

ROYAUME DE BELGIQUE

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

Office de la Propriété intellectuelle

NUMERO DE PUBLICATION : 1017517A6

NUMERO DE DEPOT : 2007/0135

Classif. Internat. : F24H

Date de délivrance le : 04 Novembre 2008

**Le Ministre de l'Economie,**

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

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

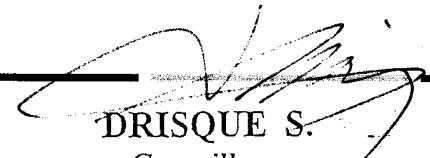
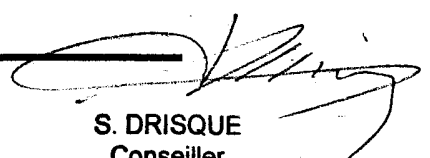
Vu le procès verbal dressé le 21 Mars 2007 à 14H00 à l'Office de la Propriété Intellectuelle

**ARRETE :**ARTICLE 1.- Il est délivré à : GAUSSIN Jacques Paul Marcel Edmond Mary  
Rue Basse Voie 31, B-4450 JUPRELLE(BELGIQUE)

un brevet d'invention d'une durée de 6 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : CHEMINEE AUTOPORTANTE DE RECUPERATION D'ENERGIE A CONDENSATION SOUS LA FORME D'UN ECHANGEUR DE CHALEUR "FUMEE-EAU" A CONTRE COURANT (POUR TOUTES CHAUDIERES SECHES OU FOYERS).

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

Pour expédition certifiée conforme

Bruxelles, le 04 Novembre 2008  
PAR DELEGATION SPECIALE :  
DRISQUE S.  
Conseiller  
S. DRISQUE  
Conseiller**.be**

**Description**

001 - Cheminée autoportante de récupération d'énergie à condensation sous la forme d'un échangeur de chaleur « fumée - eau » à contre courant (pour toutes chaudières sèches ou foyers).

005 - L'idée concerne la thermodynamique et plus spécialement la récupération d'énergie sur les gaz de combustion de matières solides, liquides ou gazeuses, principalement et non limitativement dans les appareils de chauffage domestiques.

- La majorité des appareils de chauffage domestiques (poêles, cuisinières, convecteurs, chaudières) fonctionnant au moyen de mazout, bois, charbon, voire gaz... ont des rendements relativement faibles d'où par conséquent notamment des températures de fumée élevées (de l'ordre de 100° C et plus pour un poêle à bois à colonnes, de 140° C minimum pour une chaudière classique avec brûleur mazout par exemple). Par extension on peut penser aux moteurs thermiques, notamment les moteurs diesel ou à gaz stationnaires.

015 On ne profite pratiquement que d'un certain pourcentage du Pouvoir Calorique inférieur (on ne condense pas, on cherche même à l'éviter) du combustible consommé en fonction du rendement (disons sans grands risques de 60 % à 80 %) du type d'appareil utilisé. Dans ces appareils de base on néglige d'office totalement le P.C. supérieur.

Hormis le taux d'imbrûlés auquel on ne sait pas remédier vu le type de combustion employé remarquons que le phénomène est encore plus grave quand on utilise des combustibles solides humides (bois, charbon) où on se trouve en présence de beaucoup de vapeur d'eau non condensée (chaleur latente et sensible additionnelle en pure perte).

Tous ces rejets cumulés représentent d'énormes quantités de chaleur perdue et relâchées dans l'atmosphère (perte financière, pollution, une certaine forme de réchauffement, ... ; c'est une grande préoccupation actuellement).

025 Notre idée (voir ci-après dans l'exposé) vise un « appareil » complémentaire destiné à refroidir les fumées d'un foyer de base et d'en récupérer un maximum de chaleur sensible et latente.

Dans l'état actuel des choses afin de pallier à ces pertes, on connaît des appareils monoblocs autonomes très performants comme :

- Les chaudières domestiques et industrielles au gaz à très haut rendement, à condensation, où l'on vise à profiter du pouvoir calorique supérieur du combustible (1).
  - Les chaudières (plus récentes) au mazout à condensation, remarque idem (1).
- 035 A notre connaissance, il existe aussi des échangeurs de récupération de chaleur séparés à placer facultativement à la sortie (boîte à fumées) de certaines chaudières à gaz industrielles (de marque Ygnis, voire Buderus) équipées de brûleur à air pulsé. A part ce qui précède il

semble en toute bonne foi qu'il n'y a rien d'autre sur le marché notamment au niveau domestique.

040

- Notre concept, que nous considérons en toute modestie comme nouveau et inédit a pour but de récupérer au mieux et d'une façon originale la chaleur totale portée par les fumées d'un très grand nombre d'appareils de chauffage utilisant des combustibles divers. L'état de la technique antérieure ne comporte vraisemblablement rien sous cette forme capable de

045 résoudre ce problème et pouvant s'appliquer à divers types de « foyers ».

La cheminée de récupération proposée vise donc à se substituer (1<sup>er</sup> avantage) à une cheminée classique (maçonnerie, boisseaux, métal isolé ou non) et à permettre de récupérer un maximum de chaleur sensible et latente des fumées issues d'un « foyer » ce qui en est le 2<sup>ème</sup> et gros avantage et le but recherché. Cette cheminée peut rester à demeure même si on

050 change de chaudière ou de foyer, c'est le 3<sup>ème</sup> avantage.

Elle participe activement à l'exploitation thermique en finissant et complétant « le travail » par convection, rayonnement ou conduction du « foyer » de base au lieu d'être simplement un mal nécessaire ; sa fonction devient double.

055 Avant d'aller plus loin certains rappels ou remarques s'imposent au point de vue de la « cheminée » en général telle qu'on la connaît.

1. On est dans un environnement sale : poussières, suies, vapeurs et surtout présence de goudrons aggravée si on force la condensation.

2. Cet environnement est généralement corrosif.

060 3. Concernant le fonctionnement de la cheminée, on peut distinguer en gros trois cas :

a. Le foyer que nous appellerons « à combustion atmosphérique », un simple poêle à bois par exemple.

065 Dans ce cas le processus d'apport d'air frais de combustion et d'évacuation des gaz brûlés (fumées) se passe naturellement via le phénomène de convection ou de tirage naturel de la cheminée.

Le tirage dépend de la température des fumées, de la section et de la hauteur de la cheminée. De toute façon une cheminée classique ne fonctionne bien que si elle est chaude (d'où l'intérêt d'isoler une cheminée entre autre).

070 b. Le foyer que nous appellerons « en suppression », une chaudière à mazout domestique par exemple.

Dans ce cas la suppression du brûleur pulsant l'air de combustion sert uniquement à vaincre la résistance dans le foyer. Le réglage du brûleur doit en principe être tel que la pression à la sortie du foyer (boîte à fumée) soit nulle.

075 A partir de ce moment la cheminée fonctionne comme celle d'un poêle à bois.

c. Le moteur thermique, le diesel d'un groupe électrogène par exemple.

Là, l'apport d'air frais est forcé par aspiration mécanique (voire en suppression dans le cas du turbo) et le rejet des gaz d'échappement se fait sous pression. La cheminée est alors en surpression caractérisée.

080

De ce qui précède en 3b et 3c, on peut conclure sans risque que si on refroidit les fumées, le tirage naturel d'une cheminée est compromis, un ventilateur d'appoint deviendra nécessaire (voir plus loin s.v.p.).

**Notre concept est exposé ci-après**

085 La figure 1 représente une vue schématique de la cheminée traduisant notre idée et permettant d'expliquer la conception et le fonctionnement.

La cheminée complète comporte :

090

- Une partie basse active qui est en fait « notre échangeur ».
- Une partie haute passive qui n'est qu'un conduit sans intérêt au point de vue thermique et servant à conduire les gaz refroidis à l'air libre.

- **EN PARTIE BASSE** nous avons : - **un fût central** (1) autoportant dont l'âme est le conduit de cheminée p.p.d. Il est constitué par exemple par une section de tube en acier inoxydable (type 316L) de fabrication standard (soit Ø 204 x 2 mm).

095 Il doit reposer sur le sol via une plaque de base (2) (tôle inox 2 mm) soudée sur tout le périmètre circulaire.

Il est pourvu respectivement du bas vers le haut d'un minimum d'appendages :

100

- Un manchon inox (3) (Ø 6/4" par exemple) permettant le raccordement d'une tuyauterie (matière plastique) de récolte ou de mise à l'égout (après neutralisation) des condensats.
- Un trapillon de visite et nettoyage (4) relativement étanche à l'air mais dont les parties transversales de son cadre support sont en pente dirigée de sorte que les condensats ruissellent toujours vers l'intérieur du fût.
- Un branchement en inox (5) (probablement de section circulaire, Ø 163 x 2 mm par exemple) légèrement oblique par rapport à l'axe vertical du fût pour le raccordement du carneau ou buse à fumée du « foyer ».

105

L'extrémité supérieure du fût se termine par une collerette (6) permettant l'emboîtement du conduit (7) de la partie haute.

110 **Ceci est le compartiment « fumées » de l'échangeur où les fumées circulent logiquement de bas en haut.**

- **une virole concentrique** (8) entourant symétriquement le fût. Elle est constituée par exemple par une section de tube en acier inoxydable (type 316 L ou type 304, moins cher, {il n'est pas en contact avec les fumées}) de fabrication standard (soit Ø 254 x 2 mm). La lèvre inférieure (9) de la virole est arrêtée juste au-dessus du branchement

115

(5). La virole est soudée hermétiquement et symétriquement au fût en bas et en haut par interposition de deux couronnes (10) réalisées par exemple à partir de plat en acier inoxydable type 316 L, dim. 30 x 3mm.

Deux manchons (11) en inox à bout fileté ou à bride, Ø 1/2 " min, sont soudés  
 120 respectivement en haut (entrée d'eau froide) et en bas (sortie d'eau réchauffée) de la virole.  
Ceci est le compartiment « eau » de l'échangeur où l'eau doit circuler de haut en bas sous la forme d'un rideau d'eau.

L'échange de chaleur par conduction à travers le fût le plus performant est obtenu par  
 125 croisement du flux de la fumée avec celui de l'eau (contre courant).

- L'eau la plus chaude sort à hauteur des fumées les plus chaudes.
- L'eau la plus froide entre à hauteur des fumées les plus froides, devant y provoquer un maximum de condensation (point de rosée) à l'intérieur du fût.

130 **Améliorations souhaitables :**

- a. Une couronne (14) (tôle inox) métallique perforée peut être soudée par points tout autour du fût, juste sous le manchon (11) d'entrée d'eau, en haut de l'échangeur afin de répartir circulairement l'eau qui va descendre en rideau.  
 Idem éventuellement juste au-dessus du manchon (11) de sortie.
- 135 b. Un turbulateur (12) éventuellement amovible, par exemple sous la forme d'une bande de tôle inox formée en hélice ou spirale peut être placée à l'intérieur du fût dans le but de faire tourner (mélanger) les fumées et ainsi améliorer l'échange (maximaliser les températures de contact avec le fût).
- c. 140 Préalablement à l'introduction de la virole le fût peut être garni extérieurement de languettes (13) de tôle inox (en forme de V renversés par exemple) pointées par soudure sur celui-ci {(ou bien de sections de métal déployé, ou bien de treillis inox (13)) de façon à casser le flux laminaire du rideau d'eau descendant et ainsi d'y harmoniser la température moyenne. (Cet artifice est à employer judicieusement afin de ne pas grever la perte de charge du circuit hydraulique).

145

Le but des deux artifices ci-avant (b et c) est en fait d'essayer de maintenir en tout endroit de la surface d'échange une différence de t° maximum entre fumée et eau de façon à performer l'efficacité de la transmission thermique.

- **une isolation thermique** (15) de forte épaisseur (à déterminer), sous la  
 150 forme de matelas ou de coquilles de laine de roche ou de verre, à appliquer tout autour de l'ensemble depuis la plaque de base jusqu'en haut de la virole (de même qu'il en sera préférable sur le carneau également) afin :

- Que dans la partie passive du pied du fût (et aussi dans le carneau) les fumées chaudes au maximum ne puissent se refroidir inutilement dans l'ambiance.

- 155 ➤ Que l'eau circulant dans l'enveloppe et portant les calories récupérées ne puisse les perdre dans l'ambiance à travers la virole.

Pour mémoire, l'isolation est à finir extérieurement par une jaquette métallique ou en matière plastique.

**Remarques au sujet de la performance**

- 160 Ce qui est exposé ci-avant est notre échangeur de récupération.

Rappelons que la puissance d'un échangeur dépend :

- De l'importance de la surface d'échange ( $m^2$ ) entre les fluides primaire et secondaire.

- 165 Dans notre cas, la surface d'échange potentielle est fonction du choix du diamètre (d) du fût et de la longueur (L) donnée à la virole. Si on se base (dans le but de minimiser le prix de revient de l'échangeur) sur des matériaux de base de fabrication industrielle, les tubes inox ont des longueurs standards de 6 mètres.

On se verrait donc avec un fût théoriquement limité à 6 m maximum et une virole de l'ordre

- 170 de 5 m maximum. Cela semble donner de la marge.

**N.B.**

Dans le cas où l'on aurait un manque de surface on peut opter pour une construction suivant la figure 2 relative à la revendication dépendante 2 (voir ci-après s.v.p.).

- 175 ➤ De la différence de température moyenne entre le fluide réchauffant et le fluide réchauffé.

Dans notre cas nous sommes tributaires de la température (T) des fumées à la sortie du foyer et de la température (t) de l'eau à l'entrée de l'échangeur. Pour un foyer déterminé la température T est ce qu'elle est, on la prend telle quelle. La température t et le degré de condensation vont dépendre du régime de fonctionnement de l'utilisateur de l'eau

- 180 réchauffée.

**Cela peut être :**

- Un circuit de rayonnement de sol.  
 ➤ Un radiateur « basse température » (faible  $\Delta t$  = surdimensionné).  
 185 ➤ Un préparateur d'eau chaude sanitaire.  
     - Circuit de charge d'un boiler double enveloppe par exemple.  
     - Eau sanitaire (eau de ville) en direct par exemple.  
 ➤ L'évaporateur d'une pompe à chaleur (probablement la meilleure utilisation en ayant un très bon COP et des températures stables continues).

- 190

On peut déjà dire que pour une valeur T donnée et un débit de fumée donné, l'échange sera maximum et donc la surface minimum si on procède à l'entrée avec de l'eau de ville ( $t = + 12^\circ \text{C}$  par exemple), voire encore mieux avec une pompe à chaleur ( $t = + 5^\circ \text{C}$  par

exemple).

195 Avec une température  $t$  favorable on devrait pouvoir sortir des fumées à une température de l'ordre de  $30^{\circ}\text{C}$ .

Nous pensions sincèrement qu'il y a des possibilités voire avec des échangeurs de tailles relativement réduites, le tout toujours conditionné en fonction de la puissance envisagée.

Les différents paramètres  $d$ ,  $L$ ,  $t$ ,  $T$  sont à calculer dans la mesure du possible mais

200 certainement à peaufiner via un ou des prototypes et des mesures de températures et débits.

### **Pression nominale de service**

Elle devrait être PN4 si on veut fonctionner avec de l'eau de ville (placement éventuel d'un réducteur de pression) ou moins si on fonctionne avec des circuits autres indépendants

205 (d'une installation de chauffage central par exemple).

- **EN PARTIE HAUTE** nous avons une section d'amenée à l'air libre (en toiture) des fumées refroidies. Ce n'est pas le but fondamental de notre requête mais bien un passage obligé.

### **On y trouve :**

- Un conduit (7) de section circulaire prolongeant le fût et s'emboîtant de façon étanche dans son sommet {(colerette (6))}.

Les fumées étant au voisinage de la température ambiante, ce conduit peut-être :

- Un tronçon étanche de gaine métallique spiralée simple paroi non calorifugée  
215 (de préférence en acier inoxydable car un danger de corrosion devrait toujours exister théoriquement) du genre employé en ventilation mécanique.
- Un simple tube ou tuyau rigide réalisé en matière plastique inaltérable de nature.

220 N.B. - Dans la cheminée de récupération telle que proposé, il ne devrait jamais y avoir un danger de feu de cheminée { température basse et milieu humide (pas de dépôt combustible sec)}. C'est un 4<sup>ème</sup> avantage du système.

De plus, le ramonage p.p.d. est à oublier, d'où un 5<sup>ème</sup> avantage.

225 - En fonction des lieux et de la hauteur, la gaine devrait pouvoir être translaturée vers le haut (prévoir des poignées et un dispositif de blocage) pour l'inspection et éventuellement le nettoyage de l'âme de l'échangeur au moyen d'un écouvillon en acier.

- Un ventilateur de tirage (16) devenant nécessaire pour les foyers atmosphériques et les chaudières avec brûleur à air pulsé comme on l'a vu ci-avant dans les remarques  
230 concernant le fonctionnement d'une cheminée classique.

Le ventilateur est du type hélicoïde ou centrifuge d'une construction destinée à cet effet, et peut être du type « tourelle ».

C'est un point négatif du système mais la consommation électrique ne devrait pas trop annihiler l'effet gagnant de la récupération.

235

**Remarque**

Nous pouvons citer une donnée obtenue chez un constructeur de poêles à mazout qui annonce un débit de fumée de 10gr/sec (soit 36 kg/heure) pour un foyer de 9,3 kW.

Le rejet serait assuré par un ventilateur ayant approximativement les caractéristiques suivantes :

240

- Débit 50 m<sup>3</sup>/h.
- Hauteur manométrique : 40 Pa (4mm CE).

Cela représenterait une petite fraction de kW.

- Un capuchon anti-pluie (17) si le ventilateur n'est pas du type « tourelle ».

245

**Régulation de base (pour mémoire)**

Le fonctionnement du ventilateur doit être couplé à la marche du foyer, de même que celui du circulateur du circuit hydraulique :

- Si chaudière : couplage au brûleur.

250

- Si foyer statique : une commande manuelle (liée à l'allumage) de démarrage.

Sécurité = si pas de ventilateur, pas d'amorce de combustion (étouffement).

L'arrêt peut automatiquement être commandé par un thermostat dans le carneau.

255

260

265

270

**Revendications**

- 001 1. Cheminée autoportante de récupération d'énergie à condensation (sous la forme d'un échangeur de chaleur « fumée-eau » à contre courant) qui vise :
- à se substituer au mal nécessaire qu'est la cheminée classique (métal calorifugé ou non, boisseaux, maçonnerie ...) de toute chaudière sèche ou foyer.
  - 005 ➤ à permettre de récupérer un maximum de chaleur sensible et latente (chaleur totale) contenue dans les gaz chauds rejetés à l'extérieur. Un élément passif devient un élément actif de la combustion en ce sens que notre cheminée « affine » le « travail » du foyer de base qui n'en est pas capable de par sa conception.

010

**La partie inférieure active de la cheminée est caractérisée par :**

- Un fût cylindrique autoportant (1) en acier inoxydable (une section de tube de section circulaire de fabrication standard entre autre) se substituant avec ses appendages classiques adaptés (trapillon de visite, branchement pour carneau, ...) au conduit de la
- 015 cheminée conventionnelle.

**Spécificités**

- Le cadre support du trapillon de visite (4) comporte des parois transversales en pente en vue de conduire les condensats vers l'intérieur du fût.
- Le branchement (5) du carneau a des génératrices obliques (et non normales par
- 020 rapport à l'axe du fût) en partie basse de façon à toujours faire « rentrer » les condensats dans le fût.

De plus le branchement comporte un profil « goutte d'eau » (18) en forme de visière concave (ou de segment de lune) vertical afin d'éviter la fuite des condensats sur le dos du carneau.

025

Le fût est en plus pourvu :

- D'une plaque de base (2) y soudée sur tout le périmètre.
- D'un manchon d'évacuation (3) au point bas.
- D'une collerette (6) à emboîtement terminale.

030

Ce conduit est parfaitement lisse, étanche à l'eau, sans aspérité ni angle mort et facile à nettoyer si nécessaire.

C'est le compartiment « fumée » de l'échangeur.

- 035 - Une virole cylindrique (8) d'un diamètre légèrement supérieur à celui du fût (également une section de tube de fabrication standard entre autre) enveloppant celui-ci symétriquement et solidarisé à celui-ci par soudure en bas et en haut, avec interposition

040 de deux couronnes (10) en tôle inox sous forme des profils les mieux adaptés (plats, L, O ..., cintrés), pour former une enveloppe cylindrique fermée. Deux manchons (11) de raccordement (diamètre 1/2 " minimum) sont soudés, l'un en haut (entrée d'eau froide) et l'autre en bas (sortie d'eau réchauffée) de la virole pour permettre les raccordements hydrauliques de circulation.

C'est le compartiment « eau » de l'échangeur (enveloppe hydraulique).

045 - Un échange de chaleur sensible et latente (condensation) de la fumée ascendante, par conduction au travers de la paroi commune aux deux compartiments, à l'eau qui descend sous la forme d'un rideau cylindrique.

050 - Une isolation thermique performante (15) de la surface extérieure de la virole et du pied du fût (de même que du carneau).

- La possibilité de placement d'un turbulateur (12) (tôle inox formée en hélice ou spirale) amovible dans l'âme du fût afin de faire tourbillonner les fumées.

055 - La possibilité de placement de chicanes c'est-à-dire des languettes en forme de V renversé (13) {ou de sections de treillis métallique ou de métal déployé (13)} dans le vide de l'enveloppe hydraulique pour contrarier le flux laminaire du rideau d'eau.

060 - Une couronne (14) perforée de répartition d'eau, placée dans l'enveloppe juste sous le manchon (11) d'entrée d'eau.

Idem, juste au-dessus du manchon (11) de sortie d'eau.

065 - **La partie haute passive de la cheminée** est un simple conduit résistant à la corrosion et prolongeant le fût pour évacuer les gaz refroidis à l'extérieur.

**Les fumées** sont aspirées par un ventilateur spécialement conçu à cet effet et fonctionnant sous une faible hauteur manométrique (faible puissance).

070 2. Echangeur selon la revendication 1 dans lequel l'enveloppe hydraulique simple et unique permettant une seule surface cylindrique de transmission de la chaleur entre les fumées et l'eau :

075 - Est doublée, donnant deux compartiments de fumées A et B (prévoir un té sur le carneau) et donc trois surfaces cylindriques de transmission voir fig. 2. Ceci permet d'augmenter la surface d'échange si nécessaire (1).

- Est triplée, donnant trois compartiments de fumée (prévoir un trident sur le carneau) et

cinq surfaces cylindriques de transmission. Rem. idem (1).

- Est quadruplée, etc ... Rem. Idem (1).

- 080 3. Echangeur selon la revendication 1 dans lequel le fût et la virole extérieure sont de section autre que circulaire (où les diamètres à choisir sont quelconques et pas nécessairement standards), c'est-à-dire carrée, rectangulaire ou toute autre forme géométrique.
- 085 4. Echangeur selon la revendication 1 dans lequel le fût et la virole extérieure seraient réalisés en une autre matière que l'acier inoxydable de qualité au choix (du cuivre, de l'aluminium, du simple acier ou carbone, du verre, ... citation non limitative).
- 090 5. Echangeur selon la revendication 1 dans lequel l'enveloppe hydraulique cylindrique extérieure au fût est remplacée par un faisceau de tubes d'eau verticaux branchés sur des collecteurs (en forme de couronne ou autre) inférieur (sortie d'eau) et supérieur (entrée d'eau) ; le tout logé dans le « fût ».
- 095 Ceci devient en sorte une sorte de chaudière à tubes d'eau verticale, ce n'est plus à vrai dire une cheminée et cela entraîne d'autres problèmes : réalisation, prix, augmentation des pertes de charge hydrauliques et aérauliques, accès, nettoyages éventuels, ...
- 100 6. Echangeur selon la revendication 1 dans lequel l'enveloppe hydraulique extérieure au fût devient intérieure au fût, la virole (8) a alors un diamètre inférieur à celui du fût et devient alors intérieure. C'est faisable mais plus complexe à réaliser.
- 105 7. Echangeur selon la revendication 1 (et/ou les suivantes) où l'enveloppe hydraulique serait parcourue non pas par de l'eau mais par tout autre liquide (huile thermique par exemple) ou par un fluide frigorigène.

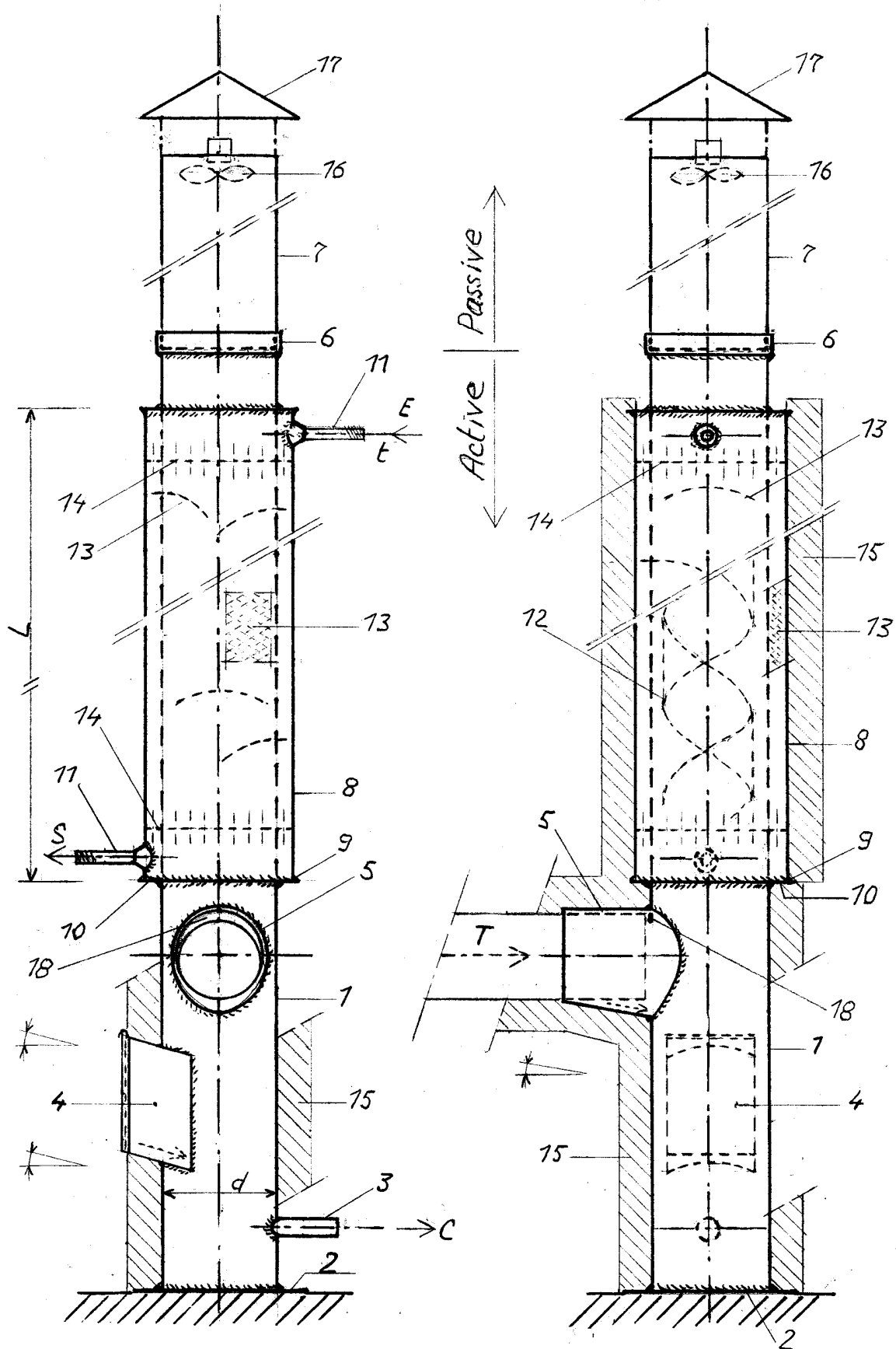
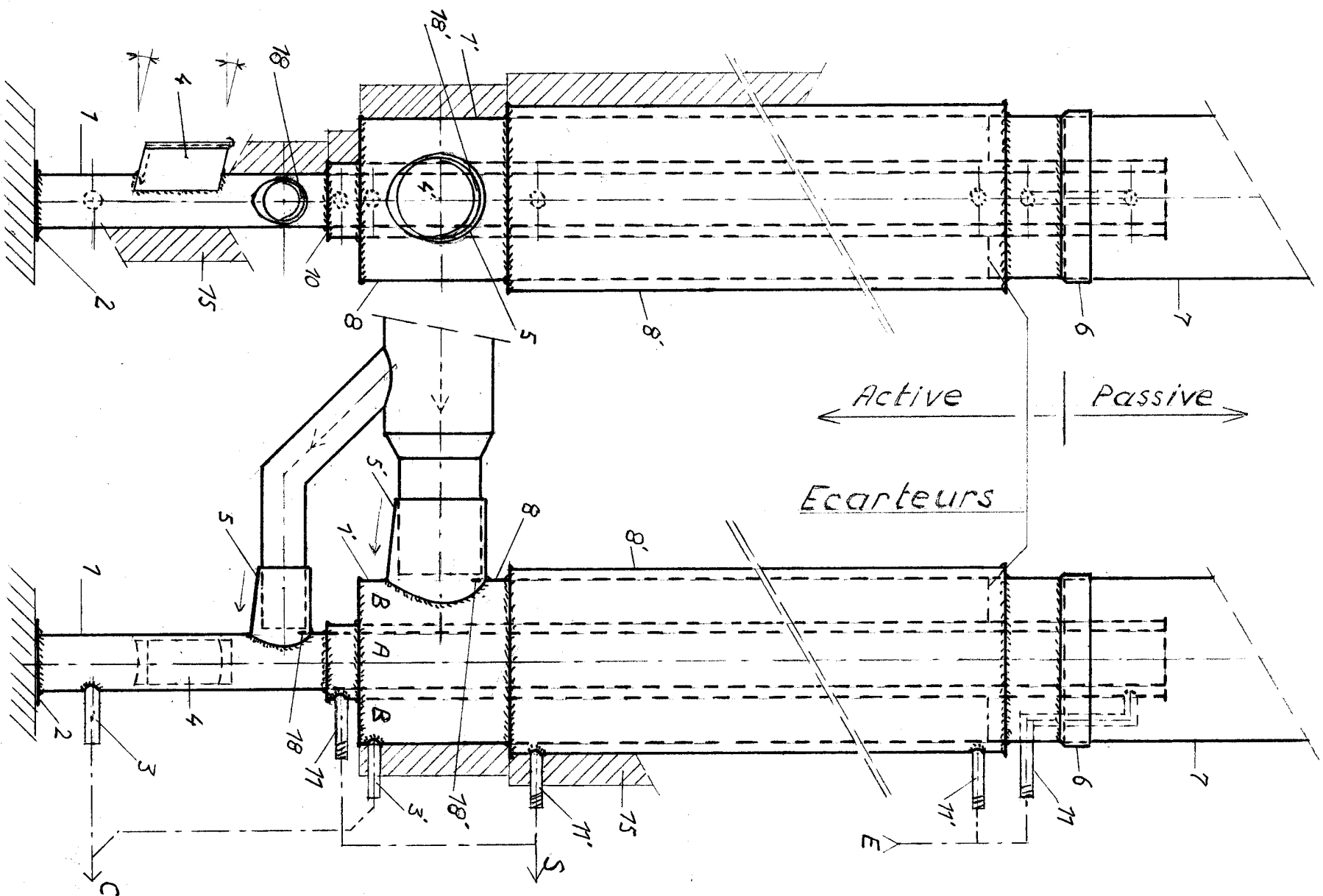
FIG. 1

FIG. 2



- 001 Cheminée autoportante de récupération d'énergie à condensation sous forme d'un échangeur de chaleur « fumée-eau » à contre courant (pour toutes chaudières « sèches » ou foyers).

Le but est de récupérer au maximum la chaleur totale des fumées.

- 005 La cheminée métallique est à double paroi. Le fût (1) est entouré d'une « enveloppe hydraulique » calorifugée à raccorder sur une PAC par exemple. L'échange thermique a lieu par conduction au travers du fût.

L'eau circule sous forme de rideau de haut en bas et les fumées circulent logiquement de bas en haut, le tout résultant en un échange à contre-courant capable de condensation.

010