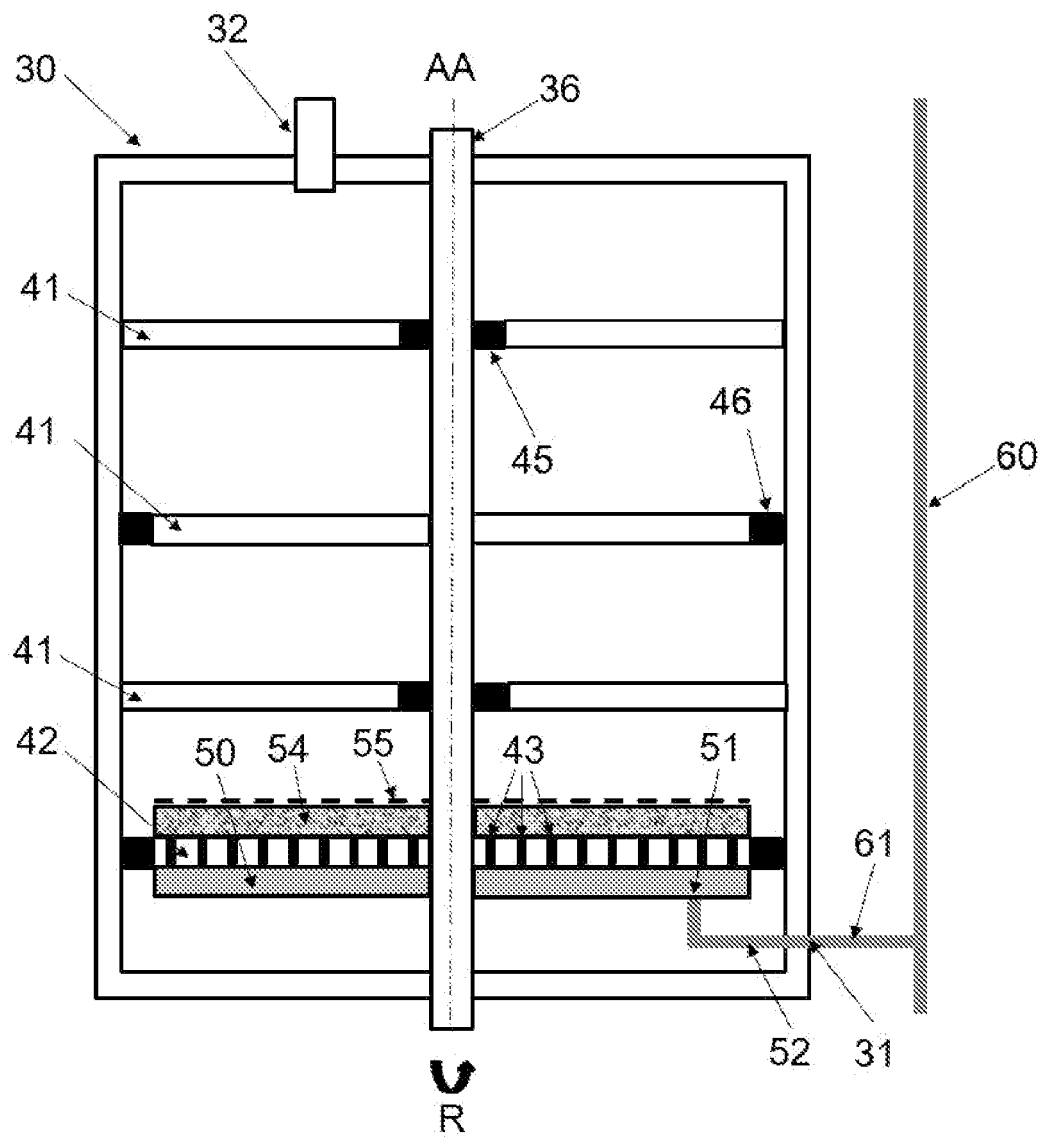
[Fig. 1]



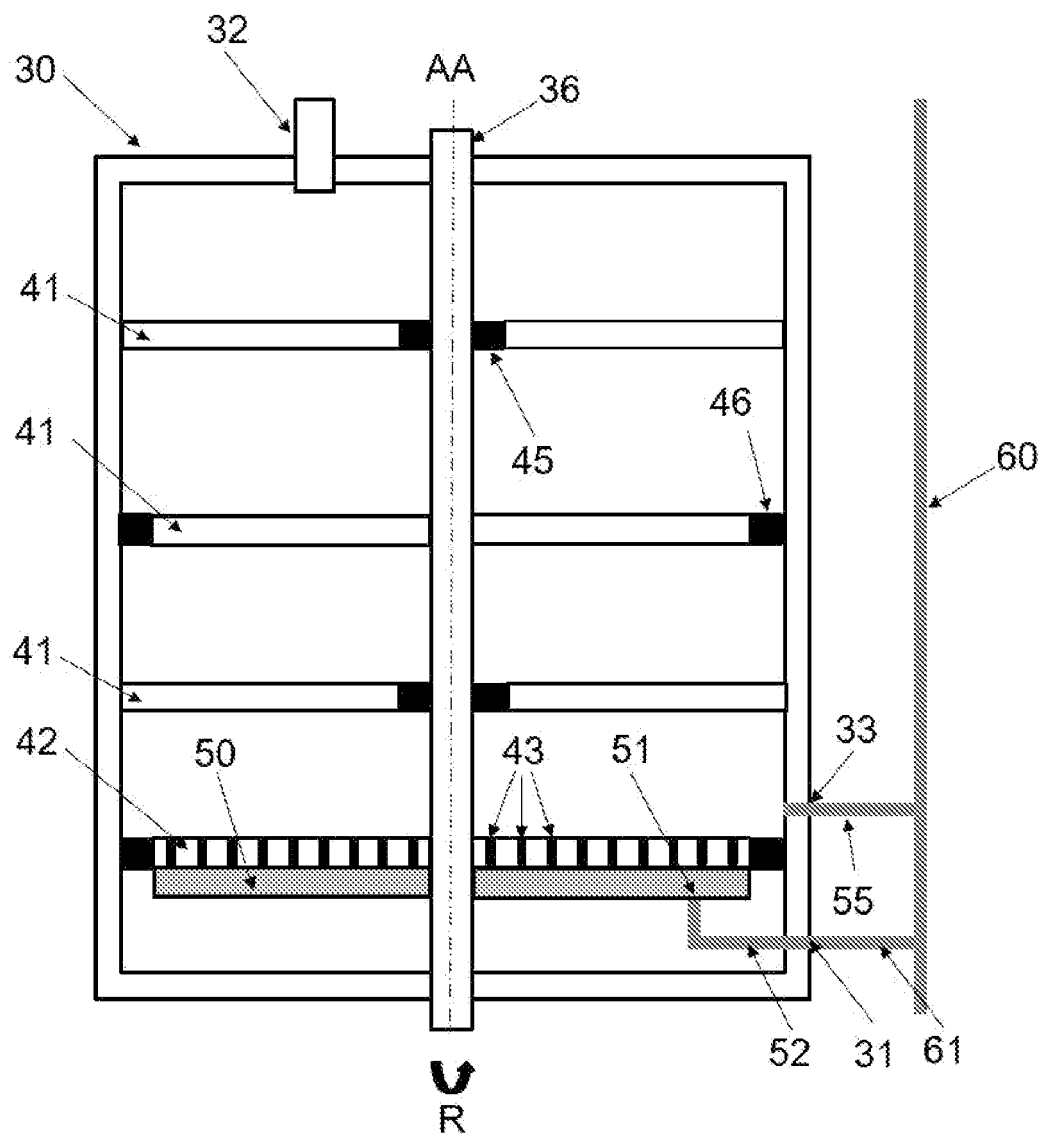
[Fig. 2]



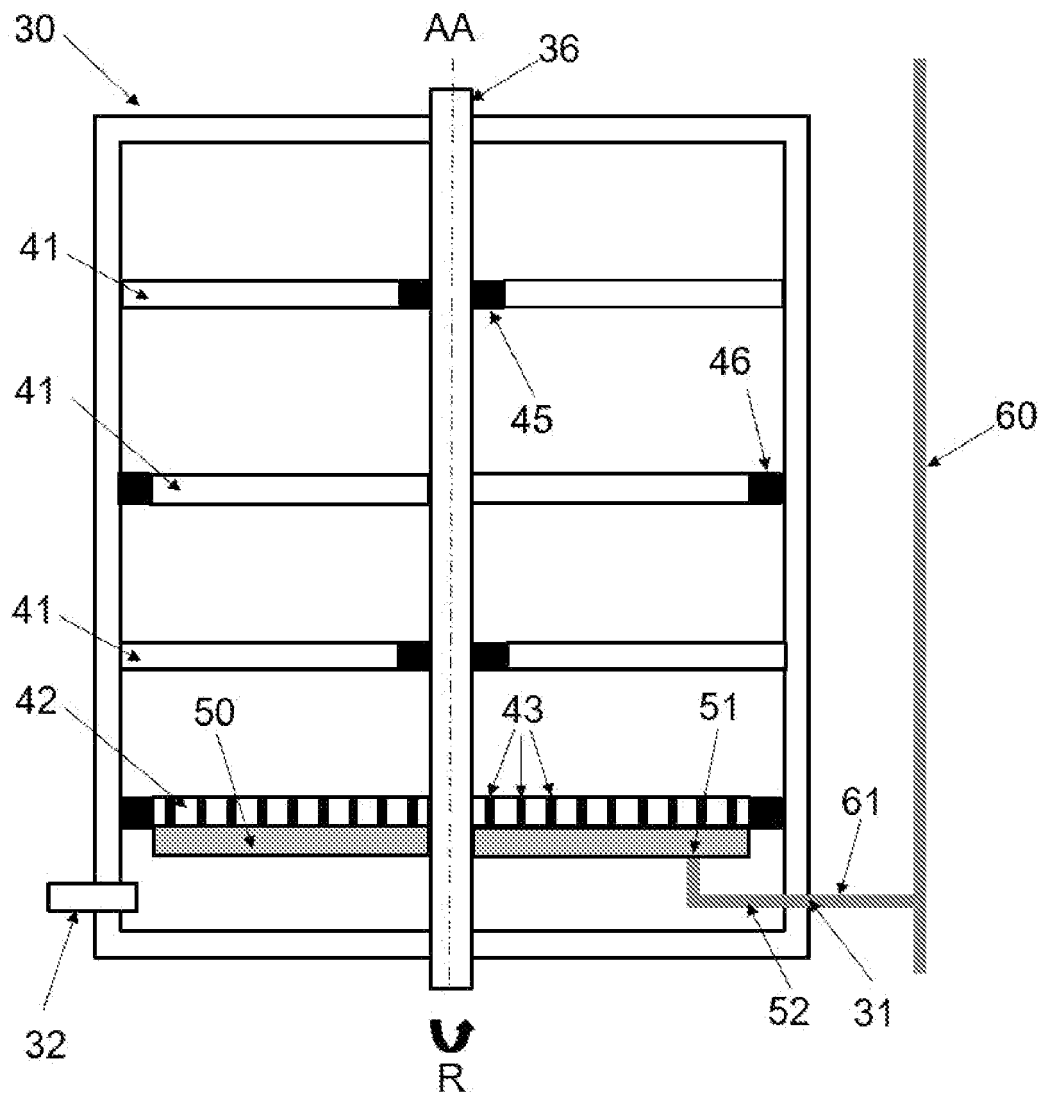
[Fig. 6]



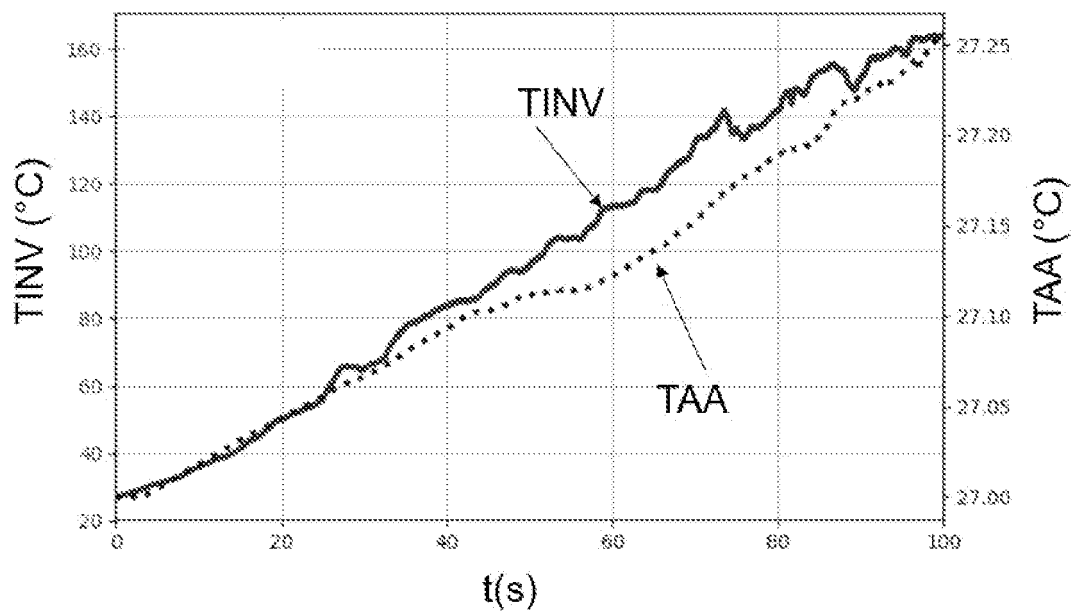
[Fig. 7]



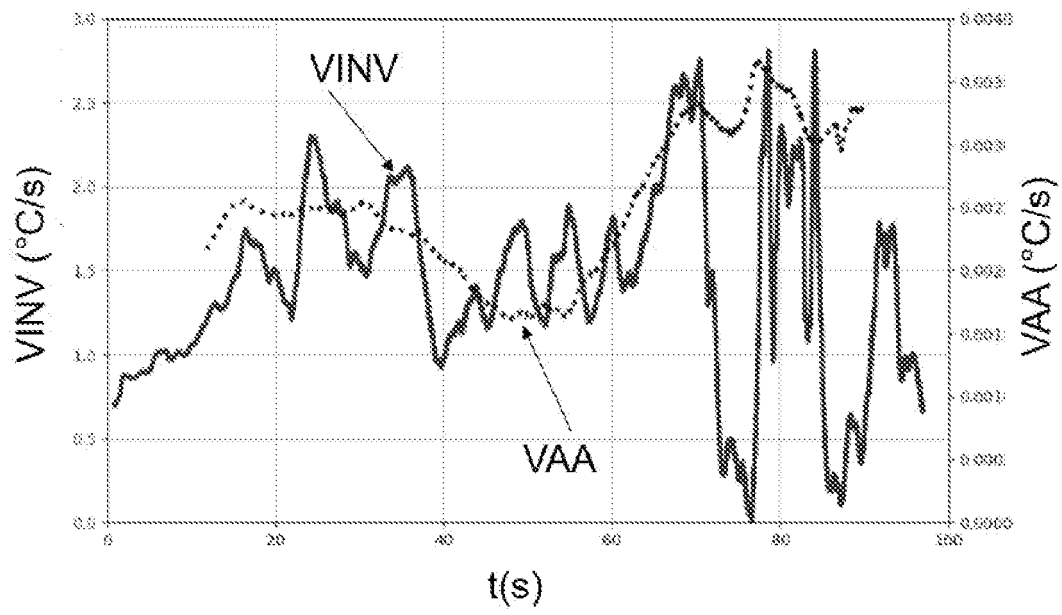
[Fig. 8]



[Fig. 9A]



[Fig. 9B]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 919798
FR 2304024

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 4 728 339 A (KOPPELMAN EDWARD [US]) 1 mars 1988 (1988-03-01)	1-3, 6-11	F27B 3/04 F27B 3/22
A	* colonne 4, ligne 30 - colonne 9, ligne 52; figures 1-5 * -----	4, 5	
A	US 2 150 231 A (LEWERS GEORGE R) 14 mars 1939 (1939-03-14) * figure 1 * -----	1-11	
A	US 2 225 199 A (ABBOTT ROBERT H ET AL) 17 décembre 1940 (1940-12-17) * figures 1-8 * -----	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F27B F27D C10L B01J C01B F23G
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 novembre 2023		Desvignes, Rémi	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2304024 FA 919798**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **27-11-2023**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4728339	A	01-03-1988	AU 605201 B2	10-01-1991
			CA 1336766 C	22-08-1995
			DD 279722 A5	13-06-1990
			DD 292316 A5	25-07-1991
			DE 3738665 A1	26-05-1988
			FR 2606786 A1	20-05-1988
			GB 2199397 A	06-07-1988
			HU 203406 B	29-07-1991
			JP H0768532 B2	26-07-1995
			JP S63150383 A	23-06-1988
			TR 24528 A	20-11-1991
			US 4728339 A	01-03-1988
			YU 203587 A	28-01-1991
			ZA 878135 B	29-06-1988

US 2150231	A	14-03-1939	AUCUN	

US 2225199	A	17-12-1940	AUCUN	
