

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
15 mai 2008 (15.05.2008)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2008/056044 A2

(51) Classification internationale des brevets :
F26B 23/02 (2006.01) **F26B 21/08** (2006.01)

(74) Mandataire : **CELANIE, Christian**; Cabinet Célanie, 5,
avenue de Saint-Cloud, F-78002 Versailles Cedex (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2007/001739

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Date de dépôt international :
22 octobre 2007 (22.10.2007)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0609357 25 octobre 2006 (25.10.2006) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **NEXTER, Munitions** [FR/FR]; 13, route de la Minière, F-78000 Versailles (FR).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL,

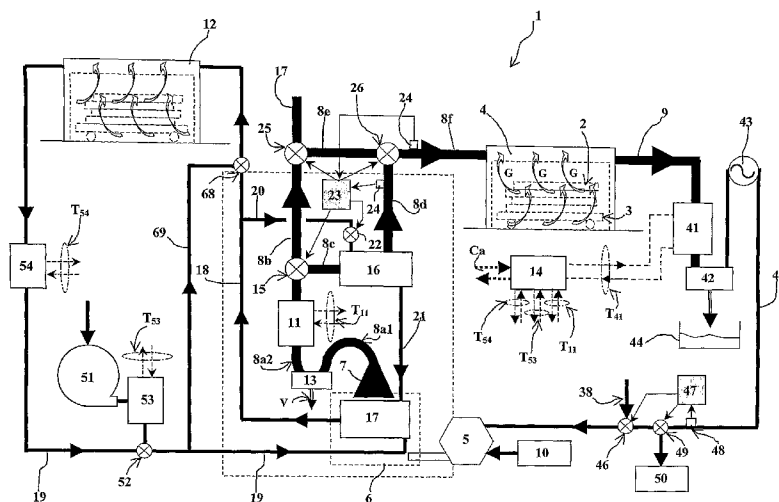
(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **DELAINE, Patrick** [FR/FR]; 14 rue des Bourdonnes, F-18230 Saint Doulchard (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: PROCESS FOR THE HEAT TREATMENT OF A MATERIAL AND HEAT TREATMENT UNIT EMPLOYING SUCH A PROCESS

(54) Titre : PROCEDE DE TRAITEMENT THERMIQUE D'UN MATERIAU ET UNITE DE TRAITEMENT THERMIQUE METTANT EN ŒUVRE UN TEL PROCEDE



(57) Abstract: One subject of the invention is a process for the heat treatment of a material in an oven (4), said process using the combustion gases generated by at least one burner (5) associated with a hearth (6). This process is characterized in that a first step is provided for the condensation of the combustion gases between their exit from the hearth (6) and the oven (4), said condensation allowing some of the dust contained in the combustion gases to be eliminated, the condensation being carried out with the aid of an absorption-type refrigerating means (14) and being followed by a step of superheating the combustion gases enabling the desired temperature for the heat treatment to be obtained. Another subject of the invention is a treatment unit employing such a process. The process is more particularly applicable to the heat treatment of wood.

[Suite sur la page suivante]



PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport*

(57) Abrégé : L'invention a pour objet un procédé de traitement thermique d'un matériau dans un four (4), procédé utilisant les gaz de combustion fournis par au moins un brûleur (5) associé à un foyer (6). Ce procédé est caractérisé en ce qu'on prévoit une première étape de condensation des gaz de combustion entre leur sortie du foyer (6) et le four (4), condensation permettant d'éliminer une partie des poussières contenues dans les gaz de combustion, la condensation étant conduite à l'aide d'un moyen frigorifique à absorption (14) et étant suivie par une étape de surchauffe des gaz de combustion permettant d'obtenir la température souhaitée pour le traitement thermique. L'invention a également pour objet une unité de traitement mettant en œuvre un tel procédé. Le procédé est plus particulièrement applicable au traitement thermique du bois.

PROCEDE DE TRAITEMENT THERMIQUE D'UN MATERIAU ET UNITE DE TRAITEMENT THERMIQUE METTANT EN ŒUVRE UN TEL PROCEDE

Le domaine technique de l'invention est celui des
5 procédés de traitement thermique d'un matériau dans un four,
et plus particulièrement de celui des procédés de traitement
d'un matériau organique tel que le bois.

Il est classique de faire subir à des matériaux
organiques des traitements thermiques afin par exemple de les
10 déshydrater ou bien de leur conférer certaines propriétés.

Plus particulièrement il est connu de faire sécher le
bois dans des fours portés à une température de l'ordre d'une
centaine de degrés.

Il est connu aussi de faire subir au bois d'œuvre des
15 traitements thermiques à des températures comprises entre
120°C et 230°C. Ces traitements ont pour but d'éliminer du
bois différents composés organiques volatils ce qui permet
d'améliorer la conservation ultérieure du bois et évite
notamment son pourrissement et son attaque par les insectes.

20 La température et la durée du traitement thermique
dépendent de l'essence de bois considéré et de son taux
d'humidité.

Une des difficultés d'un tel traitement est qu'il doit
être conduit dans un four présentant une atmosphère pauvre en
25 oxygène (taux d'oxygène inférieur à 5% en masse). En effet un
taux supérieur conduirait à une auto inflammation du bois
chauffé.

Il est nécessaire par ailleurs de piloter le
refroidissement du bois après le traitement avec également un
30 taux d'oxygène réduit afin d'éviter une prise de flamme.

Les procédés connus utilisent les gaz de combustion d'une
chaudière fonctionnant au gaz, au fuel ou bien au bois.

On est ainsi assuré d'obtenir un taux d'oxygène réduit.

Cependant les gaz de combustion véhiculent des imbrûlés
35 et des poussières chaudes qui peuvent conduire à une
inflammation du bois et qui imprègnent celui-ci et nuisent à
sa qualité ainsi qu'à sa valeur marchande ultérieure. Les

poussières et résidus solides sont notamment particulièrement abondants lorsque le combustible est lui-même le bois.

Le brevet US3675600 décrit un procédé de traitement connu dans lequel on prévoit différentes chambres dans lesquelles
5 circulent les gaz de combustion avant d'être conduits au four lui-même.

Ces chambres permettent d'incinérer les impuretés à haute température ce qui permet de les éliminer du courant de gaz utilisé.

10 Ce procédé présente des inconvénients.

Tout d'abord l'élimination des impuretés est incomplète et dépend du nombre de chambres de post-combustion ainsi que du taux d'oxygène dans ces chambres.

Il est par ailleurs difficile de maîtriser avec ce
15 procédé le taux d'oxygène du gaz qui est produit.

En effet une admission d'air frais est nécessaire pour permettre l'élimination par combustion des différentes impuretés ce qui augmente le taux d'oxygène du courant gazeux qui est produit et risque de conduire à une inflammation du
20 bois à traiter.

Ce procédé enfin ne permet pas d'utiliser d'une façon optimale l'énergie calorifique qui est produite. En effet la multiplication des chambres de post combustion conduit à des pertes de chaleur.

25 On a également proposé dans le brevet US4888884 d'opérer un filtrage du gaz de combustion en aval du four. Un tel filtrage est combiné à une recirculation des gaz de combustion en circuit fermé et il permet donc de maîtriser le taux d'oxygène du gaz mis en œuvre.

30 Cependant un filtrage en aval ne permet pas d'éliminer les particules avant leur introduction dans le four, la qualité du matériau obtenu avec un tel traitement n'est donc pas satisfaisante.

On notera également que le traitement décrit dans ce
35 brevet est plus particulièrement destiné au traitement de matériaux semi-pulvérulents, tels que des copeaux de bois. Il est difficilement transposable au traitement de matériaux encombrants tels que des planches ou des billes de bois.

On connaît également par le brevet WO81/00147 un procédé dans lequel on élimine par condensation les solvants contenus dans les gaz sortant d'un four de séchage. Cependant ce procédé est associé à un four de séchage pour imprimerie dans lequel les températures de gaz sont très inférieures à celles nécessaires pour le traitement du bois.

Le brevet WO2005/116551 propose un dispositif de traitement du bois dans lequel le gaz sortant d'un foyer est condensé pour éliminer l'eau présente. Cependant la condensation est ici réalisée en aval d'un échangeur thermique. Le niveau de condensation obtenu ne permet donc pas d'assurer le nettoyage des gaz de combustion qui est nécessaire pour réaliser les traitements du bois.

L'invention a pour but de proposer un procédé de traitement thermique permettant d'une part d'éliminer les particules véhiculées par les gaz de combustion et d'autre part de maîtriser également le taux d'oxygène des gaz mis en œuvre.

Le procédé selon l'invention permet par ailleurs d'optimiser l'utilisation de l'énergie mise en œuvre. Il peut fonctionner ainsi d'une façon continue et permet le traitement de gros volumes de bois.

L'énergie thermique est utilisée d'une façon optimale. Par ailleurs les résidus sont récupérés et peuvent être réutilisés ou valorisés.

Ainsi l'invention a pour objet un procédé de traitement thermique d'un matériau dans un four, et notamment d'un matériau organique tel que le bois, procédé utilisant les gaz de combustion fournis par au moins un brûleur associé à un foyer, procédé caractérisé en ce qu'on prévoit une première étape de condensation des gaz de combustion entre leur sortie du foyer et le four, condensation permettant d'éliminer une partie des poussières contenues dans les gaz de combustion, la première étape de condensation étant conduite à l'aide d'un moyen frigorifique à absorption et étant suivie par une étape de surchauffe des gaz de combustion permettant d'obtenir la température souhaitée pour le traitement thermique.

La surchauffe pourra être réalisée à l'aide des gaz fournis par un générateur de gaz chaud qui est lui-même chauffé par le brûleur.

La surchauffe pourra être réalisée au travers d'un
5 échangeur chauffé par le brûleur.

On pourra avantageusement réguler la température des gaz de combustion utilisés pour le traitement en réalisant le mélange des gaz sortant de l'étape de surchauffe avec ceux sortant de la première étape de condensation.

10 On pourra procéder en sortie du four à une deuxième étape de condensation.

La deuxième étape de condensation pourra être suivie d'une étape de séparation entre la fraction solide et/ou liquide et les gaz de combustion eux-mêmes.

15 Avantageusement, les gaz de combustion pourront être redirigés en sortie de l'étape de séparation vers le brûleur et/ou le foyer, par l'intermédiaire d'un étage mélangeur assurant un mélange des gaz avec de l'air, mélange qui sera dosé en fonction de la mesure du taux d'au moins un composé
20 combustible inclus dans les gaz de combustion.

L'invention a également pour objet une unité de traitement thermique d'un matériau, et notamment d'un matériau organique tel que le bois, unité permettant de mettre en œuvre le procédé selon l'invention.

25 Cette unité comprend au moins un four, chauffé à partir des gaz de combustion issus d'au moins un brûleur associé à un foyer, elle est caractérisée en ce qu'elle comporte au moins un premier condenseur qui est disposé de façon à refroidir les gaz de combustion à leur sortie du foyer, la
30 condensation permettant d'éliminer avec l'eau une partie des poussières contenues dans les gaz de combustion, poussières qui sont récupérées dans un moyen de décantation, unité comportant au moins un surchauffeur relié à un moyen de chauffe et permettant de réchauffer les gaz de combustion à
35 leur sortie du premier condenseur, et comportant également au moins un moyen frigorifique à absorption qui utilise comme source chaude le foyer et qui comprend au moins un circuit réfrigérant qui est couplé au premier condenseur.

Le moyen de chauffe pourra être relié au surchauffeur par l'intermédiaire d'un moyen de régulation de la température des gaz de combustion.

Le moyen de chauffe pourra être relié à un générateur de gaz chauds qui sera lui-même chauffé par le ou les brûleurs.

Le surchauffeur pourra comprendre au moins deux circuits de circulation de gaz chauds disposés dans une enceinte au travers de laquelle circulent les gaz de combustion, les circuits étant disposés de telle sorte que les gaz de combustion circulent dans un sens inverse de celui des gaz chauds fournis par le générateur de gaz, chaque circuit étant par ailleurs doté d'une vanne de réglage du débit de gaz dont l'ouverture est commandée par le moyen de régulation de température.

Le surchauffeur pourra être constitué par un échangeur chauffé par le brûleur lui-même.

Selon une variante de réalisation, l'échangeur formant surchauffeur pourra comporter des tubulures qui seront incorporées structurellement à un générateur de gaz chaud.

Avantageusement, le moyen de régulation de la température des gaz de combustion pourra comprendre deux circuits : un circuit de gaz de combustion froids issus du premier condenseur et un circuit de gaz de combustion chauds issus du surchauffeur, la température des gaz de combustion utilisés étant régulée par au moins un mitigeur assurant le mélange des gaz froids avec les gaz chauds.

Chaque circuit chaud et froid incorporera une pompe, le débit des pompes étant régulé de façon à assurer l'égalité des débits de gaz de combustion en amont et en aval du surchauffeur.

Chaque circuit de gaz de combustion chauds ou froids comportera de préférence un circuit d'équilibrage permettant de compenser les pertes de charge engendrées par le mitigeur, circuit d'équilibrage réinjectant une partie des gaz chauds ou froids en amont de la pompe du circuit considéré.

L'unité pourra comporter au moins un deuxième condenseur qui sera disposé en sortie du four.

L'unité de traitement pourra avantageusement comprendre un moyen de décantation permettant de séparer la fraction solide et/ou liquide et les gaz de combustion eux-mêmes.

L'unité de traitement thermique pourra également
5 comprendre un étage mélangeur qui assurera un mélange des gaz sortant du deuxième condenseur et du moyen de décantation associé avec de l'air, cet étage mélangeur comportant au moins une vanne dont l'ouverture sera commandée par un moyen de régulation qui commandera le degré d'ouverture de la vanne
10 en fonction de la mesure du taux d'au moins un composé combustible inclus dans les gaz de combustion, le mélange de l'air et des gaz de combustion étant redirigé vers le brûleur et/ou le foyer.

Avantageusement, au moins un circuit réfrigérant du moyen
15 frigorifique à absorption pourra être également couplé au deuxième condenseur.

Suivant une autre caractéristique, le générateur de gaz chaud pourra être alimenté en air au travers d'un troisième condenseur raccordé à un circuit réfrigérant du moyen
20 frigorifique à absorption.

Lorsque l'unité de traitement thermique selon l'invention est plus particulièrement destinée à assurer le traitement de bois, elle comprendra avantageusement au moins un four qui comportera deux parois latérales en regard l'une de l'autre
25 et une paroi supérieure, parois qui seront réalisées sous la forme de caissons dans lesquels circuleront les gaz de combustion, ces derniers étant amenés au niveau du caisson supérieur qui sera divisé en deux demi-caissons, un demi-caisson recevant les gaz de combustion arrivant au four et
30 l'autre demi-caisson collectant les gaz pour leur évacuation après leur passage dans le four, chaque demi-caisson communiquant par ailleurs avec un caisson latéral distinct, les parois des caissons latéraux étant dotées de perforations permettant le passage des gaz du caisson latéral vers
35 l'intérieur du four, les gaz étant ainsi introduits dans le four au niveau d'un caisson latéral et étant évacués hors du four au travers de l'autre caisson latéral.

Avantageusement, le caisson supérieur sera globalement parallélépipedique et divisé en quatre compartiments par deux cloisons qui s'étendront suivant des diagonales, un premier compartiment étant relié à une conduite d'arrivée des gaz de combustion et un deuxième compartiment étant relié à une conduite d'évacuation des gaz de combustion, les deux autres compartiments étant reliés chacun à un des caissons latéraux, un volet pivotant médian pouvant être positionné au choix dans le prolongement de l'une ou de l'autre des cloisons diagonales, de façon à partager le caisson supérieur en deux demi-caissons. Le volet pivotant permettra ainsi de diriger les gaz de combustion au choix vers l'un ou l'autre des caissons latéraux.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, les caissons latéraux pourront être dotés de perforations qui seront réparties sur toute la hauteur de chaque caisson, chaque caisson latéral étant par ailleurs doté d'un panneau coulissant verticalement et permettant, suivant la position choisie, d'obturer toutes les perforations d'une moitié supérieure ou bien toutes celles d'une moitié inférieure dudit caisson latéral, les panneaux étant par ailleurs positionnés en position haute sur un caisson latéral et en position basse sur l'autre caisson latéral en fonction de la position du volet pivotant du caisson supérieur. Le positionnement des panneaux sera choisi de façon à assurer toujours un courant des gaz de combustion qui traversent le four d'une partie basse d'un caisson latéral vers une partie haute de l'autre caisson latéral.

Suivant un autre mode de réalisation, le four comporte deux parois latérales en regard l'une de l'autre, parois qui sont réalisées sous la forme de caissons dans lesquels circulent les gaz de combustion, chaque paroi latérale étant divisée en deux demi-caissons, un caisson inférieur destiné à recevoir les gaz de combustion arrivant au four et un caisson supérieur collectant les gaz pour leur évacuation après leur passage dans le four, une vanne trois voies étant disposée en amont des caissons inférieurs et une autre vanne trois voies étant disposée en aval des caissons supérieurs de

façon à assurer, par la commande des deux vannes, le pilotage du sens de passage des gaz d'une cloison vers l'autre cloison.

Selon une autre caractéristique, on pourra prévoir, en
5 aval du deuxième condenseur disposé en sortie de four, au moins un groupe de ventilation couplé à un venturi et permettant de maintenir le four en dépression, une vanne disposée en aval du four permettant de régler le débit de gaz au travers du four.

10 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre d'un mode particulier de réalisation, description faite en référence aux dessins annexés et dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma synoptique général d'une
15 unité de traitement selon l'invention,
- la figure 2 est une vue détaillée du générateur de gaz de combustion de cette unité de traitement thermique,
- la figure 3 est une coupe schématique d'un exemple de réalisation du surchauffeur,
- 20 - les figures 4a et 4b sont deux vues en coupes longitudinales simplifiées d'un four mis en œuvre dans l'unité selon l'invention, les coupes sont réalisées suivant le plan dont la trace BB est repérée à la figure 5a, chaque figure montre par ailleurs le four dans une position
25 différente pour les moyens de circulation des gaz,
- les figures 5a et 5b sont deux vues en coupes transversales simplifiées de ce four, les coupes sont réalisées suivant le plan dont la trace AA est repérée à la figure 4a, la figure 5a représente par ailleurs le four dans
30 la même position que sur la figure 4a et parallèlement la figure 5b peut être associée à la figure 4b,
- les figures 6a et 6b sont enfin deux vues de dessus du four, le four est coupé au niveau du caisson supérieur (plan de coupe CC repéré à la figure 4a), la figure 6a montre le
35 four suivant la même position que celle des figures 4a et 5a, et la figure 6b montre le four dans la même position que sur les figures 4b et 5b.

- la figure 7 est un schéma synoptique général d'une unité de traitement selon un autre mode de réalisation de l'invention,

- la figure 8 est un schéma représentant cette même unité et permettant de mettre en évidence son fonctionnement en phase de démarrage,

- les figures 9a et 9b sont deux vues en coupes transversales simplifiées d'un autre mode de réalisation du four.

10 La figure 1 montre une unité 1 de traitement thermique de bois. Le bois 2 est disposé sur des chariots 3 qui sont logés dans des fours de traitement thermique 4. Ici un seul four 4 est représenté, mais l'unité pourrait être dimensionnée pour comprendre plusieurs fours.

15 Les fours 4 sont des unités de grandes dimensions pouvant traiter des éléments de bois de près de 6 m de long (bois en rondins ou scié). Le bois qui doit être traité à haute température aura préalablement été séché dans un four de séchage 12 (dans lequel la température est de l'ordre de
20 100°C). Pour pouvoir être traité le bois aura de préférence un taux d'humidité inférieur à 12%.

Chaque four 4 a ainsi globalement la forme d'un parallélépipède rectangle de 10 mètres de long, 3 mètres de large et 5 mètres de haut.

25 Le four 4 est chauffé à partir des gaz de combustion issus d'un brûleur 5 associé à un foyer de combustion 6. Ce mode de chauffage par les gaz de combustion permet de maîtriser le taux d'oxygène réduit qui est requis.

Les gaz sont récupérés à la sortie du foyer 6 par un
30 collecteur 7 et ils sont dirigés vers le four 4 par des conduites : 8a1, 8a2, 8b, 8c, 8d, 8e, 8f.

Les gaz G circulent dans le four (dont la structure interne sera détaillée par la suite). Ils sont ensuite évacués à la sortie du four 4 par une conduite 9.

35 Le brûleur 5 utilise une source de combustible 10 qui pourra être le gaz ou le fuel ou avantageusement les résidus et chutes de bois qui peuvent être collectés sur

l'installation. On utilisera donc de préférence un brûleur 5 poly combustibles.

Suivant une caractéristique importante de l'invention, l'unité comporte au moins un premier condenseur 11 qui est
5 disposé de façon à refroidir les gaz de combustion à leur sortie du foyer 6.

Le condenseur 11 provoque un refroidissement brutal des gaz à leur sortie du foyer 6. Ce refroidissement provoque une condensation de l'eau contenue dans les gaz, l'eau s'écoule
10 le long de la conduite 8a2 et elle entraîne avec elle la plus grande partie des poussières contenues dans les gaz de combustion.

L'eau s'écoule le long de la conduite 8a2 et elle s'accumule avec la poussière dans un moyen de décantation 13.

15 Concrètement le moyen de décantation sera constitué par un bac dans lequel circulent les gaz de combustion. Les conduites 8a1 et 8a2 débouchent toutes deux dans le bac au niveau de sa paroi supérieure. L'eau chargée de poussière s'accumule dans le bac 13 et elle en est soutirée
20 périodiquement au moyen d'une vanne V, pour retraitement et élimination des résidus.

Le condenseur 11 est relié à un moyen frigorifique 14 par des tubulures T11 qui conduisent un fluide caloporteur.

Concrètement la température des gaz de combustion est de
25 l'ordre de 210°C à la sortie du foyer 6. Le condenseur 11 est dimensionné pour ramener cette température à environ 80°C. Il suffit pour cela d'un moyen frigorifique véhiculant un fluide circulant à une température de l'ordre de 5°C et on dimensionnera les surfaces d'échanges du condenseur ainsi que
30 le moyen frigorifique 14 pour permettre la chute de température souhaitée.

On pourra utiliser l'eau comme fluide caloporteur.

Une vanne trois voies 15 est disposée en sortie du condenseur 11. Cette vanne permet de diriger les gaz de
35 combustion vers la branche 8c qui conduit à un surchauffeur 16 ou bien vers la branche 8b qui permet de diriger les gaz vers une cheminée d'évacuation 17.

Le surchauffeur 16 est indispensable pour ramener les gaz de combustion à la température qui est nécessaire pour assurer le traitement thermique du bois (température comprise entre 180° C et 230°C).

5 Les calories fournies par le surchauffeur 16 proviennent elles aussi du foyer 6, mais par l'intermédiaire d'un moyen de chauffe distinct.

Conformément à l'invention, le moyen de chauffe comprend un générateur de gaz chauds 17 qui est lui-même chauffé par
10 le brûleur 5.

Le générateur de gaz 17 est disposé dans le foyer 6 et il comprend des tubulures qui renferment le gaz à chauffer (par exemple de l'air). Ces tubulures permettent d'isoler physiquement le gaz à chauffer des gaz de combustion, mais
15 elles sont cependant réalisées en un matériau bon conducteur de la chaleur (par exemple en métal).

Ces tubulures permettent de transférer les calories fournies par le foyer vers le gaz qui circule à l'intérieur des tubulures.

20 Le nombre des tubulures est choisi suffisant pour que la surface d'échange thermique soit importante et on prévoira également plusieurs jeux de tubulures de façon à assurer un maintien du gaz à l'intérieur du foyer 6 suffisamment longtemps pour que sa température atteigne un niveau élevé
25 (de l'ordre de 600°C).

Un exemple de générateur de gaz chaud est donné par la demande de brevet FR06-05589.

Les gaz chauds engendrés par le générateur 17 sortent de ce dernier par le tube 18. Après utilisation, les gaz
30 reviennent au générateur 17 par le tube 19. Les gaz chauds sont utilisés au niveau de l'installation par exemple pour alimenter le ou les fours de séchage 12.

La température des gaz chauds qui est nécessaire pour le séchage dans le four 12 est réglée à l'aide d'une vanne 68
35 qui permet de mélanger au gaz chauds engendrés par le générateur 17 une partie des gaz refroidis qui est prise sur le tube de retour 19 par l'intermédiaire d'un tube 69.

On réglera l'ouverture de la vanne 68 à l'aide d'un moyen de commande électronique (non représenté) associé à un capteur de la température des gaz en entrée de four 12 (non représenté). On peut ainsi aisément ramener la température
5 des gaz de 600°C en sortie du générateur 17 à environ 100°C en entrée du four 12.

Les gaz chauds à haute température (600°C) sont par ailleurs utilisés au niveau du surchauffeur 16.

Une dérivation 20 du tube 18 permet en effet de conduire
10 une partie des gaz chauds vers le surchauffeur 16. Les gaz chauds ressortent du surchauffeur 16 par le tube 21 qui les reconduit au générateur 17.

Un moyen de régulation de la température est interposé entre le générateur de gaz 17 et le surchauffeur 16.

15 Ce moyen comprend une vanne 22 qui est commandée par un moyen électronique 23 de régulation de la température. Le moyen 23 est par ailleurs relié à un capteur 24 mesurant la température des gaz de combustion qui circulent dans la conduite 8d de sortie du surchauffeur 16.

20 Ainsi on pourra réaliser le moyen électronique 23 sous la forme d'un micro-ordinateur programmable. On pourra alors piloter l'ouverture de la vanne 22 en fonction des consignes de température souhaitées pour les gaz destinés au four 4.

Il est clair que l'ouverture de la vanne 22 entraîne une
25 augmentation du débit du gaz chaud issu du générateur 17 et circulant dans le surchauffeur 16 donc également une augmentation de la température des gaz de combustion G qui sont envoyés au four 4 par la conduite 8f.

On notera que les gaz de combustion issus du condenseur
30 11 ont une température relativement réduite (de l'ordre de 80°C). Il est donc possible et facile de réguler la température des gaz envoyés vers le four 4 dans une plage assez large (de 80°C à 300°C environ).

On peut donc, par simple programmation des moyens 23,
35 commander une montée de la température du four suivant les différents paliers souhaités et qui conviennent à l'essence de bois qui doit être traitée.

On peut tout aussi facilement piloter le refroidissement du four sous atmosphère pauvre en oxygène et jusqu'à une température qui permet la sortie du bois hors du four 4 sans risquer l'auto inflammation du bois.

5 Pour les phases de refroidissement du four 4, on pourra utiliser, non plus les gaz réchauffés par le surchauffeur 16 mais directement les gaz sortant du condenseur 11. Il suffit pour cela de réguler l'ouverture de différentes vannes à trois voies.

10 On prévoit ainsi deux autres vannes trois voies 25 et 26 ainsi qu'une conduite 8e disposée entre ces deux vannes.

La vanne 25 permet d'orienter les gaz de combustion issus du condenseur 11, non pas vers la cheminée 17, mais vers le four 4. On peut ainsi isoler complètement le surchauffeur 16 et n'envoyer vers le four que les gaz de combustion issus du condenseur 11. On peut aussi réaliser au niveau de la vanne 26 un mélange des gaz à température réduite (80°C) issus du condenseur 11 avec les gaz chauds sortant du surchauffeur 16.

On positionnera pour cela la vanne 15 dans une position alimentant les deux branches 8b et 8c.

20 On pourra disposer un capteur de température 24 sur la conduite 8f alimentant le four 4. Le moyen électronique 23 assurera alors la régulation des ouvertures et fermetures des vannes 15, 25, 26 et 22 en fonction de la température souhaitée pour les paliers de refroidissement (ou de chauffage) du four.

La figure 3 montre d'une façon plus détaillée la structure d'un surchauffeur 16.

30 Cet élément comprend une chambre cylindrique 27 à l'intérieur de laquelle circulent les gaz de combustion G. Les flèches 8c et 8d montrent le sens de parcours des gaz de combustion et rappellent les références des différentes conduites :

→ entrée dans le surchauffeur 16 : conduite 8c,

35 → sortie du surchauffeur : conduite 8d.

La chambre cylindrique 27 est délimitée par une paroi interne d'une conduite annulaire 28 qui est reliée au générateur de gaz chaud 17 par l'intermédiaire d'une vanne

22a. Cette conduite annulaire 28 constitue un premier circuit de circulation des gaz chauds disposé dans la chambre 27.

La chambre 27 renferme par ailleurs trois autres circuits de circulation des gaz chauds (29, 30 et 31) qui sont tous
5 reliés au générateur de gaz chaud 17 par une vanne (respectivement 22b, 22c et 22d).

Ces trois autres circuits sont réalisés sous la forme de tubulures enroulées en hélice de façon à augmenter la surface
10 d'échange thermique entre les circuits de circulation des gaz chauds et les gaz de combustion eux-mêmes.

Une paroi externe 32 entoure le surchauffeur 16. Elle comporte des matériaux isolants thermiques et permet d'éviter les déperditions de calories.

Tous les circuits de circulation 28, 29, 30 et 31 sont
15 reliés en aval par un collecteur 33 qui est raccordé au tube 21 qui reconduit les gaz au générateur 17.

Un accélérateur 34 permettra de réguler le débit du gaz chaud au travers des différents circuits.

On voit sur la figure 3 que les différentes vannes
20 22a, 22b, 22c et 22d sont toutes commandées par le moyen électronique 23 qui est également raccordé à un capteur de température 24 mesurant la température des gaz de combustion en sortie du surchauffeur 16.

On voit également sur la figure 3 que les différents
25 circuits de circulation 28, 29, 30, 31 sont disposés de telle sorte que les gaz de combustion G circulent dans un sens qui est inverse de celui de la circulation des gaz chauds fournis par le générateur de gaz 17. Une telle disposition permet d'augmenter le rendement du transfert thermique.

30 Les gaz de combustion rencontrent donc les circuits de circulation au voisinage de leur sortie du surchauffeur 16 (donc à l'endroit où leur température est la plus réduite) et, au fur et à mesure de leur progression dans le surchauffeur 16, ils rencontrent des circuits de circulation
35 de plus en plus chauds. Une telle disposition est plus favorable à l'échauffement qu'une disposition inverse et elle conduit à une température supérieure pour les gaz de combustion G en sortie du surchauffeur.

La division du surchauffeur 16 en plusieurs circuits de circulation permet par ailleurs de régler d'une façon plus précise la quantité de chaleur qui est transférée aux gaz de combustion G. On peut ainsi régler facilement les différents
5 paliers de températures nécessaires.

Par ailleurs la mise en place d'un circuit de circulation 28 ayant une forme tubulaire permet d'améliorer le rendement thermique du surchauffeur. Les gaz de combustion G circulent en effet dans une chambre 27 délimitée par une conduite
10 surchauffée 28 et ils passent au travers d'autres tubulures (celles des circuits 29,30,31) qui sont également surchauffées.

En fonction du nombre de circuits de circulation mis en œuvre la quantité de calories transférée aux gaz de
15 combustion G sera plus ou moins importante.

On remarque également sur la figure 3 que les différents circuits de circulation 28,29,30 et 31 sont tous raccordés en série les uns derrière les autres au générateur 17 et que par ailleurs le four de séchage 12 est disposé en série avec le
20 surchauffeur 16 et non plus en parallèle comme représenté sur les figures 1 et 2.

Ce montage en série est une variante de l'invention qui permet d'utiliser au mieux les calories fournies par le générateur de gaz 17.

25 En effet, le gaz issu du générateur 17 et qui se trouvent refroidis au travers du surchauffeur 16 restent cependant à une température largement suffisante pour alimenter un ou plusieurs fours de séchage 12.

Les gaz pourront être cependant abaissés en température
30 avant leur introduction dans le four de séchage 12. Cet abaissement sera piloté comme cela a été décrit précédemment par un mélange des gaz chauds avec une partie des gaz refroidis prélevés sur le tube de retour 19.

On pourra bien entendu (et avec un dimensionnement
35 approprié de l'installation) prévoir plusieurs surchauffeurs 16 en série les uns derrière les autres, en particulier pour alimenter plusieurs fours 4 de traitement thermique.

La figure 2 montre d'une façon plus précise la structure du générateur de gaz de combustion de l'unité de traitement thermique 1 et en particulier la structure du moyen frigorifique 14 ainsi que de ses différents circuits.

5 Avantageusement, et de façon à optimiser le rendement thermique de l'unité 1, on mettra en œuvre un moyen frigorifique 14 à absorption. Ces moyens sont bien connus de l'Homme du Métier.

10 Ils mettent en œuvre un circuit de circulation Ca d'un fluide permettant d'absorber des calories d'une source chaude au niveau d'un bouilleur (le plus souvent le fluide est une solution d'ammoniac). Ce circuit de fluide est couplé à un évaporateur qui provoque le changement d'état du fluide et donc la production de froid.

15 Conformément à l'invention on utilisera comme source chaude le foyer 6. On disposera ainsi par exemple un bouilleur 35 autour du collecteur 7 des gaz de combustion. Le bouilleur 35 sera constitué ainsi par des tubulures entourant le collecteur 7.

20 Le circuit caloporteur Ca (représenté en pointillés) est le circuit du fluide permettant d'extraire les calories (par exemple une solution d'ammoniac). Ce circuit Ca est relié à un ou plusieurs échangeurs 36 qui assurent la vaporisation de l'ammoniac. Le fluide assurant la vaporisation est de l'air
25 qui sera introduit dans le moyen frigorifique 14 à l'aide d'un ventilateur 37.

30 L'air qui sort du moyen frigorifique 14 a été réchauffé par le fluide du circuit caloporteur Ca, cet air réchauffé est récupéré par un tube 38 et dirigé vers le brûleur 5 et/ou le foyer 6. Cet air chauffé permet d'améliorer le rendement de la combustion du brûleur 5.

35 Le fluide caloporteur se vaporise à une température d'environ 5°C (pour de l'ammoniac). Un ou plusieurs circuits réfrigérants sont couplés au circuit caloporteur Ca au niveau du ou des échangeurs. Ces circuits sont par exemple des circuits d'eau. L'eau réfrigérée est conduite par un circuit T11 au premier condenseur 11 et permet (comme précisé

précédemment) d'assurer l'élimination de l'eau et des poussières contenues dans les gaz de combustion.

Le débit d'eau réfrigérée nécessaire est assuré grâce à un accélérateur 39.

5 On pourra par ailleurs prévoir également un autre accélérateur 40 au niveau du circuit Ca afin d'augmenter le rendement de l'échange thermique.

Le circuit d'eau réfrigérée pourra comporter d'autres branches qui vont être décrites par la suite.

10 En se reportant à la figure 1, on remarque que l'unité 1 comprend un deuxième condenseur 41 qui est disposé en sortie du four 4.

Les gaz de combustion Gs qui sortent du four 4 sont chargés à la fois d'humidité et de composés organiques
15 volatils qui sont extraits du bois au cours du traitement thermique. Ces composés volatils comprennent essentiellement des hydrocarbures condensables, notamment du méthane et de l'acétone.

Le condenseur 41 permet d'éliminer l'eau qui est
20 incorporée aux gaz en sortie de four ainsi que les poussières ou autres résidus solides.

Un moyen de décantation 42 permet de séparer la fraction solide et/ou liquide et les gaz de combustion eux-mêmes.

Les résidus sont récupérés dans un bac 44 pour traitement
25 et élimination ultérieure (avec les résidus extraits au niveau du moyen 13).

Un ventilateur 43 permet de réguler la vitesse des gaz dans le four 4. La canalisation 45 ne véhicule donc qu'un gaz de combustion refroidi et chargé de composés organiques
30 volatils qui sont combustibles.

Ce gaz est mélangé à de l'air au niveau d'un étage mélangeur comprenant une vanne trois voies 46, puis dirigé vers le brûleur 5 (ou vers le foyer 6).

L'ouverture de la vanne 46 est commandée par un moyen de
35 régulation 47 qui commande le degré d'ouverture de la vanne 46 en fonction de la mesure du taux d'au moins un composé combustible inclus dans les gaz de combustion.

Cette mesure est effectuée à l'aide d'un capteur 48. On mesurera de préférence le taux de méthane car il s'agit du gaz le plus réactif.

On pourra également prévoir une autre vanne 49 qui
5 permettra d'évacuer tout ou partie des gaz soit vers l'extérieur soit vers un réservoir de gaz 50 (gazomètre) pour permettre un stockage temporaire en cas de production excessive de composés volatils.

L'air utilisé est de préférence celui qui a été
10 préchauffé au niveau du moyen frigorifique 14.

On voit sur les figures 1 et 2 que le générateur de gaz chauds 17 est alimenté en gaz par un ventilateur 51 qui est couplé au circuit fermé 18-19 par une vanne 52. On peut ainsi
15 ajouter du gaz (en général de l'air) au circuit pour compenser les pertes et maintenir le volume de gaz nécessaire aux bons transferts thermiques.

Un troisième condenseur 53 est interposé entre le ventilateur 51 et le circuit de gaz. Ce condenseur permet d'assécher l'air externe utilisé, ce qui évite la production
20 de vapeur d'eau dans le circuit.

Un quatrième condenseur 54 enfin permet d'éliminer du circuit de gaz chauds 19 l'eau extraite du bois au niveau du four de séchage 12.

Les troisième et quatrième condenseurs sont tous deux
25 reliés au moyen frigorifique 14 par des circuits d'eau réfrigérée T53 et T54.

Les figures 4 à 6 montrent la structure du four de traitement thermique utilisé par l'unité selon invention

Le four 4 est constitué sous la forme d'un bloc
30 parallélépipédique qui comporte deux parois latérales 55a et 55b disposées en regard l'une de l'autre ainsi qu'une paroi supérieure 56. Le four 4 comporte par ailleurs deux portes 67e et 67s, étanches et isolées thermiquement, permettant le passage des chariots 3 chargés de bois.

35 Ces parois sont réalisées en tôle et sous la forme de caissons creux délimitant chacun un volume dans lesquels peuvent circuler les gaz de combustion.

Comme cela est plus particulièrement visible aux figures 4a et 4b, le caisson supérieur 56 porte la conduite 8f qui amène les gaz de combustion (Ge) ainsi que la conduite 9 qui évacue les gaz (Gs) après leur circulation dans le four 4.

5 Ces gaz Gs sont (comme précisé plus haut) chargés de composés organiques volatils.

Comme cela est visible aux figures 4a,4b,5a,5b on a réalisé sur les parois internes des caissons latéraux 55a et 55b des perforations 65 qui permettent le passage des gaz du
10 caisson latéral 55a ou 55b considéré vers l'intérieur du four 4.

Les gaz sont donc introduits dans le four 4 au niveau d'un caisson latéral (55a ou 55b) et sont évacués hors du four au travers de l'autre caisson latéral.

15 Le caisson supérieur est par ailleurs divisé par des cloisons en deux demi-caissons.

Comme cela est plus particulièrement visible aux figures 6a et 6b, le caisson supérieur 56 est divisé en quatre compartiments 57a, 57b, 58a et 58b par deux cloisons 59 et 60
20 qui s'étendent suivant des diagonales.

Un premier compartiment 57a est relié à la conduite 8f d'arrivée des gaz de combustion Ge.

Un deuxième compartiment 57b est relié à la conduite 9 d'évacuation des gaz de combustion Gs.

25 Les deux autres compartiments 58a et 58b sont reliés chacun à une des parois/caissons latérales 55a ou 55b.

On voit ainsi sur les figures que le compartiment 58a est relié au caisson latéral 55a et que le compartiment 58b est relié au caisson latéral 55b (voir aussi les figures 5a et
30 5b).

Conformément à une caractéristique de l'invention chaque cloison 59 et 60 est interrompue au niveau d'une partie médiane qui est occupée par un volet pivotant médian 61.

Ce volet est commandé par un moteur 62 et il peut être
35 positionné au choix dans le prolongement de l'une ou de l'autre des cloisons 59 ou 60.

Il est ainsi possible de partager avec le volet 61 le caisson supérieur 56 en deux demi-caissons et de deux façons différentes.

Ainsi la figure 6a montre le caisson supérieur 56 dans une position dans laquelle le volet médian 61 est dans le prolongement de la cloison 59.

Dans cette position :

→ un premier demi-caisson comprend les deux compartiments 57a et 58a

→ un deuxième demi-caisson comprend les deux compartiments 57b et 58b.

Dans une telle configuration les gaz introduits dans le four par la conduite 8f sont dirigés vers le caisson latéral 55a et ils sont évacués par le caisson latéral 55b, après passage dans le four 4.

Le mouvement des gaz dans le four 4 est celui représenté à la figure 5a, soit de la gauche vers la droite.

Inversement la figure 6b montre le caisson supérieur 56 dans une position dans laquelle le volet médian 61 est dans le prolongement de la cloison 60.

Dans cette position :

→ un premier demi-caisson comprend les deux compartiments 57a et 58b

→ un deuxième demi-caisson comprend les deux compartiments 57b et 58a.

Dans une telle configuration les gaz introduits dans le four par la conduite 8f sont dirigés vers le caisson latéral 55b et ils sont évacués par le caisson latéral 55a, après passage dans le four 4.

Le mouvement des gaz dans le four est celui représenté à la figure 5b, soit de la droite vers la gauche.

Le volet pivotant 61 permet ainsi de diriger les gaz de combustion au choix vers l'une ou l'autre des parois / caissons latéraux 55a ou 55b.

Il est en effet intéressant lors du traitement thermique du bois de faire varier le sens de l'écoulement transversal des gaz de combustion au travers du four.

En effet on homogénéise ainsi le traitement du bois. Des cycles peuvent être programmés au cours desquels on dirigera le courant gazeux d'un côté ou de l'autre du chargement de bois.

5 Indépendamment du sens transversal du courant gazeux à l'intérieur du four, il est utile d'introduire les gaz en partie basse du four et de les récupérer en partie haute. On est ainsi assuré d'éliminer plus sûrement les composés organiques volatils.

10 Pour obtenir un tel résultat les perforations 65 sont réparties sur toute la hauteur de chaque paroi latérale 55a, 55b.

Chaque paroi est par ailleurs dotée d'un panneau 66 qui coulisse verticalement sur des rails 63 à l'aide d'une
15 motorisation 64.

Le panneau 66 est dimensionné de façon à ne couvrir qu'une moitié de l'ensemble des perforations 65 portées par une paroi.

Il est donc possible, suivant la position choisie pour le
20 panneau 66, d'obturer toutes les perforations 65 d'une moitié supérieure (voir figure 4a) ou bien toutes celles d'une moitié inférieure de ladite paroi (voir figure 4b).

Par ailleurs les moyens de commande des motorisations 64 sont définis pour que, lorsqu'un panneau 66 se trouve en
25 position haute sur une paroi, le panneau de l'autre paroi se trouve disposé en position basse.

Ces motorisations sont par ailleurs couplées à celle commandant le positionnement du volet 61.

Le but recherché est que les gaz soient toujours
30 introduits en position basse à l'intérieur du four 4 et évacués en position haute.

Le positionnement des panneaux doit ainsi être choisi de façon à assurer toujours un courant des gaz de combustion qui traverse le four d'une partie basse d'une paroi vers une
35 partie haute de l'autre paroi.

A titre d'exemple on voit sur les figures que, lorsque les gaz de combustion Ge sont introduits au niveau du caisson latéral 55a (figure 6a), le panneau 66 se trouve en position

haute sur cette paroi latérale, ce qui dégage les perforations de la partie basse (figure 5a et 4a). Inversement le panneau 66 est disposé en position basse sur la paroi latérale 55b.

5 La situation est inverse lorsque les gaz de combustion Ge sont introduits au niveau du caisson latéral 55b (figure 6b). Dans ce cas le panneau 66 se trouve en position haute sur cette paroi latérale, ce qui dégage les perforations de la partie basse (figure 5b) et le panneau 66 est disposé en
10 position basse sur la paroi latérale 55a (figure 4b).

Différentes variantes sont possibles sans sortir du cadre de l'invention.

Il est possible de mettre en œuvre un four de structure différente, notamment si les matériaux à traiter ont une
15 forme et/ou un volume différent (par exemple pour des matériaux granulaires, tels que des copeaux).

Il est par ailleurs également possible de mettre en œuvre le four décrit en référence aux figures 4 à 6 avec une unité de traitement thermique de structure différente. Par exemple
20 avec une unité de traitement thermique selon l'art antérieur.

La structure du four proposée par l'invention permet en effet d'obtenir facilement un courant des gaz de combustion ayant une orientation transversale dirigée d'une paroi du caisson vers l'autre paroi avec la possibilité d'inverser
25 facilement le sens de parcours du courant gazeux pour homogénéiser le traitement. Le courant gazeux transversal peut également avoir toujours une orientation du bas vers le haut du caisson même lorsque le sens de parcours du courant dans le four se trouve inversé.

30 Il est également possible de mettre en œuvre un moyen frigorifique de structure différente, par exemple utilisant un fluide autre que l'ammoniac pour le transfert thermique. On pourra utiliser une unité frigorifique à compression classique mettant en œuvre l'énergie électrique. Cependant le
35 moyen à absorption proposé par invention permet d'utiliser d'une façon optimale les ressources thermiques de l'installation.

Il est aussi possible de remplacer le surchauffeur 16 par un moyen de chauffé distinct plus classique, par exemple un autre brûleur. Dans ce cas il sera inutile de prévoir un générateur de gaz 17.

5 Cependant la solution proposée par l'invention permet d'optimiser le rendement thermique tout en permettant l'alimentation de fours de séchage 12.

Il est enfin possible d'utiliser une unité conforme à invention pour réaliser le traitement thermique d'autres
10 types de matériaux, par exemple des matériaux organiques ou des matériaux végétaux tels que la paille.

On a représenté sur la figure 7 un autre mode de réalisation d'une unité 1 de traitement thermique selon l'invention.

15 Suivant ce mode, le foyer 6 est toujours chauffé par un brûleur (non représenté) et les gaz de combustion sont refroidis à leur sortie du foyer 6 par le premier condenseur 11. Comme dans le mode de réalisation précédent, la condensation permet d'éliminer avec l'eau une partie des
20 poussières contenues dans les gaz de combustion. L'eau ainsi chargée de poussières est évacuée par une conduite 70, vers un moyen de décantation 13. L'eau est évacuée par un collecteur 94 vers une unité de traitement 95.

Tout comme dans le mode de réalisation précédent, le
25 condenseur 11 est refroidi par un moyen frigorifique 14 à absorption qui utilise comme source chaude le foyer 6. On a représenté sur la figure 7 par des pointillés les conduites Ca du circuit caloporteur reliant le moyen frigorifique 14 au bouilleur 35 qui est réchauffé par les gaz de combustion. On
30 voit enfin sur la figure 7 le circuit réfrigérant T₁₁ qui relie le moyen frigorifique 14 au premier condenseur 11.

Ce mode diffère du précédent en ce que le surchauffeur 16 est ici constitué par un échangeur disposé dans le foyer 6 et chauffé par le brûleur lui-même.

35 Ainsi, au cours du fonctionnement normal de l'installation, les gaz de combustion refroidis par le condenseur 11 sont conduits par un tube 71 vers le surchauffeur 16. Une vanne 72 permet d'isoler cette branche

de l'installation. A la sortie du surchauffeur 16, les gaz de combustion chauds sont amenés vers des mitigeurs 74 et 75 par une conduite 77 qui se partage en deux branches 77a et 77b.

Par ailleurs, une dérivation 73 qui se partage en deux branches 73a et 73b conduit également une partie des gaz froids sortant du condenseur 11 vers les deux mitigeurs 74 et 75.

Une vanne 76 permet d'isoler cette dérivation conduisant les gaz froids.

10 L'unité de traitement selon ce mode de réalisation comprend donc deux circuits distincts conduisant les gaz de combustion issus du condenseur 11 :

Un circuit froid (73, 73a, 73b) qui est représenté en traits interrompus sur la figure 7.

15 Un circuit chaud (77, 77a, 77b) qui est représenté en traits pleins sur la figure 7.

Des flèches permettent de visualiser le sens d'écoulement des gaz dans les différents circuits lors du fonctionnement normal de l'unité.

20 Suivant ce mode de réalisation de l'invention on va donc régler la température nécessaire au traitement (ou au séchage du bois) en dosant, au niveau de chaque mitigeur 74, 75, le mélange des gaz de combustion froids et des gaz de combustion surchauffés.

25 Les mitigeurs 74 et 75 sont reliés au moyen électronique 23 de régulation de la température. Le moyen 23 par ailleurs commande également l'ouverture ou la fermeture des vannes 72 et 76 permettant l'isolation des différents circuits.

Les moyens 23 assurent enfin la commande de deux pompes 30 78 et 79. Chacune de ces pompes est disposée sur un circuit chaud ou froid distinct et permet de régler le débit de gaz circulant dans le circuit considéré. La pompe 78 est ainsi disposée sur le circuit froid 73 et la pompe 79 sur le circuit chaud (mais en amont de l'échangeur 16).

35 Il est en effet essentiel que la somme des débits de gaz circulant dans chacun des circuits 73, 77 soit égale au débit de gaz sortant du condenseur 11 pour ne pas étouffer la

combustion. On assure ainsi le tirage de la cheminée en maintenant une dépression au niveau du foyer.

Par ailleurs la pompe 79 permet de réguler la vitesse des gaz circulant dans l'échangeur 16 ce qui permet d'assurer le
5 meilleur rendement thermique possible.

Des capteurs de débit (non représentés) sont disposés sur les différents circuits (capteurs de débit sur les circuits 73,77 et en sortie de condenseur 11). Des capteurs de température (non représentés) sont également prévus dans les
10 fours 4, 12. Tous ces capteurs sont reliés au moyen de régulation 23 afin de permettre à ce dernier d'assurer sa fonction.

Les mitigeurs 74, 75 permettent ainsi, en dosant le mélange des gaz chauds et froids, d'obtenir la température
15 souhaitée dans chaque four 4 ou 12.

Ce mode de réalisation de l'invention permet d'obtenir un rendement thermique encore supérieur. En effet l'énergie thermique fournie par le foyer 6 est directement utilisée pour surchauffer les gaz de combustion. Les mitigeurs 74, 75
20 permettent de régler très finement la température des gaz envoyés aux fours dans une plage de régulation importante (le gaz de combustion circule dans le circuit froid à une température de l'ordre de 80°C alors que le gaz chaud a une température de l'ordre de 500 °C).

25 Cette souplesse au niveau du réglage de la température (qui permet notamment de réaliser par programmation les paliers de montée en température et de refroidissement qui sont nécessaires) permet d'utiliser une seule et même installation thermique pour alimenter en gaz chauds
30 différents fours 4 ou séchoirs 12 ayant des températures d'usage très différentes.

A titre de variante de réalisation, on pourra utiliser comme surchauffeur 16 un jeu de tubulures incorporées structurellement dans un générateur de gaz chaud tel que
35 décrit précédemment en référence aux figures 1 et 2 et par la demande de brevet FR06-05589.

On pourra ainsi utiliser l'énergie thermique du foyer 6 pour assurer à la fois le surchauffage des gaz de combustion

et la production d'un gaz chaud distinct des gaz de combustion (et utilisable pour d'autres applications : chauffage des locaux ou d'autres fours de séchage).

Le réglage des mitigeurs 74 et 75 conduit cependant à une
5 perte de charge dans les différents circuits du gaz de combustion. Pour compenser de telles pertes de charge et assurer ainsi un équilibrage des pressions et le maintien d'une dépression à une valeur constante au niveau du foyer 6 on prévoit un circuit d'équilibrage au niveau de chaque
10 circuit des gaz de combustion chauds ou froids.

Ce circuit d'équilibrage permet de réinjecter une partie des gaz chauds ou froids en amont de la pompe du circuit considéré.

Ainsi au niveau du circuit de gaz chauds 77 on dispose
15 une branche 80,83 qui est reliée au circuit 77 par une vanne 81 et par un robinet trois voies 82. Une partie des gaz chauds prélevés en amont des mitigeurs 74,75 sont ainsi reconduits, à la sortie du robinet 82, par la canalisation 83 jusqu'en amont de la pompe 79.

20 Au niveau du circuit de gaz froids 73 on dispose une branche 84,85 qui est reliée au circuit 73 par une vanne 86 et un robinet trois voies 87. Une partie des gaz froids prélevés en amont des mitigeurs 74,75 sont ainsi reconduits, à la sortie du robinet 87, par la canalisation 85 jusqu'en
25 amont de la pompe 78.

Les vannes 81,86 et les robinets 82,87 sont commandés par le moyen de régulation 23 en fonction de la mesure de la dépression au niveau du foyer 6 mesure qui est effectuée à l'aide d'un capteur approprié (non représenté). Il est en
30 effet plus facile de mesurer une dépression au niveau du foyer que de mesurer le débit des gaz générés par la combustion puis traités au niveau du condenseur 11. Dans le fonctionnement ainsi décrit c'est le contrôle de la dépression au-dessus du foyer qui permet de réguler la
35 vitesse de combustion, donc le débit de gaz générés.

Ces circuits d'équilibrage permettent de régulariser le débit des gaz chauds et froids malgré les modifications

apportées en cours de fonctionnement au réglage des mitigeurs 74,75.

On a représenté schématiquement sur la figure 7 deux fours : un four de séchage 12 et un four de traitement 4.

5 Chaque four est alimenté en gaz de combustion à une température régulée à partir d'un mitigeur distinct 74 ou 75.

Suivant ce mode de réalisation de l'invention la structure de chaque four est simplifiée.

10 Les figures 9a et 9b montrent de façon agrandie la structure des fours 4,12.

Un tel four comporte deux parois latérales 55a,55b en regard l'une de l'autre. Ces parois sont réalisées sous la forme de caissons dans lesquels circulent les gaz de combustion. Cependant ici chaque paroi latérale est divisée
15 en deux demi-caissons séparés 55a1, 55a2 et 55b1, 55b2.

Un caisson inférieur 55a1 ou 55b1 est destiné à recevoir les gaz de combustion qui sont fournis par le mitigeur 74 ou 75.

20 Un caisson supérieur 55a2 ou 55b2 permet de collecter les gaz pour leur évacuation après leur passage dans le four 4,12.

Afin de piloter le sens de circulation des gaz à l'intérieur du four, une vanne trois voies 88 ou 89 est disposée en amont des caissons inférieurs 55a1, 55b1. Une
25 autre vanne trois voies 90 ou 91 est disposée en aval des caissons supérieurs 55a2, 55b2.

Il est ainsi possible d'assurer, par la commande des deux vannes du four considéré, le pilotage du sens de passage des gaz (G) d'une cloison 55a vers l'autre cloison 55b.

30 La figure 9a montre ainsi un four dans lequel les gaz circulent de la droite vers la gauche. La vanne trois voies 88, 89 est commandée pour envoyer les gaz de combustion vers le caisson inférieur droit 55b1. Les gaz sortent de ce caisson au travers des perforations 65 et ils se dirigent
35 suivant la direction représentée par les flèches vers le caisson supérieur gauche 55a2. En effet la vanne 90, 91 a été commandée de façon à isoler le caisson supérieur droit 55b2

et relier le caisson supérieur gauche vers le circuit d'évacuation des gaz (vers le deuxième condenseur 41).

On a représenté en grisé sur les figures 9a, 9b les caissons inactifs. Il n'est plus nécessaire avec ce mode de réalisation de l'invention de prévoir un volet coulissant pour masquer les perforations des parois. Les gaz suivent naturellement le chemin qui leur est accessible.

On voit en considérant la figure 9b qu'en inversant les sens des vannes 88, 89 et 90, 91 l'écoulement des gaz s'effectue suivant une direction inverse : du caisson inférieur gauche 55a1 vers le caisson supérieur droit 55b2.

Un tel mode de réalisation des fours est de conception plus simple et plus robuste que celui décrit précédemment en référence aux figures 4 à 6. Il permet également de faciliter l'étanchéité des fours et de limiter ainsi les fuites et pertes de gaz.

La figure 7 montre, en aval des fours, les deuxièmes condenseurs 41 qui permettent d'éliminer l'eau qui est incorporée aux gaz en sortie des fours.

Ces condenseurs 41 sont reliés au moyen frigorifique 14 par des tubulures T41. L'eau chargée de résidus est reçue dans des bacs 92, 93. On remarque sur la figure 7 que (le four 12 étant un four de séchage) les gaz sortant du four 12 n'incorporent que de l'eau et que cette dernière peut être ainsi conduite en sortie du bac 92 directement vers le collecteur 94 qui conduit les eaux vers une station de retraitement 95.

Le four 4 est un four de traitement thermique du bois, le condensat des gaz sortant de ce four renferme donc de nombreux composés organiques volatils tels que des hydrocarbures condensables. le bac 93 est donc relié à un moyen de décantation 42 (par exemple de type déshuileur à débordement) qui permet de séparer les eaux et les huiles (ou acides gras) qui sont récupérées dans un bac 44 en vue d'une réutilisation ultérieure (revalorisation dans l'industrie chimique ou bien utilisation comme combustible).

L'eau issue du moyen 42 est évacuée vers le collecteur 94. Les fractions gazeuses des effluents pourront être

récupérées et conduites vers le brûleur comme cela a été décrit en référence au mode de réalisation précédent.

On voit sur la figure 7 que les deuxièmes condenseurs 41 sont reliés en aval à un collecteur 100 d'évacuation des gaz vers l'atmosphère. Ce collecteur comporte un ventilateur 43 (ou groupe de ventilation) qui permet de réguler la vitesse des gaz dans les fours 4, 12. La régulation est complétée à l'aide de venturis 96 et 97 qui assurent une mise en légère dépression des fours 4, 12. Le niveau de la dépression est réglé à l'aide de vannes 98 et 99 qui sont pilotées par le moyen de commande 23.

Les vannes 98, 99 permettent ainsi de gérer avec précision la vitesse des gaz circulant dans les fours. Il est en effet souhaitable que cette vitesse soit la plus faible possible (quelques dizaines de centimètres par seconde) de telle sorte que le traitement thermique effectué se rapproche d'un étuvage ce qui permet d'éviter la torsion et l'éclatement des matériaux organiques traités (bois).

Les vannes 98 et 99 pourront être disposées en amont des deuxièmes condenseurs 41. Il sera alors possible d'associer plusieurs fours à un seul et même condenseur 41. Chaque vanne 98,99 assurera alors d'une façon individuelle le pilotage du débit des gaz dans le four auquel elle est associée.

On constate à la lecture du descriptif précédent que ce mode de réalisation de l'invention est particulièrement économique et permet d'utiliser de façon optimale l'énergie thermique fournie par le foyer, aussi bien pour engendrer un gaz pauvre en oxygène, que pour le chauffer et réguler sa température et sa circulation dans les fours.

Ce mode de réalisation nécessite cependant une phase de démarrage particulière qui va être décrite en référence à la figure 8.

Au cours de cette phase de démarrage il est nécessaire d'amorcer le fonctionnement du moyen frigorifique à absorption 14. Ce dernier doit atteindre un régime de fonctionnement assurant au niveau du condenseur 11 une température donnée (comprise entre 5°C et 20°C) permettant

d'assurer la condensation des impuretés contenues dans les gaz de combustion.

La phase de démarrage va donc utiliser l'énergie thermique du brûleur pour amorcer le fonctionnement du moyen
5 frigorifique. C'est en effet l'échangeur 35 qui prélève l'énergie thermique nécessaire au moyen frigorifique 14.

Au cours de cette phase de démarrage les fours 4,12 sont complètement isolés des circuits de gaz.

Les vannes 72 et 76 sont donc fermées et les gaz de
10 combustion ne circulent pas dans le circuit froid 73. Les mitigeurs 74 et 75 sont par ailleurs dans une position assurant l'isolation des fours 4 et 12.

On a représenté sur la figure 8 en traits pleins les circuits de gaz actifs et en traits pointillés les circuits
15 de gaz inactifs.

Les pompes 78 et 79 sont stoppées. Un clapet anti-retour 104 est interposé entre la pompe 79 et le circuit chaud 77 en amont du surchauffeur 16.

Ainsi les gaz de combustion sortant du foyer sont
20 conduits directement au travers de la canalisation 103 vers l'air libre. Une vanne 102 a pour cela été ouverte et le robinet trois voies 87 a été positionné de façon à isoler le circuit d'équilibrage 84, 85.

La seule fonction des gaz de combustion est donc alors
25 d'amorcer le moyen frigorifique grâce à l'échangeur 35.

Le circuit du surchauffeur 16 ne reçoit pas lors du démarrage la circulation des gaz de combustion. Afin de ne pas le détériorer pendant cette phase, on fait circuler dans celui ci de l'air frais déshydraté. Cet air est fourni par un
30 groupe de ventilation 106 au travers d'un clapet anti-retour 105 et il alimente le surchauffeur 16. L'air est déshydraté au travers du condenseur 107 d'un moyen frigorifique spécifique (moyen frigorifique conventionnel à compresseur). L'eau condensée est évacuée vers le moyen de décantation 13.

35 Les clapets anti-retour 104 et 105 assurent l'isolation des circuits d'air frais de démarrage et des gaz de combustion. Il suffit d'interdire le passage de l'air fourni par le groupe de ventilation 106 vers la pompe 79 (clapet

104), et d'interdire inversement un retour des gaz de combustion du surchauffeur 16 vers le groupe ventilateur 106 lors du fonctionnement permanent (clapet 105).

L'air déshydraté est donc conduit vers le surchauffeur 16
5 et il passe dans le circuit chaud 77. Il ne peut aller vers les fours (mitigeurs 74, 75 fermés) et il emprunte le circuit 80, via la vanne 81 qui est ouverte. Le robinet trois voies 82 est positionné de telle sorte que cet air réchauffé par le foyer 6 est évacué à l'air libre au travers de la
10 canalisation 103.

Un condenseur 101 est disposé au niveau du circuit 80. Ce condenseur est relié au moyen frigorifique à absorption 14 (en parallèle à l'échangeur principal ou bouilleur 35). Il assure une récupération complémentaire des calories
15 véhiculées par l'air chaud. On favorise ainsi le démarrage rapide du moyen frigorifique 14.

L'air réchauffé issu du circuit 80 peut éventuellement être conduit au foyer 6 pour assurer un préchauffage.

Lorsque la température du condenseur 11 a atteint la
20 valeur souhaitée (comprise entre 5°C et 20°C), les vannes 72 et 76 s'ouvrent progressivement tandis que la vanne 102 se ferme progressivement et que les pompes 78 et 79 se mettent en route (et que le groupe ventilateur 106 s'arrête). Les différentes vannes et mitigeurs sont ensuite commandées de
25 façon à équilibrer les débits en fonction des températures souhaitées pour les fours.

Lorsque la vanne 102 est complètement fermée et que le groupe de ventilation 106 est arrêté la phase de démarrage est terminée

REVENDICATIONS

1. Procédé de traitement thermique d'un matériau dans un four (4), et notamment d'un matériau organique tel que le bois, procédé utilisant les gaz de combustion fournis par au moins un brûleur (5) associé à un foyer (6), procédé **caractérisé en ce qu'on** prévoit une première étape de condensation des gaz de combustion entre leur sortie du foyer (6) et le four (4), condensation permettant d'éliminer une partie des poussières contenues dans les gaz de combustion, la première étape de condensation étant conduite à l'aide d'un moyen frigorifique à absorption (14) et étant suivie par une étape de surchauffe des gaz de combustion permettant d'obtenir la température souhaitée pour le traitement thermique.

2. Procédé de traitement thermique selon la revendication 1, procédé caractérisé en ce que la surchauffe est réalisée à l'aide des gaz fournis par un générateur (17) de gaz chaud qui est lui-même chauffé par le brûleur (5).

3. Procédé de traitement thermique selon la revendication 1, procédé caractérisé en ce que la surchauffe est réalisée au travers d'un échangeur chauffé par le brûleur.

4. Procédé de traitement thermique selon une des revendications 2 ou 3, procédé caractérisé en ce qu'on régule la température des gaz de combustion utilisés pour le traitement en réalisant le mélange des gaz sortant de l'étape de surchauffe avec ceux sortant de la première étape de condensation.

5. Procédé de traitement thermique selon une des revendications 1 à 4, procédé caractérisé en ce qu'on procède en sortie du four (4) à une deuxième étape de condensation.

6. Procédé de traitement thermique selon la revendication 5, procédé caractérisé en ce que la deuxième étape de condensation est suivie d'une étape de séparation entre la fraction solide et/ou liquide et les gaz de combustion eux-mêmes.

7. Procédé de traitement thermique selon la revendication 6, procédé caractérisé en ce que les gaz de combustion sont redirigés en sortie de l'étape de séparation vers le brûleur

(5) et/ou le foyer (6), par l'intermédiaire d'un étage mélangeur (46) assurant un mélange des gaz avec de l'air, mélange qui est dosé en fonction de la mesure du taux d'au moins un composé combustible inclus dans les gaz de combustion.

8. Unité (1) de traitement thermique d'un matériau, et notamment d'un matériau organique tel que le bois, unité comprenant au moins un four (4), chauffé à partir des gaz de combustion issus d'au moins un brûleur (5) associé à un foyer (6), unité **caractérisé en ce qu'**elle comporte au moins un premier condenseur (11) qui est disposé de façon à refroidir les gaz de combustion à leur sortie du foyer (6), la condensation permettant d'éliminer avec l'eau une partie des poussières contenues dans les gaz de combustion, poussières qui sont récupérées dans un moyen de décantation (13), unité comportant au moins un surchauffeur (16) relié à un moyen de chauffe et permettant de réchauffer les gaz de combustion à leur sortie du premier condenseur (11), et comportant également au moins un moyen frigorifique (14) à absorption qui utilise comme source chaude le foyer (6) et qui comprend au moins un circuit réfrigérant (T_{11}) qui est couplé au premier condenseur (11).

9. Unité de traitement thermique selon la revendication 8, caractérisée en ce que le moyen de chauffe est relié au surchauffeur (16) par l'intermédiaire d'un moyen (22, 23) de régulation de la température des gaz de combustion.

10. Unité de traitement thermique selon la revendication 9, caractérisée en ce que le moyen de chauffe est relié à un générateur de gaz chauds (17) qui est lui-même chauffé par le ou les brûleurs (5).

11. Unité de traitement thermique selon la revendication 10, caractérisée en ce que le surchauffeur (16) comprend au moins deux circuits (28, 29, 30, 31) de circulation de gaz chauds disposés dans une enceinte (32) au travers de laquelle circulent les gaz de combustion, les circuits étant disposés de telle sorte que les gaz de combustion circulent dans un sens inverse de celui des gaz chauds fournis par le générateur de gaz (17), chaque circuit étant par ailleurs

doté d'une vanne (22a, 22b, 22c, 22d) de réglage du débit de gaz dont l'ouverture est commandée par le moyen (23) de régulation de température.

12. Unité de traitement thermique selon la revendication 5 9, caractérisée en ce que le surchauffeur est constitué par un échangeur (16) chauffé par le brûleur (5) lui-même.

13. Unité de traitement thermique selon la revendication 12, caractérisée en ce que l'échangeur (16) formant surchauffeur comporte des tubulures incorporées 10 structurellement à un générateur de gaz chaud.

14. Unité de traitement thermique selon une des revendications 12 ou 13, caractérisée en ce que le moyen de régulation de la température des gaz de combustion comprend deux circuits : un circuit (73) de gaz de combustion froids 15 issus du premier condenseur (11) et un circuit (77) de gaz de combustion chauds issus du surchauffeur (16), la température des gaz de combustion utilisés étant régulée par au moins un mitigeur (74,75) assurant le mélange des gaz froids avec les gaz chauds.

20 15. Unité de traitement thermique selon la revendication 14, caractérisée en ce que chaque circuit chaud et froid incorpore une pompe (78, 79), le débit des pompes étant régulé de façon à assurer l'égalité des débits de gaz de combustion en amont et en aval du surchauffeur (16).

25 16. Unité de traitement thermique selon une des revendications 14 ou 15, caractérisée en ce que chaque circuit (73, 77) de gaz de combustion chauds ou froids comporte un circuit d'équilibrage (80-83, 84-85) permettant de compenser les pertes de charge engendrées par le mitigeur 30 (74, 75), circuit d'équilibrage réinjectant une partie des gaz chauds ou froids en amont de la pompe (78, 79) du circuit considéré.

17. Unité de traitement thermique selon une des revendications 6 à 16, caractérisée en ce qu'elle comporte au 35 moins un deuxième condenseur (41) qui est disposé en sortie du four (4).

18. Unité de traitement thermique selon la revendication 17, caractérisée en ce qu'elle comprend un moyen de

décantation (42) permettant de séparer la fraction solide et/ou liquide et les gaz de combustion eux-mêmes.

19. Unité de traitement thermique selon la revendication 18, caractérisée en ce qu'elle comprend un étage mélangeur (46) qui assure un mélange des gaz sortant du deuxième condenseur (41) et du moyen de décantation (42) associé avec de l'air, cet étage mélangeur comportant au moins une vanne (46) dont l'ouverture est commandée par un moyen de régulation (47) qui commande le degré d'ouverture de la vanne (46) en fonction de la mesure du taux d'au moins un composé combustible inclus dans les gaz de combustion, le mélange de l'air et des gaz de combustion étant redirigé vers le brûleur (5) et/ou le foyer (6).

20. Unité de traitement thermique selon une des revendications 17 à 19, caractérisée en ce qu'au moins un circuit réfrigérant (T_{41}) du moyen frigorifique à absorption est couplé également au deuxième condenseur (41).

21. Unité de traitement thermique selon une des revendications 8 ou 20, caractérisée en ce que le générateur de gaz chaud (17) est alimenté en air au travers d'un troisième condenseur (53) raccordé à un circuit réfrigérant (T_{53}) du moyen frigorifique à absorption (14).

22. Unité de traitement thermique selon une des revendications 6 à 21 et plus particulièrement destinée à assurer le traitement de bois, unité caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un four (4) qui comporte deux parois latérales (55a, 55b) en regard l'une de l'autre et une paroi supérieure (56), parois qui sont réalisées sous la forme de caissons dans lesquels circulent les gaz de combustion (G), ces derniers étant amenés au niveau du caisson supérieur (56) qui est divisé en deux demi-caissons, un demi-caisson recevant les gaz de combustion (G_e) arrivant au four et l'autre demi-caisson collectant les gaz (G_s) pour leur évacuation après leur passage dans le four (4), chaque demi-caisson communiquant par ailleurs avec un caisson latéral (55a, 55b) distinct, les parois des caissons latéraux étant dotées de perforations (65) permettant le passage des gaz (G) du caisson latéral vers l'intérieur du four, les gaz

étant ainsi introduits dans le four (4) au niveau d'un caisson latéral et étant évacués hors du four au travers de l'autre caisson latéral.

23. Unité de traitement thermique selon la revendication 5 22, caractérisé en ce que le caisson supérieur (56) est globalement parallélépipédique et divisé en quatre compartiments (57a, 57b, 58a, 58b) par deux cloisons (59, 60) qui s'étendent suivant des diagonales, un premier compartiment (57a) étant relié à une conduite (8f) d'arrivée
10 des gaz de combustion (Ge) et un deuxième compartiment (57b) étant relié à une conduite (9) d'évacuation des gaz de combustion (Gs), les deux autres compartiments étant reliés chacun à un des caissons latéraux (55a, 55b), un volet pivotant (61) médian pouvant être positionné au choix dans
15 le prolongement de l'une ou de l'autre des cloisons diagonales (59, 60), de façon à partager le caisson supérieur (56) en deux demi-caissons, le volet pivotant (61) permettant ainsi de diriger les gaz de combustion au choix vers l'un ou l'autre des caissons latéraux (55a, 55b).

20 24. Unité de traitement thermique selon la revendication 23, caractérisé en ce que les caissons latéraux (55a, 55b) sont dotés de perforations (65) qui sont réparties sur toute la hauteur de chaque caisson, chaque caisson latéral étant par ailleurs doté d'un panneau (66) coulissant verticalement
25 et permettant, suivant la position choisie, d'obturer toutes les perforations (65) d'une moitié supérieure ou bien toutes celles d'une moitié inférieure dudit caisson latéral, les panneaux (66) étant par ailleurs positionnés en position haute sur un caisson latéral et en position basse sur l'autre
30 caisson latéral en fonction de la position du volet pivotant (61) du caisson supérieur (56), le positionnement des panneaux (66) étant choisi de façon à assurer toujours un courant des gaz de combustion qui traversent le four (4) d'une partie basse d'un caisson latéral (55a, 55b) vers une
35 partie haute de l'autre caisson latéral (55b, 55a).

25. Unité de traitement thermique selon une des revendications 6 à 21 et plus particulièrement destinée à assurer le traitement de bois, unité caractérisée en ce

qu'elle comprend au moins un four (4, 12) qui comporte deux parois latérales (55a, 55b) en regard l'une de l'autre, parois qui sont réalisées sous la forme de caissons dans lesquels circulent les gaz de combustion (G), chaque paroi latérale étant divisée en deux demi-caissons, un caisson inférieur (55a1, 55b1) destiné à recevoir les gaz de combustion arrivant au four et un caisson supérieur (55a2, 55b2) collectant les gaz pour leur évacuation après leur passage dans le four (4, 12), une vanne trois voies (88, 89) étant disposée en amont des caissons inférieurs (55a1, 55b1) et une autre vanne trois voies (90, 91) étant disposée en aval des caissons supérieurs (55a2, 55b2) de façon à assurer, par la commande des deux vannes, le pilotage du sens de passage des gaz (G) d'une cloison vers l'autre cloison.

15 **26.** Unité de traitement thermique selon la revendication 25, caractérisée en ce que l'on prévoit, en aval du deuxième condenseur (41) disposé en sortie de four (4, 12), au moins un groupe de ventilation (43) couplé à un venturi (96, 97) et permettant de maintenir le four (4,12) en dépression, une vanne (98, 99) disposée en aval du four (4, 12) permettant de régler le débit de gaz au travers du four.

1/8

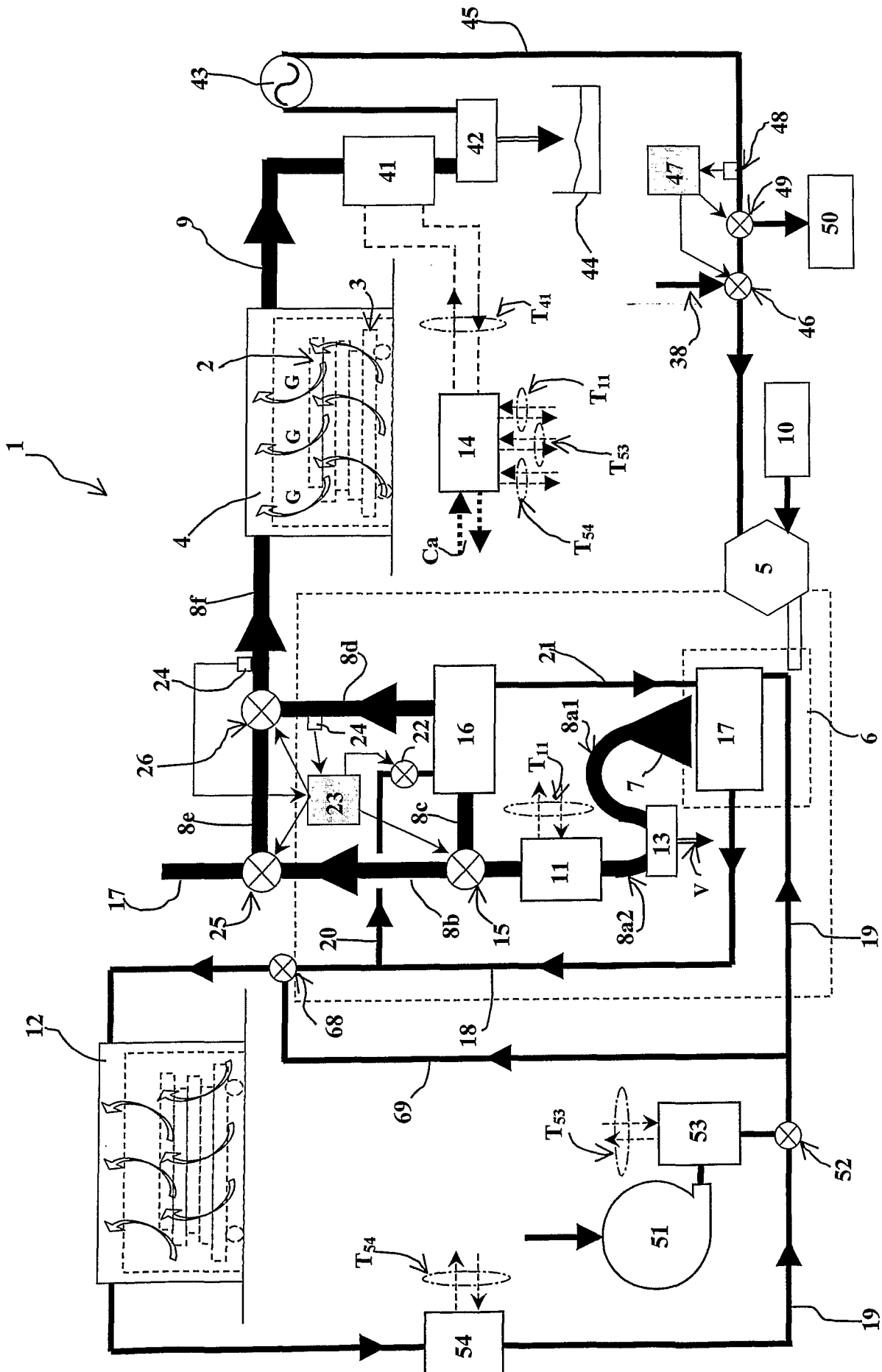


Fig. 1

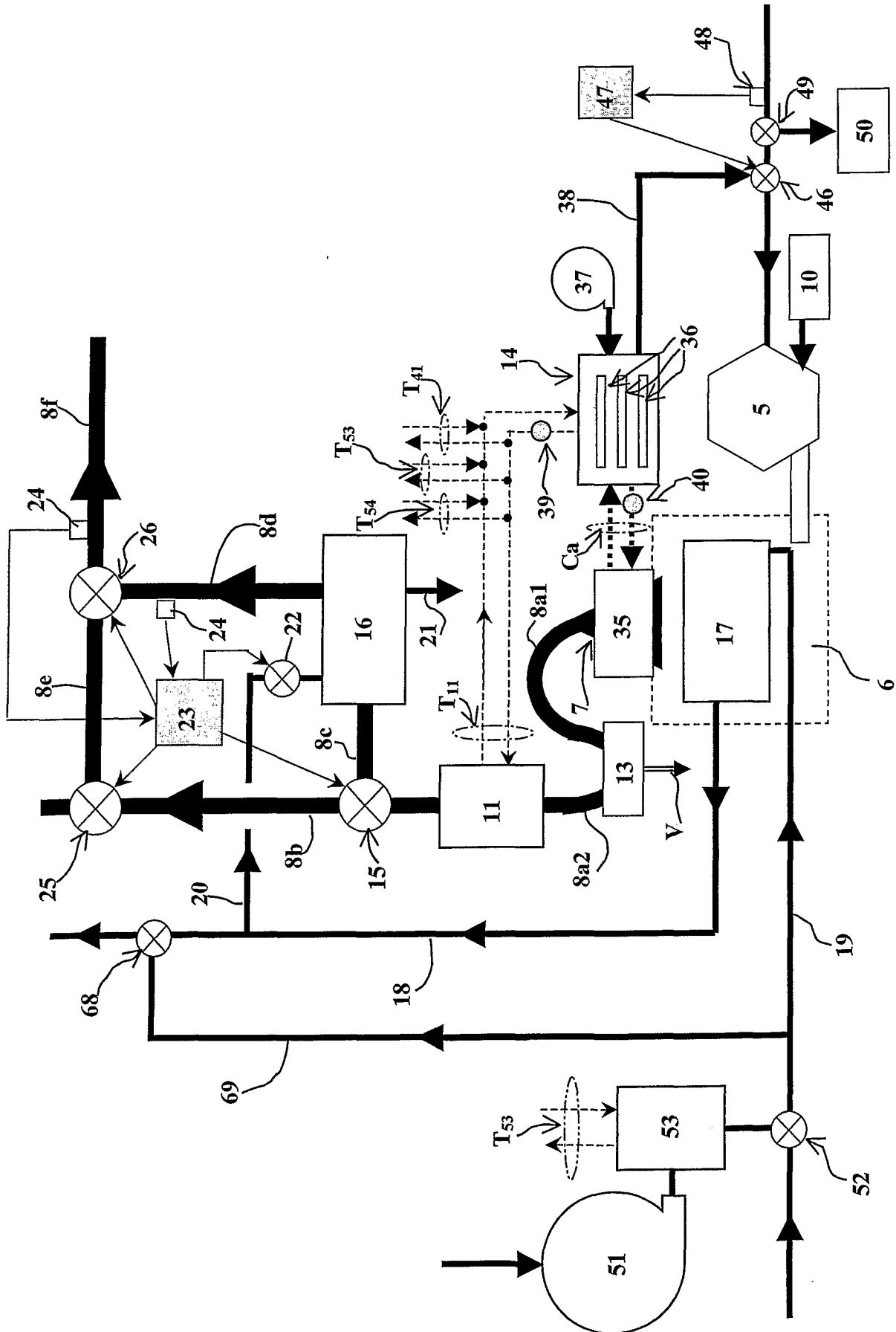


Fig. 2

3/8

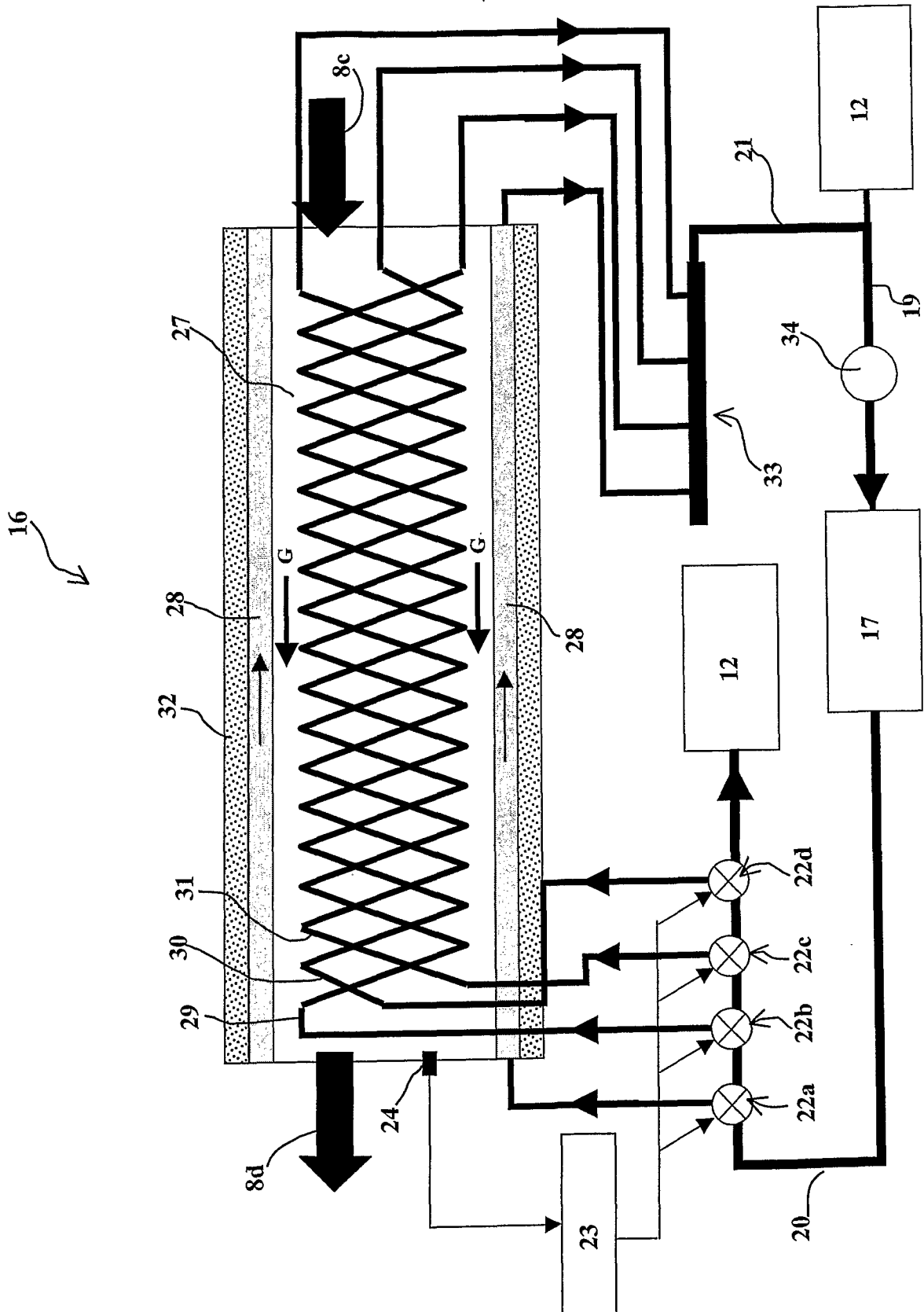
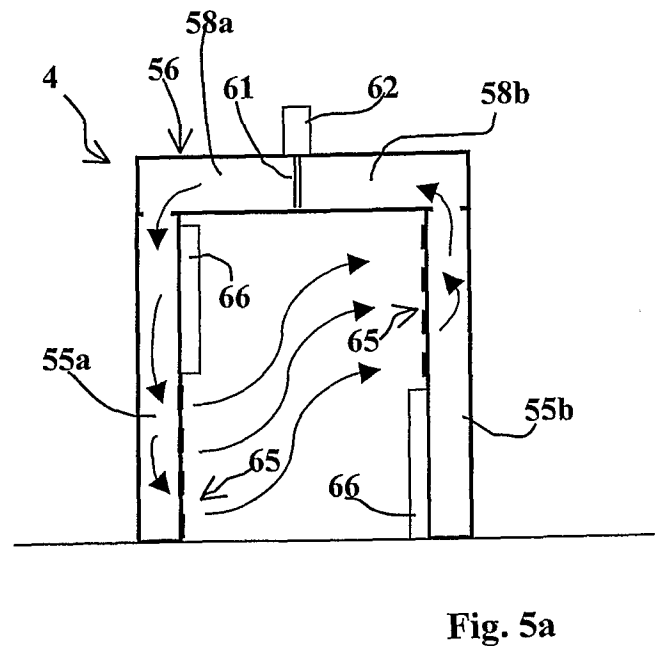
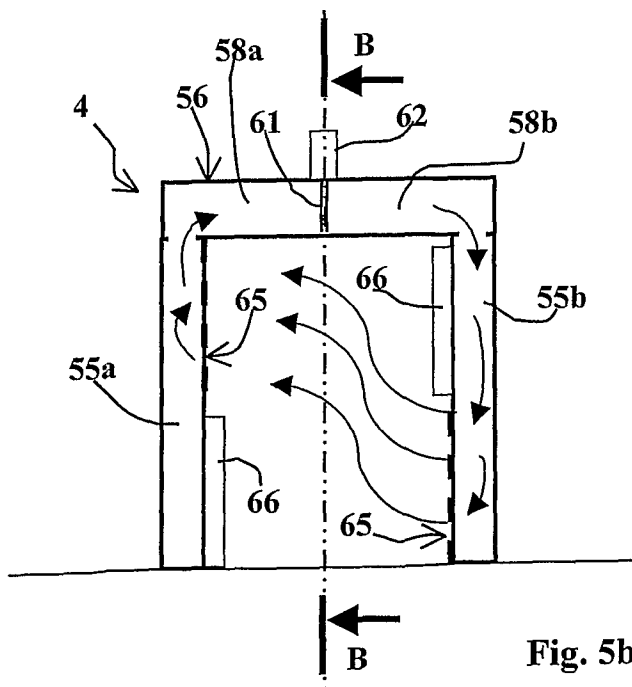
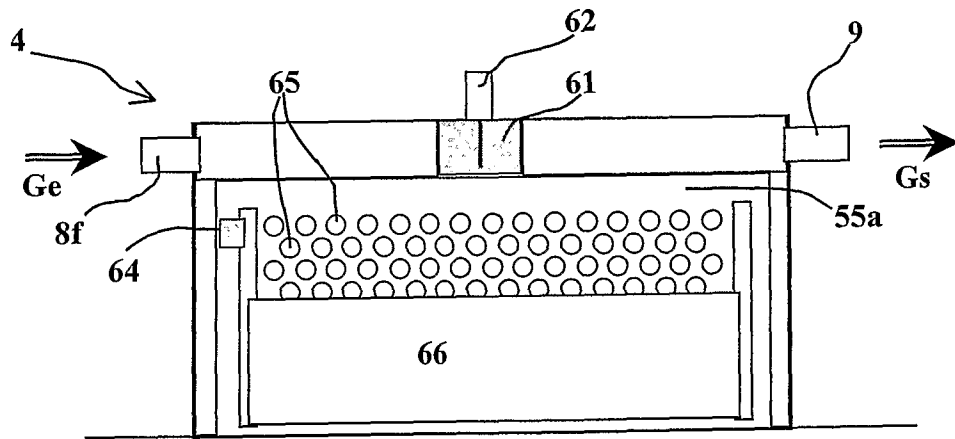
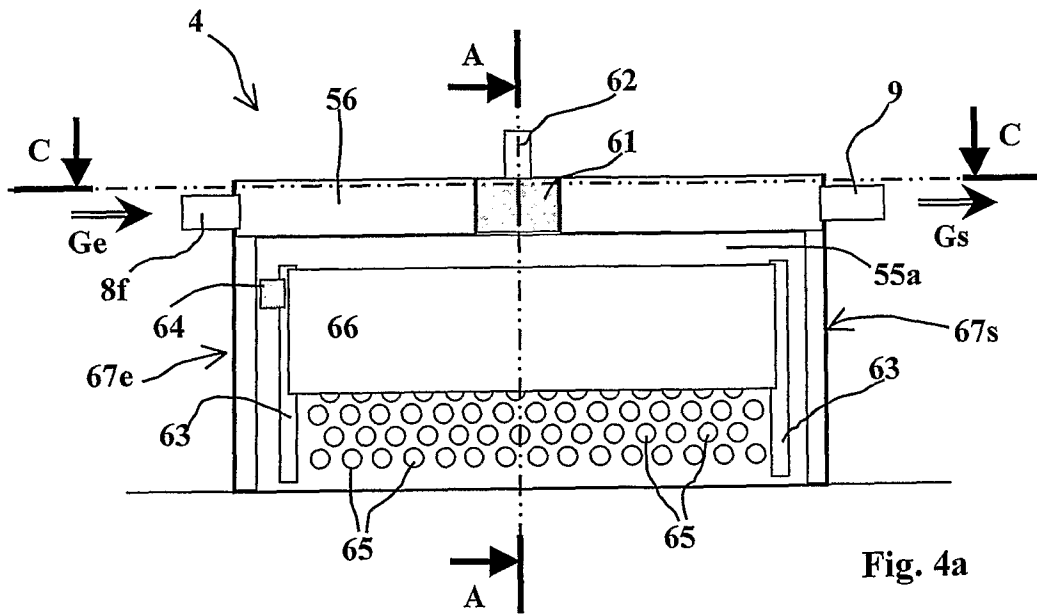


Fig. 3

4/8



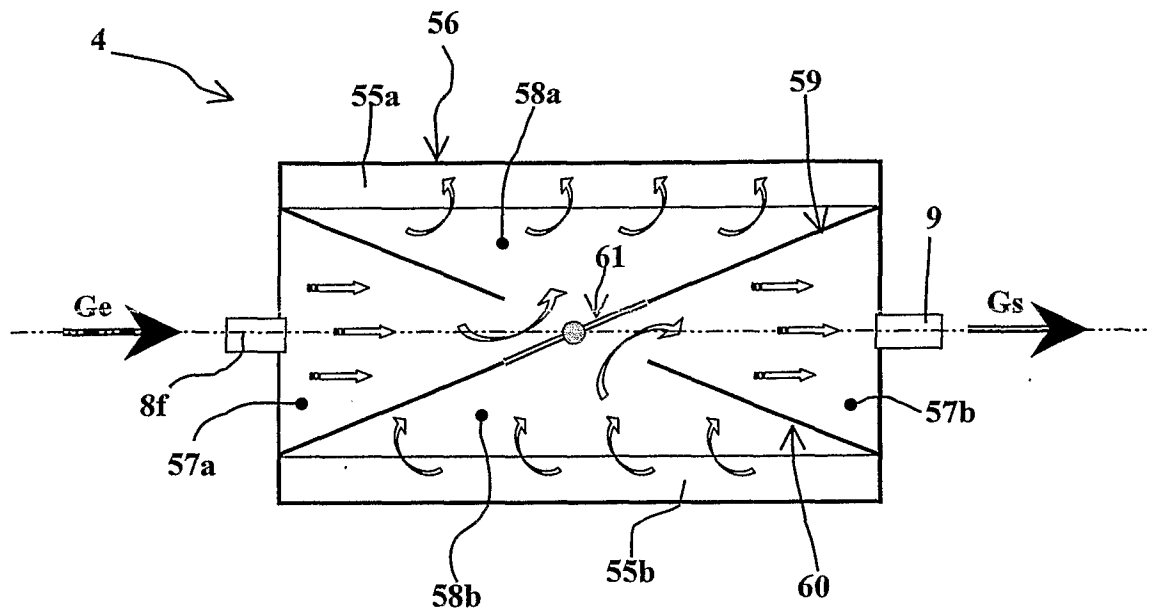


Fig. 6a

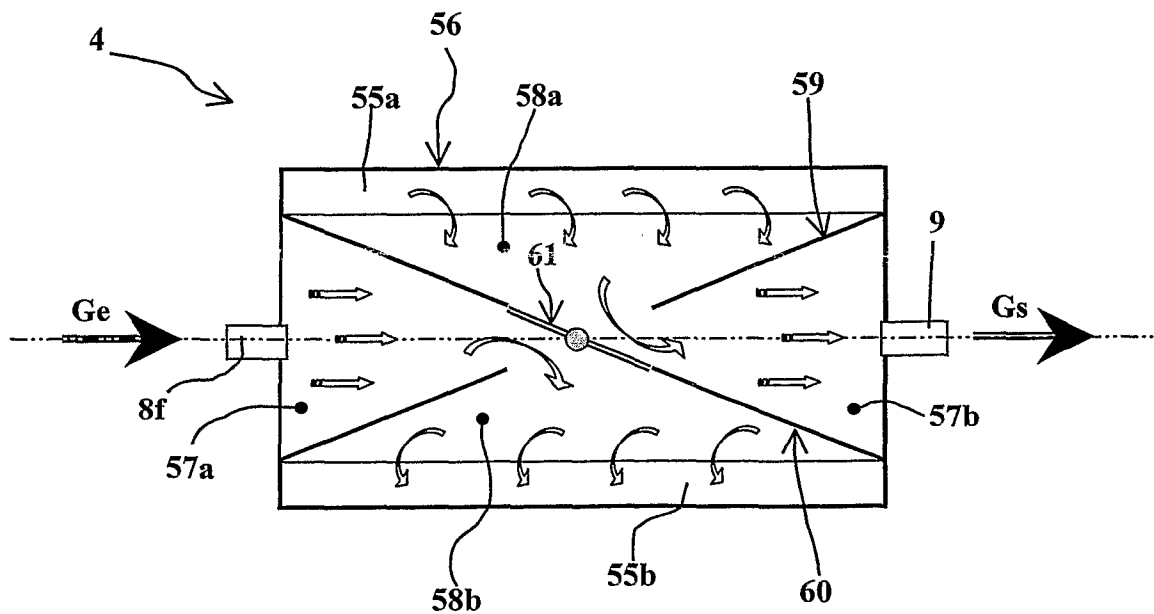
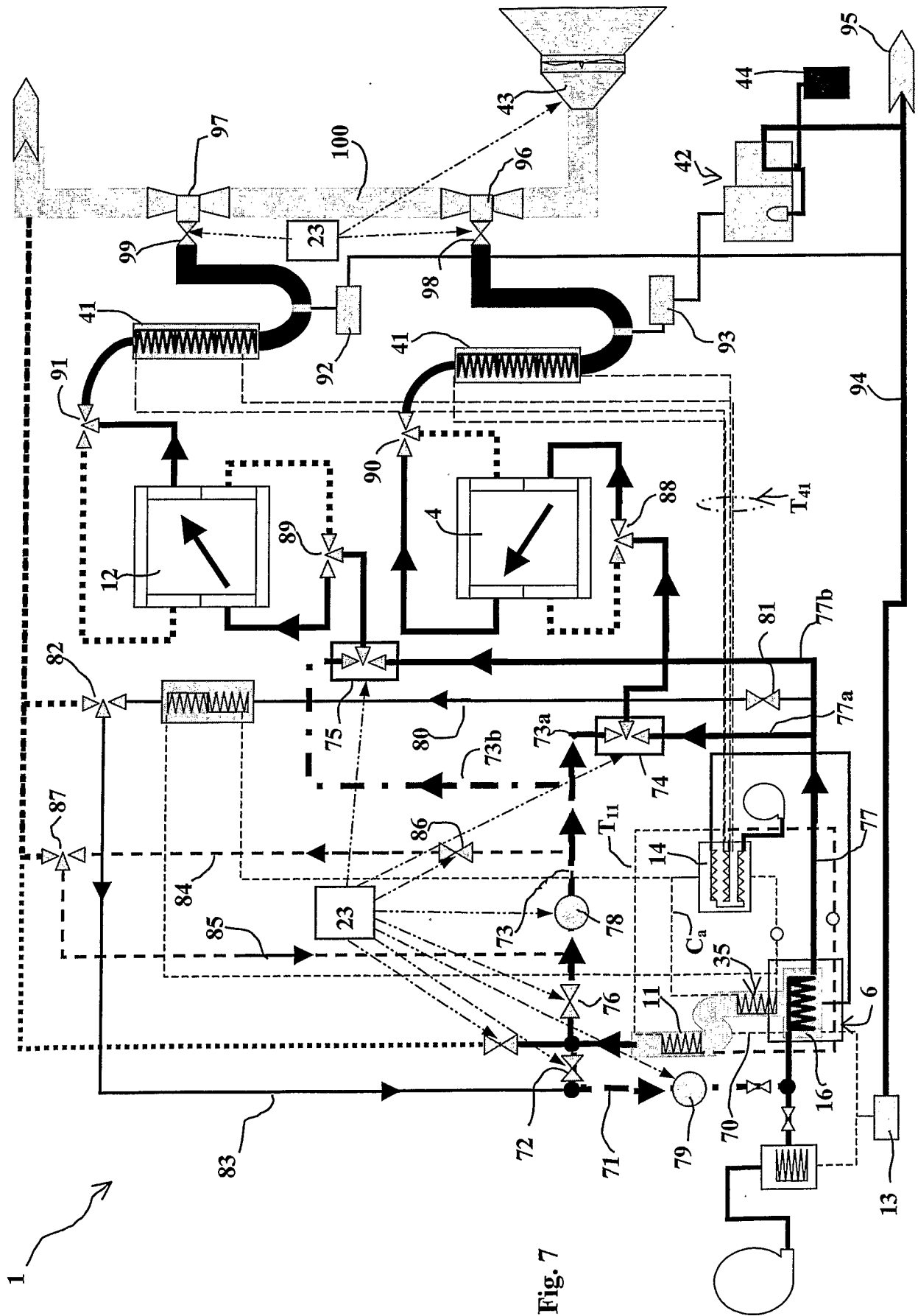


Fig. 6b



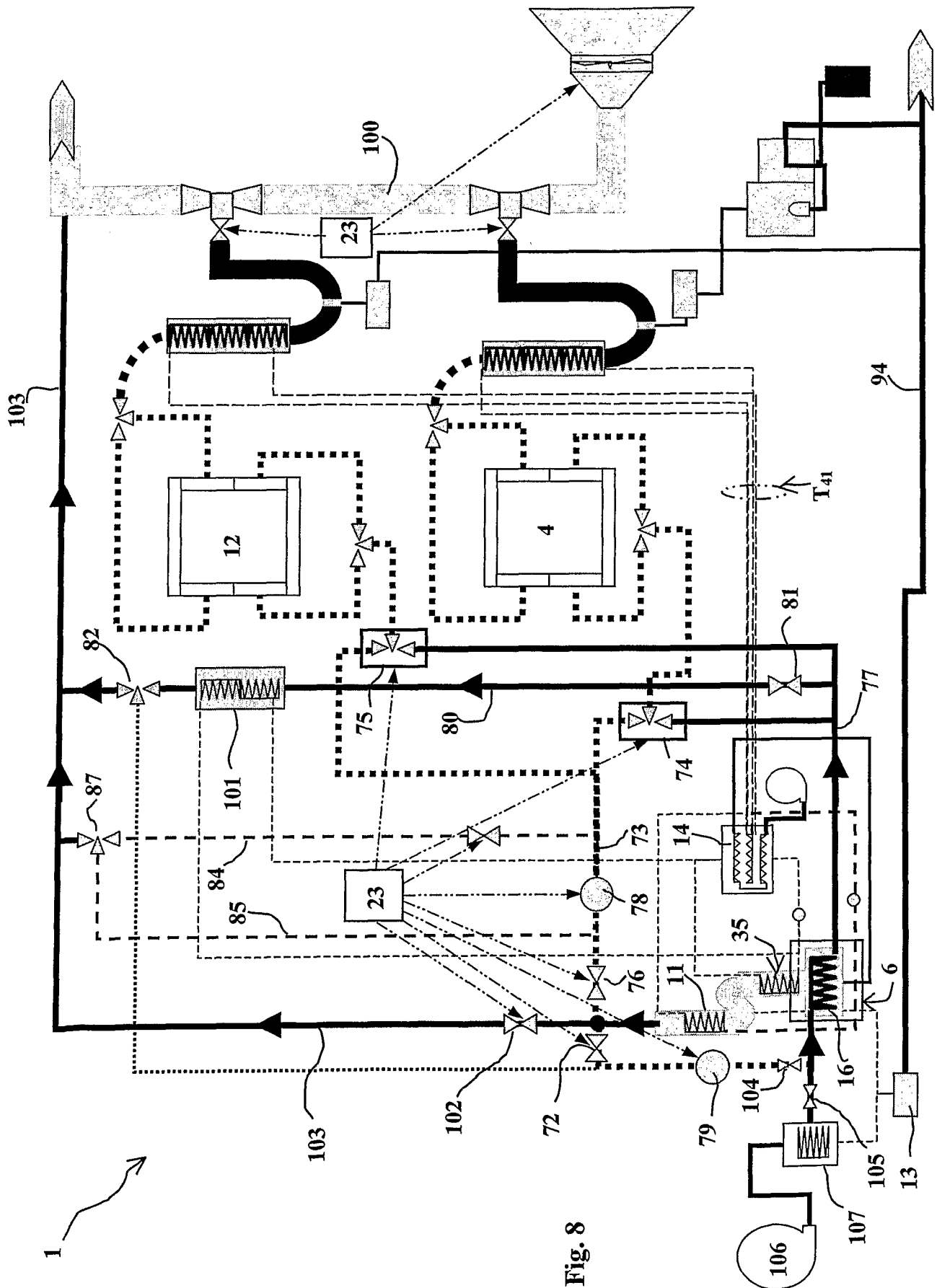


Fig. 8

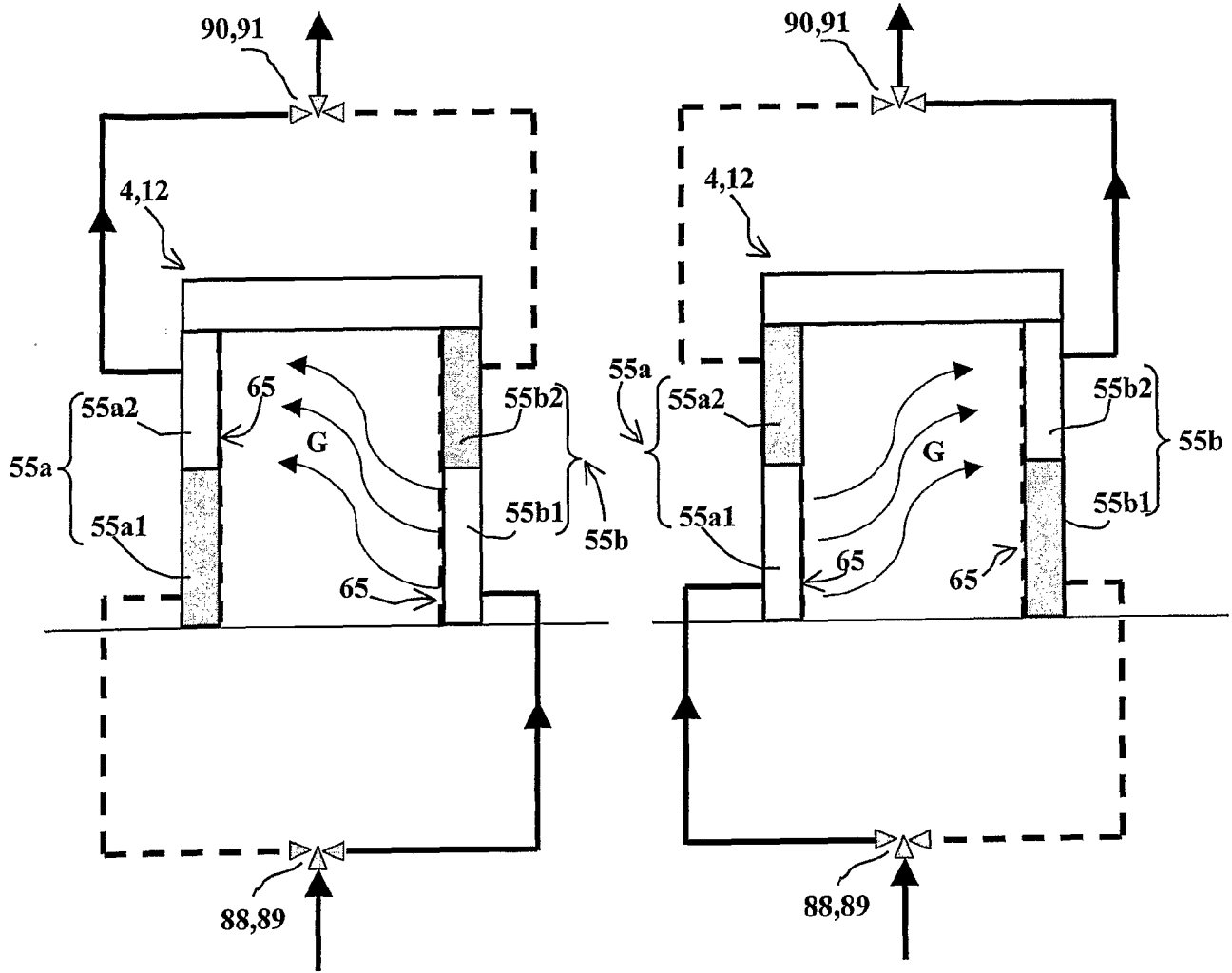


Fig. 9a

Fig. 9b