

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 16530

(54) Appareil de combustion à foyer clos pour combustibles solides, notamment le bois.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). F 24 B 1/00; F 23 B 5/04; F 23 L 1/00, 9/06;
F 24 B 5/04; F 24 H 1/24.

(22) Date de dépôt 27 août 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 9 du 4-3-1983.

(71) Déposant : NAU René. — FR.

(72) Invention de : René Nau.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Roger Ventavoli,
17, rue de Gaulle, 57440 Algrange.

APPAREIL DE COMBUSTION A FOYER CLOS
POUR COMBUSTIBLES SOLIDES, NOTAMMENT LE BOIS.

La présente invention se rapporte à la combustion de combustibles solides, notamment le bois, dans un appareil de chauffage à foyer clos, tel que chaudières, cuisinières, poêles ou autres fourneaux, à usage domestique en particulier.

5 Les appareils du type considéré sont schématiquement constitués d'une enceinte close séparée en deux chambres superposées par une cloison munie d'une grille-support pour le combustible à la base du foyer: une chambre supérieure de combustion contenant le foyer et recevant le combustible, et une chambre inférieure pour la récupération des
10 imbrûlés. La chambre supérieure est reliée à la sortie des fumées et la chambre inférieure est en prise avec l'atmosphère ambiante pour l'alimentation en oxygène. La combustion est entretenue par tirage d'air comburant passant de la chambre inférieure à la chambre de combustion au travers de la grille.

15 Les parois de la chambre supérieure constituent la surface de chauffe qui transmet la chaleur de combustion soit au milieu ambiant extérieur par rayonnement, soit, dans le cas d'une chaudière, à un fluide caloporteur, qui est généralement de l'eau.

20 On sait que, face à la situation économique actuelle dans le domaine des hydrocarbures, les chaudières à combustibles solides retrouvent un regain d'intérêt auprès des usagers.

On sait cependant que, contrairement aux chaudières à combustibles liquides ou gazeux (fuel, gaz naturel) les chaudières à combustibles solides ne permettent pas un réglage dynamique de la combustion selon une marche séquentielle en "tout ou rien" en fonction des
25 besoins réels de chauffage.

Des tentatives ont toutefois été menées pour parvenir à moduler les allures de chauffe entre le régime naturel de combustion vive et un régime de combustion ménagées permettant, sans pour autant
30 conduire à l'extinction du foyer, de réduire la consommation de combustible.

On connaît à cet égard une chaudière à bois, commercialisée sous le nom de "chaudière MORVAN" (R), et construite selon un principe

de tirage particulier, susceptible de répondre à la recherche d'une maîtrise de l'allure de combustion. Ce principe de tirage, généralement dénommé "tirage inversé", réside, comme son nom l'indique, en une inversion du sens de circulation de l'air comburant au travers de la grille, donc du foyer. Dans une chaudière de cette conception, l'air comburant pénètre par une ouverture réglable prévue sur la chambre supérieure et c'est la chambre inférieure qui assure l'évacuation des fumées et remplit le rôle d'enceinte thermique, ou chambre de combustion, pour la transmission de la chaleur.

10 Toutefois, ces réalisations ne donnent pas entière satisfaction.

On se heurte, en effet, avec les combustibles solides, et avec le bois en particulier, à un autre problème, mal résolu, qui est celui des explosions consécutives à une accumulation d'oxyde de carbone au cours des périodes de combustion lente.

15 Pour tenter de pallier ces inconvénients, la chaudière précitée est munie d'un clapet d'admission d'air à commande lente afin d'éviter la formation intempestive et l'accumulation d'oxyde de carbone. Mais ces dispositions pénalisent le temps de réponse du système de régulation.

20 De plus, et dans le même but, le clapet ne ferme pas complètement, de sorte que la combustion n'est que ralentie à un niveau bien au-delà de la limite d'extinction. Il en résulte une consommation de combustible finalement assez importante qui se situe donc à l'inverse de l'objectif premier recherché.

La présente invention a pour but de parvenir à un contrôle dynamique de la combustion permettant de passer sans risque d'explosion et rapidement d'un état de combustion vive à un état de non-combustion apparente et inversement.

30 Autrement exprimé, le but de l'invention est de parvenir, avec un appareil de chauffe à combustible solide, à une marche séquentielle analogue en tous points à celle des appareils à combustibles liquides ou gazeux habituels.

Un autre but est de réaliser une chaudière à combustibles solides économique, qui ne consomme que la quantité de combustible nécessaire pour produire la chaleur utile, c'est-à-dire celle requise par les besoins de chauffage.

Avec ces objectifs en vue, l'invention a pour objet un appareil à combustion pour combustibles solides, notamment le bois, constitué par une enceinte close comportant deux chambres superposées séparées par une cloison munie d'une grille-support pour le combustible à la base du foyer: une chambre supérieure recevant le matériau combustible et comportant une entrée d'air comburant à ouverture réglable, et une chambre de combustion inférieure reliée à la cheminée d'évacuation des fumées, appareil caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour assurer en permanence un courant d'air secondaire latéral se propageant dans le plan de la grille sans traverser le foyer.

Dans une forme de réalisation préférée, ces moyens sont constitués par des ouvertures en paroi au niveau de la grille et par une plaque disposée parallèlement à la cloison de séparation et définissant avec cette dernière un couloir reliant les dites ouvertures à la grille.

Conformément à une variante avantageuse, la chambre inférieure comporte des moyens pour être traversée par un courant d'air tertiaire confiné puis libéré dans la partie terminale de la chambre en direction de la cheminée d'évacuation des fumées.

Selon une réalisation, ces moyens sont constitués par un tube traversant la chambre inférieure et dont les extrémités débouchent respectivement en paroi de ladite chambre et dans la partie terminale en direction de la cheminée d'évacuation des fumées.

Comme on l'aura sans doute déjà compris, l'invention réside donc dans ses caractéristiques essentielles à assurer, en combinaison avec un tirage inversé, une légère circulation d'air permanente (dit "air secondaire") au sein même de la grille et seulement à cet endroit. Autrement dit, cet air secondaire ne traverse pas le foyer mais s'écoule horizontalement le long des espaces entre les barreaux en formant sous le foyer une zone pneumatique tampon entre les deux chambres lorsque l'arrivée d'air comburant principal est interrompue.

On a supposé pour des raisons de clarté que la grille est constituée d'un faisceau de barres parallèles, mais bien entendu les caractéristiques énoncées restent les mêmes quelque soit le type de grille. Il importe seulement que l'air secondaire pénètre la grille par le côté, et non pas par une grande face, c'est-à-dire finalement sans occasionner un passage de l'air d'une chambre à l'autre de l'appareil.

Grâce aux moyens de l'invention tout risque d'explosion est

supprimé, et ceci même en utilisant un matériau combustible tel que le bois, réputé pour distiller facilement et par conséquent de nature à produire de l'oxyde de carbone en grande quantité.

5 D'un autre côté, ces mêmes moyens autorisent la fermeture complète de l'admission d'air comburant principal dans la chambre supérieure sans craindre l'extinction du foyer. On bénéficie alors d'un régime de combustion extrêmement ralentie, pratiquement inexistante en apparence, donc répondant parfaitement aux exigences de consommation globale minimale de combustible.

10 Bien que l'explication des phénomènes observés ne se soit pas encore parfaitement élucidée, on peut retenir que le système original selon l'invention remplit deux fonctions chronologiques après fermeture rapide de l'admission d'air primaire:

15 . Dès cette fermeture, et pendant les quelques secondes qui suivent, le courant d'air secondaire en passant latéralement dans la grille provoque un effet de "trompe à air" assurant la succion et l'évacuation après combustion par la cheminée de l'oxyde de carbone qui se forme en abondance à ce moment dans la chambre supérieure.

20 De cette façon, les gaz dangereux ne peuvent plus s'accumuler dans cette dernière et les risques d'explosion lors de la reprise d'un régime de combustion vive sont supprimés.

Par ailleurs, ces gaz combustibles peuvent être mis à profit dans la conduite d'évacuation qui relie la cheminée à la chambre inférieure et où ils sont avantageusement brûlés par apport d'air tertiaire
25 en cet endroit, conformément à une autre disposition de l'invention qui, de plus et surtout, contribue à faciliter la circulation de l'air secondaire.

30 . Après cette période transitoire de fermeture, le courant d'air secondaire, lèche la base du foyer en passant latéralement dans la grille, et assure ainsi le maintien d'une combustion très lente, voire simplement l'entretien d'une fine couche de braises qui ultérieurement, lors de la réouverture de l'admission d'air principal, servira en quelque sorte de "veilleuse" pour le réallumage rapide de la charge.

35 Dans l'attente, la combustion de celle-ci est pratiquement inexistante, ce qui se traduit par une baisse de la consommation de combustible et par conséquent par une économie substantielle du coût

de chauffage pour l'usager.

L'invention sera bien comprise et d'autres aspects et avantages apparaitront clairement au vu de la description qui suit, donnée à titre d'exemple et en référence à la planche de dessins annexée sur
5 laquelle:

- la figure 1 est une représentation schématique d'une chaudière de chauffage central domestique, vue en coupe verticale longitudinale selon la plan BB de la figure 2,

- la figure 2 est une vue en élévation de face de la chaudière
10 dont la partie gauche est une coupe selon la plan AA de la figure 1.

Sur les figures les mêmes éléments sont désignés par des références identiques.

La chaudière représentée est du type "à tirage inversé ". Elle est constituée d'un corps de chauffe ou enceinte close 1 à double paroi,
15 comportant deux chambres superposées 2 et 3, séparées par une cloison horizontale 4 munie dans sa partie centrale d'une grille 5 à la base du foyer 6 pour le support du combustible 7 qui, en l'espèce, est du bois.

La chambre supérieure 2 contient le
20 foyer, et reçoit les bûches de bois 7 par une porte de chargement 8 prévue en face avant 9 de la chaudière. La partie basse 10 de cette chambre constitue ainsi un réservoir à combustible, alors que la partie haute libre 11, au-dessus de la charge à brûler 7, représente un espace de ventilation pour l'arrivée de l'air comburant principal.

25 A cet effet, la chambre 2 présente, en face avant et au voisinage de son extrémité supérieure, une entrée d'air comburant principal à ouverture réglable 12 qui sera décrite plus en détail par la suite.

La chambre inférieure 3, ou "chambre thermique", contient un tube 13 qui la traverse longitudinalement ainsi qu'un tiroir à cendres
30 14 placé sous la grille 5 et accessible par une porte 15 à la base de face avant de la chaudière.

Cette chambre présente par ailleurs un compartiment terminal 16 plus étroit, qui longe verticalement la face arrière de la chambre supérieure 2 . Ce compartiment constitue un conduit de sortie des
35 fumées qui rejoint, à son extrémité supérieure, la cheminée 17 d'évacuation à l'atmosphère.

Le tube 13 est mis en communication avec le milieu ambiant à

l'une de ses extrémités 18 qui sort légèrement de la chambre 3 au travers d'une ouverture ménagée à cet effet sur la face avant de l'appareil.

Son autre extrémité 19, recourbée vers le haut, débouche à l'entrée du conduit d'évacuation 16.

5 Comme on le voit, la face avant de la chaudière est également pourvue d'orifices 20 de prise d'air secondaire ménagée à un niveau en hauteur correspondant à celui de la grille 5. Une plaque 21 définit, avec la partie antérieure de la cloison de séparation 4, un couloir, ou canal, 22 dans lequel débouchent à une extrémité les orifices 20, et
10 dont l'autre extrémité vient dans le prolongement des barreaux de la grille.

Dans l'exemple décrit la grille 5 est fixée sur la face supérieure de la cloison 4, de sorte que les orifices 20 sont ménagés à un niveau légèrement supérieur à cette dernière. La plaque 21 vient
15 donc se placer elle aussi au-dessus de la cloison 4 à un niveau légèrement supérieur à celui des orifices 20. Pour une raison purement pratique, l'extrémité de la plaque 21 déborde en surplomb au-dessus de la grille de sorte qu'une légère ouverture apparaît entre la grille et cette plaque. Cette ouverture n'est nullement une caractéristique cons-
20 titutive de l'invention. Il est tout à fait possible que la plaque 21 vienne en appui en bordure de la face supérieure de la grille.

Bien entendu, d'autres réalisations peuvent se présenter dans lesquelles la grille est fixée sous la cloison de séparation.

Dans ce cas, la plaque vient prendre position sous celle-ci
25 en étant par-exemple fixée à son extrémité sur la face inférieure de la grille et les orifices de prise d'air sont ménagés à un niveau intermédiaire entre ces deux cloisons.

La chaudière est complétée par un échangeur à paroi d'eau 23 qui enveloppe l'intégralité de l'enceinte 1 à l'exclusion de la face
30 avant. Les tubulures d'entrée et de sortie de l'eau n'ont pas été représentées. Une seconde enveloppe en matériau thermoisolant, également non représentée, entoure extérieurement la chaudière, de façon habituelle.

On comprend, d'après la description qui précède, que le contrôle de la marche de la chaudière est obtenu par trois moyens diffé-
35 rents de ventilation dont l'action conjuguée assure le bon fonctionnement de l'appareil:

- un système de tirage d'air comburant primaire au travers du foyer 6, et dont la circulation est représentée sur la figure 1 par les flèches évidées (à). Ce système est équipé de la régulation d'admission 12 placée à l'extrémité haute de la chambre supérieure 2 et comprenant une ouverture réglable formée par un tronçon de tube 24 dont l'extrémité en biseau est munie d'un clapet pivotant 25.

La position du clapet est commandée rapidement en "tout ou rien" (position totalement fermée ou totalement ouverte) par une tige de commande 26 actionnée à son extrémité libre par un électroaimant 27, lui-même piloté par un acquastat 28 monté sur la paroi d'eau 23.

Ce dispositif sert à faire pénétrer rapidement dans la chaudière l'oxygène nécessaire à la combustion vive et, inversement, à interrompre cet oxygène en fonction des nécessités du chauffage.

- un système de tirage d'air secondaire permanent, illustré par les flèches pleines (b), situé dans le prolongement de la grille 5 et composé des orifices 20 et du couloir 22 qui canalise l'air secondaire entre les barreaux de la grille. Ce courant d'air secondaire, comme indiqué précédemment, n'opère que localement au niveau de la grille et sert à créer une zone pneumatique tampon oxydante entre le foyer 6 et la chambre thermique 3, lorsque le tirage primaire est stoppé. Les orifices 20 sont avantageusement calibrés pour ajuster le débit d'air secondaire aux conditions locales, notamment aux caractéristiques de tirage de la cheminée.

- un système de tirage tertiaire permanent, noté (c), opérant à la base de la conduite de sortie 16 et constitué par le tube coudé 13 en prise directe avec l'air ambiant à son extrémité libre 18 dépassant de la face avant de la chaudière.

On va maintenant décrire le principe de fonctionnement de la chaudière.

Après l'allumage du combustible 7, l'acquastat 28 demande de la chaleur et excite à cet effet l'électroaimant 27. Celui-ci entraîne l'ouverture immédiate du clapet d'admission 25 et, par conséquent, l'apport d'oxygène au foyer. Le combustible brûle alors à vive allure, comme dans les chaudières traditionnelles, jusqu'à ce que l'acquastat ait atteint sa température de coupure "haute" imposée, en valeur de consigne manuelle, par l'utilisateur. A ce moment, l'acquastat cesse d'exciter l'électroaimant et le clapet 25 se referme.

Lors du fonctionnement à haut régime (clapet 25 ouvert) la chaleur de combustion chauffe le tube 13, lequel, à cet effet, est avantageusement disposé au voisinage de la grille 5.

L'air tertiaire (c) s'échauffe donc au cours de son passage dans le tube 13 et s'échappe à la base de la conduite 16. A cet endroit, il provoque une combustion dite "secondaire", achevant ainsi la combustion des gaz combustibles dégagés du foyer, à savoir notamment l'oxyde de carbone.

Ce courant d'air tertiaire (c) a en plus de sa fonction thermique, un important rôle pneumatique qui se manifeste utilement lorsque le clapet 25 est fermé, c'est-à-dire en régime de combustion lente. En effet, lorsque le clapet est fermé, le courant (c), en s'échappant continuellement à l'extrémité 19, maintient une certaine dépression dans la chambre thermique 3. Cette dépression facilite l'aspiration de l'air secondaire (b) favorisant ainsi la formation d'une zone pneumatique tampon entre le foyer et la chambre thermique et qui entretient une combustion ménagée.

Lorsque l'aquastat 28 provoque l'ouverture du clapet 25, l'air primaire (a) pénètre à nouveau dans la chambre de combustion et réactive le foyer 6 en passant dans la chambre thermique au travers de la grille 5.

La chaleur produite fait fondre les goudrons déposés sur les parois par distillation du bois qui s'écoule vers le foyer où ils sont brûlés à leur tour.

Il doit être souligné que la chaudière selon l'invention assure en particulier:

- une utilisation thermique quasi-intégrale du combustible,
- un corps de chaudière et une cheminée pratiquement aussi propres qu'avec une chaudière à gaz du type traditionnel,
- une marche régulière de l'appareil sans "à coups" ou risques d'explosion,
- une économie maximum du combustible, puisque celui-ci ne brûle pratiquement pas lorsqu'il n'y a pas de demande de chaleur à la chaudière.

Sur ce dernier point, des essais comparatifs ont montré en effet que la réduction de consommation de combustible-bois réalisée avec la chaudière selon l'invention est supérieure à 50% en poids, par

rapport à une chaudière traditionnelle du même type fonctionnant dans des conditions identiques.

Il va de soi que l'invention ne saurait se limiter à l'exemple décrit mais s'étend à de multiples variantes ou équivalents dans la mesure où sont respectées les caractéristiques énoncées dans les revendications jointes.

Ainsi, les orifices 20 pour admission du courant d'air secondaire (b) peuvent être adaptées aux caractéristiques locales de la chaudière autrement que par calibrage. On peut en effet, prévoir une ouverture unique, associée à un volet coulissant pour le réglage manuel du degré d'ouverture et dont la position optimale est déterminée une fois pour toute par l'opérateur lors de la première mise en fonctionnement de la chaudière.

De même, les ouvertures 20 ne sont pas obligatoirement ménagées sur la face avant. Il apparaît cependant préférable, pour des raisons évidentes de simplicité de construction, de choisir l'une des faces perpendiculaires à la direction des barreaux de la grille.

Egalement, la commande du réglage de l'admission d'air primaire par électroaimant n'est pas limitative. D'autres dispositifs mécaniques ou électromagnétiques, à action rapide de préférence, peuvent convenir aux mêmes fins.

De même encore, il peut être avantageusement prévu dans la paroi d'eau 23 des ailettes 29 pour augmenter la surface d'échange thermique.

Par ailleurs, on s'est référé par commodité dans le texte au cas d'une chaudière de chauffage central uniquement, étant entendu que l'invention ne se limite pas à cet exemple mais s'applique, comme déjà indiqué au début, à tout appareil de combustion à foyer clos pour combustibles solides, tel que cuisinières, poêles ou autres fourneaux du même genre, notamment à usage domestique.

De même, si l'invention a été initialement motivée et conçue pour la combustion du bois, il est clair qu'elle est en fait applicable, avec une égale réussite, à tout autre combustible solide connu, comme le charbon, le coke, le papier, le carton, les sous-produits végétaux (paille...) etc...

REVENDEICATIONS

1) Appareil de combustion à foyer clos pour combustibles solides, notamment le bois, comprenant un corps de chauffe (1) partagé en deux chambres superposées par une cloison (4) munie d'une grille (5) à la base du foyer (6) pour le support du combustible (7):
5 une chambre supérieure (2) . recevant le combustible et comportant une entrée d'air comburant à ouverture réglable (12) et une chambre thermique inférieure (3) reliée à la cheminée (17) d'évacuation des fumées, appareil caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (20, 21) pour assurer en permanence un courant d'air secondaire latéral dans le plan de
10 la grille (5).

2) Appareil selon la revendication 1 caractérisé en ce que lesdits moyens sont constitués par des ouvertures d'admission d'air secondaire (20) ménagées dans la paroi du corps (1) au niveau de la grille (5) et par une cloison (21) définissant avec la cloison (4) de séparation
15 des deux chambres un couloir (22) reliant lesdites ouvertures à la grille.

3) Appareil selon la revendication 2 caractérisé en ce que les ouvertures (20) d'admission d'air secondaire sont constituées par des orifices ménagés sur la face avant (9) de l'appareil au voisinage de la
20 plaque de séparation (4).

4) Appareil selon les revendications 1, 2 et 3 caractérisé en ce qu'il est équipé de moyens (13) pour traverser la chambre inférieure (3) par un courant d'air confiné, puis libéré dans la partie terminale (16) de la chambre inférieure, en direction de la cheminée (17).

25 5) Appareil selon la revendication 4 caractérisé en ce que lesdits moyens sont constitués par un tube (13) traversant la chambre inférieure (3) et dont les extrémités (18, 19) débouchent respectivement à l'atmosphère ambiante et dans la partie terminale (16) en direction de la cheminée d'évacuation des fumées (17).

30 6) Appareil selon la revendication 5 caractérisé en ce que le tube (13) passe sous et au voisinage de la grille (5).

7) Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'ouverture réglable (12) d'entrée d'air comburant principal est à commande rapide, asservie aux besoins de chauffage.

5 8) Appareil selon la revendication 7 caractérisé en ce que la commande rapide de l'ouverture réglable d'entrée d'air comburant principal est constitué par un clapet articulé (25) actionné par un électroaimant (27) piloté par un thermostat (28).

10 9) Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte un échangeur thermique constitué par une enveloppe d'eau (23) entourant au moins la chambre thermique inférieure (3).

15 10) Appareil selon la revendication 9 caractérisé en ce que l'enveloppe d'eau (23) présente des ailettes (29) de conduction thermique.

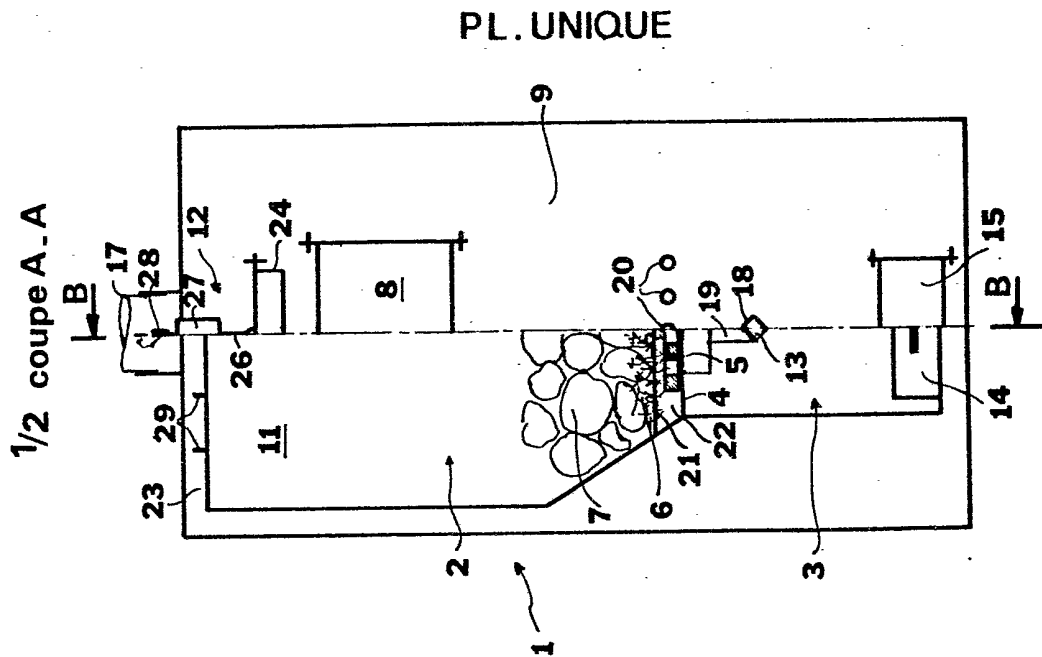


FIG. 2

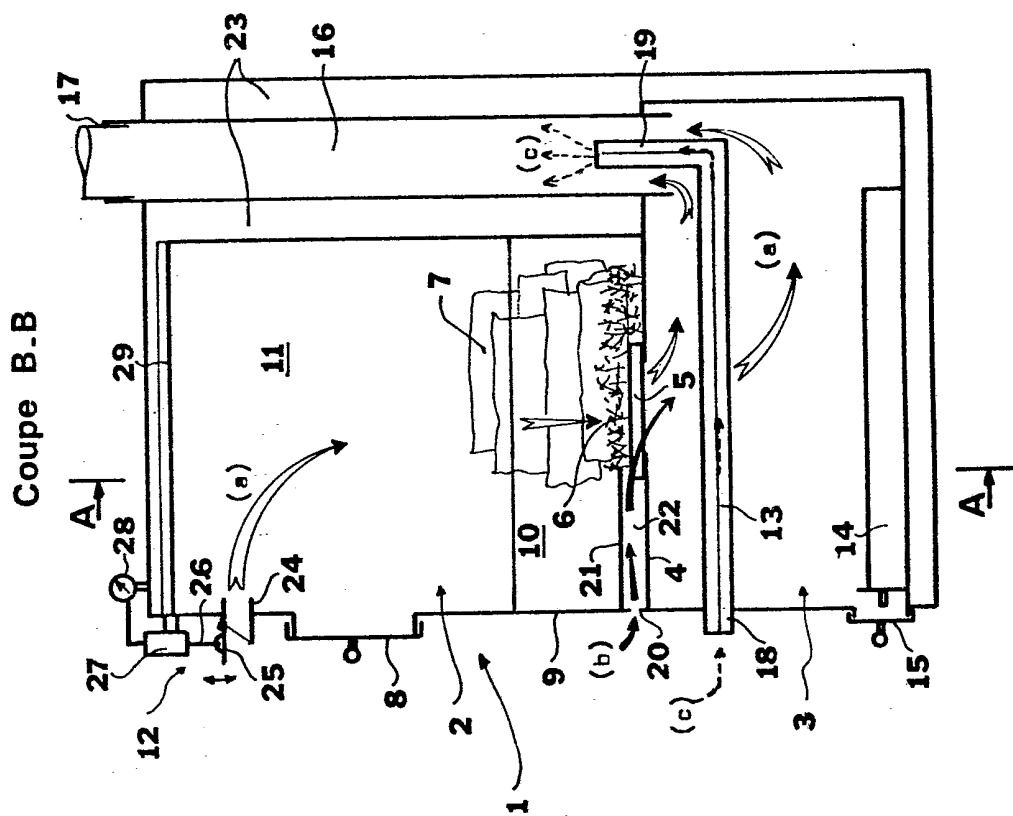


FIG. 1