

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 18.06.91.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la demande : 24.12.92 Bulletin 92/52.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : EQUIP'TECHNIC (Sarl) — FR.

72 Inventeur(s) : Baeckeroot.

73 Titulaire(s) :

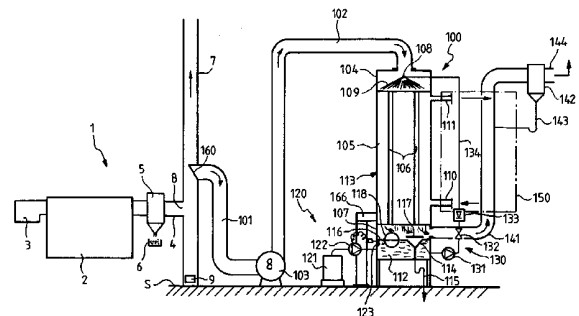
74 Mandataire : Cabinet Regimbeau Martin Schrimpf Warcoin Ahner.

54 Dispositif de traitement des fumées chaudes et polluées, notamment acides, provenant de la combustion du fuel dans une chaudière industrielle ou de chauffage urbain.

57 L'invention concerne un dispositif de traitement des fumées chaudes et polluées, notamment acides, qui proviennent de la combustion du fuel dans une chaudière industrielle ou de chauffage urbain.

Conformément à l'invention le dispositif de traitement (100) comporte une partie d'entrée (104) dans laquelle sont forcées les fumées chaudes et polluées, comportant un moyen de pulvérisation d'eau (108) pour refroidir et humidifier ces fumées; un échangeur de chaleur (105), dont le primaire est parcouru par les fumées lavées et saturées d'eau, et dont le secondaire est parcouru par un fluide caloporteur; une partie de sortie (107), constituant une réserve de condensats (112), comportant un entonnoir (114) de récupération de la suie par écrémage, et une sortie (140) d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées vers une cheminée associée; un système (120) de neutralisation automatique des condensats en excès évacués à l'égout; et un système (130) de pompage permettant d'amener de l'eau de condensats de la partie de sortie (107) à la partie d'entrée (104) pour y être pulvérisée.

Application à l'équipement d'installations de chauffage industriel ou urbain.



FR 2 678 047 - A1



L'invention concerne le domaine des installations de chauffage industriel ou collectif, et plus particulièrement le problème de la pollution par les fumées provenant de la combustion du fuel lourd ou du fuel domestique dans les chaudières.

5 Les installations classiques comprennent une chaudière, mixte ou non, et un conduit de sortie des fumées de combustion, menant, par l'intermédiaire d'un dépoussiéreur, à une cheminée en béton ou en brique réfractaire, par laquelle les fumées sont rejetées directement dans l'atmosphère.

10 Pour tenter de lutter contre les nuisances inhérentes au rejet des fumées de combustion dans l'atmosphère, on utilise des dépoussiéreur à chicanes, qui permettent au mieux de retenir 80 % des suies contenues dans les fumées, les suies retenues étant récupérées dans des sacs prévus à cet effet en partie inférieure desdits dépoussiéreur.

15 Ces dépoussiéreur ne permettent ainsi qu'une dépollution limitée, puisque les suies non retenues sont rejetées directement dans l'atmosphère, et de plus ils exigent une surveillance constante avec un travail de ramonage important car un encrassement peut entraîner une obstruction de la sortie des fumées et de ce fait aggraver très rapidement la  
20 mauvaise combustion pour le brûleur de la chaudière, du fait du manque d'oxygène.

Par ailleurs, on cherche aussi à récupérer de l'énergie en utilisant la chaleur des fumées évacuées par la cheminée de la chaudière.

25 Dans cette recherche, les spécialistes se heurtent alors à une difficulté inhérente au risque de formation d'acide sulfurique.

En effet, et surtout pour le fuel lourd, on doit faire face à une présence de 1 à 5 % en poids d'acide sulfurique (auquel s'ajoute aussi de l'acide carbonique), et on doit de ce fait se garder d'éviter la formation d'un front d'acide sulfurique dans le récupérateur utilisé, la condensation  
30 d'acide pur et très concentré sur les parois d'échange favorisant le collage de la suie en une couche "graisseuse" qui se forme, et agressant sévèrement les tubes de l'échangeur, puis toute la cheminée en général.

Or, si l'on veut éviter la formation d'un front d'acide sulfurique concentré dans le haut de l'échangeur, il faut conserver une température de peau aussi élevée que possible. On est donc toujours limité dans le refroidissement des fumées, du fait que les fumées refroidies  
5 doivent impérativement être à une température supérieure à une température critique de 120 à 130°C correspondant au point de rosée acide. Ceci a pour conséquence de limiter considérablement l'énergie récupérable par chaleur sensible (environ 3 à 4 % de l'énergie totale). A titre indicatif, les économiseurs existants utilisent un circuit fermé d'eau pour l'échange  
10 thermique, avec une entrée d'eau très chaude (au moins 70°C) et une sortie d'eau à 90°C : les fumées passent alors de 260°C à environ 180°C en traversant un économiseur de ce type.

Finalement, l'état de la technique reste encore limité à l'utilisation de dépoussiéreurs (filtres) pour retenir une partie des suies, la  
15 dépollution obtenue étant relativement modeste, et à une possibilité très limitée de récupération d'énergie en utilisant des économiseurs.

L'invention a pour objet de proposer un dispositif de traitement des fumées chaudes et polluées, notamment acides, provenant de la combustion du fuel, qui permette à la fois une dépollution nettement  
20 supérieure par élimination quasi-totale des pluies d'acide sulfurique et de la suie, et la possibilité de récupérer une énergie beaucoup plus importante que l'énergie récupérable par les économiseurs existants, sans risque de formation d'un front d'acide sulfurique ni de rejets acides de condensats.

L'invention a également pour objet de réaliser un dispositif de  
25 traitement qui soit autonome dans son fonctionnement, et n'exige aucune surveillance particulière.

L'invention a aussi pour objet de réaliser un dispositif de traitement susceptible d'équiper une installation de chauffage industriel ou collectif déjà existante, sans modification importante de ladite installation.

30 Il s'agit plus particulièrement d'un dispositif de traitement des fumées chaudes et polluées, notamment acides, qui proviennent de la combustion du fuel dans une chaudière industrielle ou de chauffage urbain, et qui passent dans un dépoussiéreur avant d'être évacuées par une cheminée, ledit dispositif étant caractérisé par le fait qu'il comporte :

- . une partie d'entrée montée en dérivation ou en série sur la cheminée de la chaudière, et dans laquelle sont forcées les fumées chaudes et polluées, ladite partie d'entrée comportant un moyen de pulvérisation d'eau pour refroidir et humidifier ces fumées ;
- 5 . un échangeur de chaleur disposé en aval de ladite partie d'entrée, dont le primaire est parcouru par les fumées lavées et saturées d'eau, et dont le secondaire est parcouru par un fluide caloporteur ;
- . une partie de sortie disposée en aval dudit échangeur de chaleur, et constituant une réserve de condensats provenant de la pulvérisation et de la condensation, ladite partie de sortie comportant d'une part un moyen  
10 de récupération de la suie par écrémage et un trop-plein assurant un niveau constant à ladite réserve de condensats, et d'autre part une sortie d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées vers une cheminée associée ;
- 15 . un système de neutralisation automatique des condensats en excès évacués à l'égout depuis ladite partie de sortie par un circuit d'évacuation associé ; et
- . un système de pompage permettant d'amener de l'eau de condensats de ladite partie de sortie à ladite partie d'entrée pour y être pulvérisée par  
20 ledit moyen de pulvérisation.

De préférence, la partie d'entrée, l'échangeur de chaleur, et la partie de sortie sont disposés dans une enceinte unique. On pourra cependant en variante prévoir plusieurs enceintes séparées.

- 25 Selon une caractéristique particulière, la disposition relative de la partie d'entrée, de l'échangeur de chaleur et de la partie de sortie est essentiellement verticale, ladite partie d'entrée se trouvant en partie haute dudit dispositif et ladite partie de sortie en partie basse. On pourra néanmoins prévoir une disposition différente, avec un agencement de la partie d'entrée et de l'échangeur de chaleur légèrement incliné par rapport  
30 à l'horizontale, et un agencement vertical de la partie de sortie pour constituer la réserve de condensats.

Avantageusement en outre, l'échangeur de chaleur est un échangeur vertical à contre-courant et à surfaces d'échange lisses, ledit échangeur pouvant être tubulaire ou à plaques.

De préférence encore, la partie d'entrée se présente sous la forme d'une boîte à fumées, au centre de laquelle est disposé le moyen de pulvérisation qui est de préférence réalisé sous la forme d'une rampe de pulvérisation produisant un cône d'eau que traversent les fumées chaudes et polluées arrivant dans ladite boîte à fumées.

Selon une autre caractéristique avantageuse, la partie de sortie comporte un entonnoir d'axe vertical relié au circuit d'évacuation des condensats en excès, ledit entonnoir permettant la récupération permanente de la suie par écrémage et faisant lui-même fonction de trop-plein pour la réserve de condensats. En particulier, l'entonnoir est disposé au voisinage de la sortie d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées, de façon à profiter de la poussée exercée par lesdites fumées sur la suie en surface.

De préférence alors, l'entonnoir est surmonté d'un couvercle de protection relié à la paroi de la partie de sortie et enveloppant le bord périphérique supérieur dudit entonnoir.

Avantageusement encore, le système de neutralisation automatique agit sur l'ensemble des condensats de la réserve contenue dans la partie inférieure, en étant piloté par un pH-mètre disposé à l'intérieur de ladite partie inférieure de façon à maintenir l'eau de condensats de ladite réserve à un pH voisin de 7, de sorte que les condensats en excès évacués à l'égout sont de facto neutralisés. En particulier, le système de neutralisation automatique est disposé à l'extérieur de la partie de sortie, et comporte un réservoir de produit neutralisant liquide et une pompe doseuse associée pilotée par le pH-mètre.

En variante du système précédent de neutralisation dans la masse, il est possible de prévoir que le système de neutralisation automatique agisse seulement sur les condensats en excès évacués à l'égout, après leur évacuation hors de la partie de sortie, et se présente alors sous la forme d'un neutralisateur que traversent lesdits condensats et en aval duquel est prévue une conduite d'évacuation à l'égout.

Selon encore une autre variante des systèmes précités de neutralisation, il est possible de prévoir un appareil de neutralisation, du type filtre avec réservoir de neutralisant, monté sur le circuit d'eau de

condensats à pulvériser, en amont ou en aval de la pompe utilisée pour la reprise des condensats depuis la partie de sortie vers la partie d'entrée.

De préférence encore, le système de pompage assurant la reprise des condensats depuis la partie de sortie vers la partie d'entrée est  
5 constitué par un circuit de reprise comportant successivement une pompe, une vanne de réglage et un débitmètre, pour se raccorder finalement au moyen de pulvérisation. En particulier, la pompe est disposée à l'extérieur de la partie de sortie, et agencée de façon à aspirer dans une zone calme de la réserve de condensats, de préférence au voisinage de la sortie  
10 d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées.

Selon une autre caractéristique particulière, les fumées chaudes et polluées sont forcées dans la partie d'entrée par un ventilateur de reprise des fumées monté sur la conduite de dérivation reliant ladite partie d'entrée à la cheminée de la chaudière ; en particulier, la conduite  
15 de dérivation est raccordée à la cheminée de la chaudière au niveau d'une ouverture décalée en hauteur par rapport à l'ouverture de ladite cheminée par laquelle arrivent les fumées de combustion. En variante, la pression nécessaire pour vaincre les pertes de charge pourra être assurée par le ventilateur du brûleur de la chaudière.

Selon un premier mode de réalisation, la sortie d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées est reliée à une conduite d'évacuation menant à une cheminée indépendante, différente de la cheminée de la chaudière. De préférence alors, la conduite d'évacuation comporte un séparateur de gouttelettes, dont la base de sortie est reliée à ladite  
20 conduite d'évacuation en amont dudit séparateur.

Selon une variante également intéressante, la sortie d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées est reliée à une conduite d'évacuation menant à la cheminée de la chaudière, le raccordement se faisant au niveau d'une ouverture notablement décalée en hauteur par  
30 rapport à l'ouverture de ladite cheminée servant au raccordement à la partie d'entrée, de sorte que les parties d'entrée et de sortie sont dans ce cas toutes deux montées en dérivation sur la cheminée de la chaudière.

Selon encore une autre variante, le dispositif est monté en série sur la cheminée, la sortie d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées étant reliée à une conduite d'évacuation menant à ladite cheminée au niveau d'une ouverture notablement décalée en hauteur par rapport à l'ouverture de celle-ci associée au raccordement de la partie d'entrée.

De préférence enfin, un circuit de récupération d'énergie est associé à l'échangeur de chaleur dans lequel les fumées réchauffent un circuit de fluide caloporteur, en particulier un circuit d'eau, dont l'entrée est à une température suffisamment basse pour récupérer la chaleur latente des fumées traversant ledit échangeur de chaleur.

Avantageusement dans ce cas, l'eau d'entrée est à une température inférieure à 55°C, et de préférence comprise entre 10°C et 45°C, sous forme d'une entrée unique, ou de plusieurs entrées décalées en hauteur pour avoir des niveaux thermiques différents, l'entrée correspondant à l'eau la plus froide étant dans ce cas la plus basse. De préférence en outre, l'eau de sortie est récupérée au niveau d'une sortie unique, ou de plusieurs sorties décalées en hauteur pour avoir des niveaux thermiques différents, la sortie correspondant à l'eau la plus chaude étant dans ce cas placée au point le plus haut.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre et des dessins annexés, concernant un mode de réalisation particulier de l'invention, en référence aux figures où :

- 25 - la figure 1 illustre en coupe un dispositif de traitement conforme à l'invention, avec ici un système de neutralisation automatique agissant sur toute la masse des condensats de la réserve, et une sortie des fumées refroidies et dépolluées reliée à un séparateur de gouttelettes menant à une cheminée indépendante ;
- 30 - la figure 2 illustre une variante du dispositif de la figure 1, dans laquelle le système de neutralisation automatique agit seulement sur les condensats en excès évacués à l'égout ;

- la figure 3 illustre une autre variante des dispositifs précités, dans laquelle la sortie des fumées refroidies et dépolluées est reliée à une conduite d'évacuation montée en dérivation sur la cheminée de la chaudière, pour une réinjection de ces fumées dans ladite cheminée ;
- 5 - la figure 4 illustre une variante du dispositif de la figure 3, avec un montage en série sur la cheminée de la chaudière.

La figure 1 illustre un dispositif 100 de traitement des fumées chaudes et polluées, notamment acides, conforme à l'invention, dispositif qui équipe une installation de chauffage de type industriel ou collectif 1.

10 L'installation de chauffage 1 comporte une chaudière 2 équipée d'un brûleur 3, dont la conduite d'évacuation des fumées 4 traverse un dépoussiéreur 5 de type conventionnel, en dessous duquel est prévu un bac de récupération des suies 6. Il est naturellement possible de prévoir une pluralité de tels dépoussiéreurs disposés en série sur la conduite

15 d'évacuation 4 des fumées de combustion, et raccordés à une cheminée de chaudière 7 au niveau d'une ouverture 8 de celle-ci. On distingue, à la base de la cheminée 7 une trappe 9 de visite, servant au ramonage du pied de cheminée.

Le dispositif de traitement 100 est raccordé à la cheminée de chaudière 7 par une conduite de dérivation 101, 102, passant ici par un ventilateur 103 de reprise de fumées, afin de forcer les fumées chaudes et polluées à l'entrée dudit dispositif. Le ventilateur de reprise des fumées 103 sera la plupart du temps avantageux, mais un tel ventilateur n'est pas

20 absolument obligatoire, étant entendu que l'on pourra en variante utiliser le ventilateur du brûleur 3 de la chaudière 2. La conduite de dérivation 101 est raccordée à la cheminée 7 de la chaudière au niveau d'une ouverture 160, qui est de préférence décalée en hauteur par rapport à l'ouverture 8 de ladite cheminée par laquelle arrivent les fumées de combustion.

Dans le cas d'une installation du type illustré ici, les pertes de charge à vaincre pour parvenir dans le dispositif de traitement 100 sont

30 relativement importantes, de sorte que le ventilateur 103 apparaît tout à fait recommandé. Les fumées chaudes et polluées, notamment acides, arrivent ainsi dans la conduite 102, à une température de l'ordre de 240°C, et plus généralement à une température comprise sensiblement entre 220

35 et 280°C.

Le dispositif de traitement 100 comporte tout d'abord une partie d'entrée 104, qui est ici montée en dérivation sur la cheminée de la chaudière (conduites 101 et 102), et dans laquelle sont forcées les fumées chaudes et polluées. Cette partie d'entrée 104 se présente ici sous la forme  
5 d'une boîte à fumées au centre de laquelle est disposé un moyen de pulvérisation 108 servant à refroidir et humidifier les fumées chaudes et polluées arrivant par la conduite 102. Ce moyen de pulvérisation est de préférence réalisé sous la forme d'une rampe de pulvérisation produisant un cône de liquide 109 que doivent traverser les fumées chaudes et polluées  
10 arrivant dans la boîte à fumées. Ainsi, les fumées arrivant sur le cône d'eau 109 à une température située entre 220 et 280°C, traversent nécessairement ledit cône de liquide, ce qui a pour effet tout d'abord d'abaisser la température de ces fumées, mais aussi de diluer l'acide sulfurique qu'elles contiennent, et également d'entraîner la suie en suspension par les  
15 gouttelettes de liquide. On reviendra ultérieurement sur la structure du circuit associé au moyen de pulvérisation 108, ledit circuit étant ici un circuit fermé pour avoir un fonctionnement autonome et continu du dispositif de traitement 100.

En aval de la partie d'entrée 104, on trouve un échangeur de  
20 chaleur 105, dont le primaire est parcouru par les fumées lavées et saturées d'eau, et dont le secondaire est parcouru par un fluide caloporteur. L'échangeur de chaleur 105 est de préférence à contre-courant et à surfaces d'échange lisses de façon à favoriser le glissement. Un tel échangeur de chaleur pourra être tubulaire ou à plaques : on a ici illustré  
25 schématiquement un échangeur tubulaire, dont on distingue deux tubes 106. On distingue également sur la figure 1 une entrée de fluide caloporteur 110, prévue en partie basse de l'échangeur de chaleur 105, et une sortie de fluide 111, prévue en partie haute dudit échangeur. Bien que cela ne soit pas illustré ici, il sera naturellement possible de prévoir plusieurs entrées  
30 de fluide et/ou plusieurs sorties de fluide, décalées en hauteur pour avoir des niveaux thermiques différents : avec plusieurs entrées décalées, l'entrée correspondant à l'eau la plus froide sera alors la plus basse, et, avec plusieurs sorties décalées, la sortie correspondant à l'eau la plus chaude sera placée au point le plus haut. On reviendra ultérieurement sur les  
35 températures concernées du fluide caloporteur, en association avec un

circuit de récupération d'énergie 150, schématisé ici sous la forme d'un rectangle en traits mixtes.

On comprend aisément que l'acide sulfurique contenu dans les fumées parvenant dans la partie d'entrée 104 du dispositif de traitement  
5 100 est immédiatement dilué en traversant le cône de liquide 109, donc avant de parvenir aux surfaces d'échange. Cette condensation très rapide, dès l'entrée en partie supérieure de l'échangeur de chaleur, permet d'éviter la formation d'un front d'acide. En effet, l'entrée des tubes de l'échangeur de chaleur 105 présente sur ses parois des gouttelettes d'eau et d'acide  
10 dilué non dangereux, ces gouttelettes d'eau ayant en outre pour effet d'améliorer notablement le coefficient d'échange.

De ce fait, les fumées traversant l'échangeur de chaleur 105 sont considérablement refroidies, et on s'arrange pour régler l'installation de telle façon que la température des fumées à l'entrée de l'échangeur soit  
15 voisine de 60°C, ou légèrement supérieure à cette température, qui correspond au point de rosée du mélange fumée-eau (on a en effet ainsi environ 100 % d'humidité relative). Les moyens permettant ce réglage seront décrits plus loin, en référence au système de pompage équipant le dispositif de traitement 100.

20 Le dispositif de traitement 100 comporte, en aval de l'échangeur de chaleur 105, une partie de sortie 107 situant une réserve de condensats 112 provenant de la pulvérisation et de la condensation. Cette partie de sortie 107 comporte un moyen 114 de récupération de la suie par écrémage et un trop-plein assurant un niveau constant à la réserve de  
25 condensats, et elle comporte également une sortie 140 d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées vers une cheminée associée.

Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 1, la partie d'entrée 104, d'échangeur de chaleur 105, et la partie de sortie 107 sont disposées dans une enceinte unique 113. Il va de soi cependant que l'on  
30 pourra prévoir une succession d'enceintes différentes pour chacun de ces constituants du dispositif de traitement 100. En outre, la disposition relative de la partie d'entrée 104, de l'échangeur de chaleur 105, et de la partie de sortie 107 est ici essentiellement verticale, ladite partie d'entrée se trouvant en partie haute du dispositif de traitement, et ladite partie de

sortie en partie basse. Une telle disposition verticale est préférée, mais ne constitue cependant qu'un exemple dans le cadre de l'invention, étant entendu que l'on pourra prévoir une disposition différente, avec par exemple un agencement de la partie d'entrée et de l'échangeur de chaleur  
5 légèrement incliné par rapport à l'horizontale, et un agencement vertical de la partie de sortie pour constituer la réserve de condensats. L'échangeur de chaleur 105 est en l'espèce un échangeur vertical, de préférence à contre-courant et à surfaces d'échange lisses, ainsi que cela a été dit plus haut. L'enceinte 113 du dispositif de traitement 100, repose alors sur des  
10 organes de support tels que 166 maintenant ladite enceinte au-dessus du sol S.

La partie de sortie 107 comporte ici un entonnoir 114 d'axe vertical, cet entonnoir étant relié à un circuit d'évacuation des condensats en excès 115 correspondant à une évacuation à l'égout. L'entonnoir 114  
15 permet de récupérer aisément, et de façon permanente, la suie (couche jaunâtre du fait des traces de soufre et noirâtre du fait des traces de carbone) flottant en surface (plan 116) de la réserve de condensats 112, cette récupération se faisant par écrémage. L'entonnoir 114 remplit également une fonction de trop-plein pour la réserve de condensats 112, ce  
20 qui évite d'avoir à prévoir un organe séparé de trop-plein. Il est également intéressant de prévoir que l'entonnoir 114 soit disposé au voisinage de la sortie 140 d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées, de façon à profiter de la poussée exercée par ces fumées sur la suie en surface 116 (les courants de fumées sont ici schématisés par quelques flèches allant en  
25 direction de la sortie 140). Il est également avantageux de prévoir que l'entonnoir 114 soit surmonté d'un couvercle ou capot de protection 117, relié à la paroi de la partie de sortie 107, ledit couvercle enveloppant le bord périphérique supérieur de l'entonnoir 114 : ce couvercle permet ainsi de préserver le calme de la zone voisine du bord supérieur de l'entonnoir,  
30 et évite une action défavorable des gouttelettes d'eau qui pourraient faire couler la suie au fond de la réserve de condensats, alors que les suies ont tendance à flotter en surface au niveau du plan de condensats 116. La partie de sortie 107 est par ailleurs ici équipée d'un hublot d'observation 118, permettant une inspection visuelle du niveau de la réserve de  
35 condensats.

Conformément à une autre caractéristique importante de l'invention, le dispositif de traitement 100 comporte un système 120 de neutralisation automatique des condensats en excès évacués à l'égout depuis la partie de sortie 107 par le circuit d'évacuation associé 115.

5 Sur le mode de réalisation illustré en figure 1, le système de neutralisation automatique 120 est un système agissant sur l'ensemble des condensats de la réserve contenue dans la partie inférieure 107. Il s'agit donc ici d'une neutralisation globale, permettant d'amener l'ensemble des condensats de la réserve à un pH voisin de 7. Le système de neutralisation  
10 automatique 120 est alors piloté par un pH-mètre 123 disposé à l'intérieur de la partie inférieure 107, de façon à maintenir l'eau de condensats de ladite réserve au pH désiré. De ce fait, étant donné que l'ensemble des condensats de la réserve est neutralisé par le système automatique, cela est naturellement de facto vrai pour les condensats en excès qui sont évacués à  
15 l'égout par l'intermédiaire de l'entonnoir 114 et du circuit d'évacuation associé 115. En l'espèce, le système de neutralisation automatique 120 est disposé à l'extérieur de la partie de sortie 107, et comporte un réservoir 121 de produit neutralisant le liquide (il pourra s'agir d'une base telle que de la soude), et une pompe doseuse associée 122 pilotée par le pH-mètre  
20 123 précité.

Conformément à la variante illustrée en figure 2, le dispositif de traitement 100 peut comporter un système de neutralisation automatique agissant seulement sur les condensats en excès évacués à l'égout. Le dispositif de traitement 100 illustré en figure 2, par ailleurs essentiel-  
25 lement identique au dispositif de la figure 1, comporte ainsi un système de neutralisation automatique 120' intervenant en aval de la canalisation d'évacuation 115, et donc seulement sur les condensats en excès évacués : on utilise alors un neutralisateur 124 que traversent les condensats, en aval duquel est enfin prévue une conduite 125 d'évacuation à l'égout. Les  
30 condensats en excès évacués par l'entonnoir 114 et parvenant dans la conduite 115 présentent un pH de l'ordre de 3,5, mais, après leur passage dans le neutralisateur 124, leur pH est ramené au voisinage de 7 avant qu'ils soient évacués à l'égout. On assure ainsi la neutralisation automatique des rejets de condensats et de la suie provenant des lavages de fumées.

Il est encore possible de prévoir encore une autre variante (non illustrée ici) des deux systèmes précités de neutralisation, en utilisant un appareil de neutralisation, du type filtre avec réservoir de neutralisant, monté sur le circuit d'eau de condensats à pulvériser, en amont ou en aval  
5 de la pompe utilisée pour la reprise des condensats depuis la partie de sortie vers la partie d'entrée.

Conformément à une autre caractéristique importante de l'invention, le dispositif de traitement 100 comporte en outre un système  
10 130 de pompage permettant d'amener de l'eau de condensats de la partie de sortie 107 à la partie d'entrée 104 pour y être pulvérisée par le moyen de pulvérisation 108. Le système de pompage illustré sur les figures 1 et 2, assurant la reprise des condensats depuis la partie de sortie 107 vers la partie d'entrée 104, est ici constitué par un circuit de reprise 134  
15 comportant successivement une pompe 131, une vanne de réglage 132, et un débitmètre 133, pour se raccorder finalement au moyen de pulvérisation 108 en partie haute du dispositif de traitement 100. La pompe 131 est de préférence disposée à l'extérieur de la partie de sortie 107, et agencée de façon à aspirer dans une zone calme de la réserve de condensats 112, de préférence au voisinage de la sortie 140 d'évacuation des fumées refroidies  
20 et dépolluées. Le raccordement de la pompe 131 à la partie de sortie 107 sera de préférence disposé à un niveau suffisamment éloigné du plan de condensats 116 qui correspond à la couche flottante des suies résiduelles. La vanne de réglage 132 et le débitmètre 133 sont les organes qui permettent de régler l'installation pour avoir une température des fumées refroidies légèrement supérieure à 60°C : en conservant une température  
25 voisine ou légèrement supérieure au point de rosée du mélange fumée-eau, on est ainsi assuré d'éviter toute concentration d'acide en partie haute de l'échangeur de chaleur 105.

La sortie 140 d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées  
30 est reliée à une conduite d'évacuation 141 menant à une cheminée qui, dans le mode de réalisation de la figure 1, est une cheminée indépendante 144, différente de la cheminée 7 de la chaudière. De préférence alors, la conduite d'évacuation 141 comporte un séparateur de gouttelettes 142, dont la base de sortie est reliée par une conduite de recyclage 143 à la conduite  
35 d'évacuation 141, en amont dudit séparateur.

Le dispositif de traitement 100 illustré en figure 1 prévoit ainsi un rejet séparé des fumées refroidies et dépolluées, rejet allant directement à l'atmosphère.

Il est cependant possible de prévoir en variante une réinjection de ces fumées refroidies et dépolluées directement dans la cheminée de la chaudière : une telle variante est illustrée sur la figure 3.

Le dispositif de traitement représenté en figure 3, par ailleurs identique à celui de la figure 1, s'en distingue précisément par la présence d'une conduite d'évacuation 141', à laquelle est reliée la sortie 140 d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées, ladite conduite d'évacuation menant dans ce cas directement à la cheminée 7 de la chaudière. Le raccordement se fait alors au niveau d'une ouverture 161 qui est notablement décalée en hauteur par rapport à l'ouverture 160 de la cheminée 7 servant au raccordement à la partie d'entrée 104 : pour une telle variante, les parties d'entrée 104 et de sortie 107 sont toutes deux montées en dérivation sur la cheminée 7 de la chaudière.

La disposition en dérivation totale illustrée en figure 3 présente plusieurs avantages qui sont indiqués ci-après. Tout d'abord, on ne perturbe pas la combustion, dans la mesure où la perte de charge est compensée par le ventilateur 103. Un autre avantage important réside dans le fait que l'on peut passer à grande vitesse, c'est-à-dire de l'ordre de 10 à 15 m/s, et de ce fait éviter tout collage de la suie sur les parois de l'échangeur 105.

Une disposition en série est également prévue dans le cadre de l'invention, comme illustré sur la figure 4 : le dispositif 100 est alors monté en série sur la cheminée 7, la sortie 140 d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées étant là encore reliée à la conduite d'évacuation 141', menant à une ouverture 161 de la cheminée notablement décalée en hauteur par rapport à l'ouverture 160 de celle-ci associée au raccordement de la partie d'entrée 104 (le montage en série illustré sur la figure 4 se distingue ainsi du montage en dérivation illustré sur la figure 3 seulement par la suppression de la portion de cheminée qui joignait les ouvertures 160 et 161).

Il convient de noter que, dans le cas où la température des fumées refroidies et dépolluées reste inférieure à une température de l'ordre de 30°C, il n'y a naturellement aucun risque de condensation dans la cheminée, et il suffit alors d'ouvrir le pied de cheminée pour faire de la dilution. Mais, lorsque la température des fumées dépasse 30°C, ce qui est en général le cas pour une installation du type décrit ici, le conduit s'imbibe légèrement, mais alors toute l'humidité entraînée est sous forme de vapeur condensée, qui est donc a priori peu agressive car déjà neutralisée et diluée : de ce fait, le risque réel de corrosion du tubage que l'on peut prévoir pour la protection de la cheminée est alors extrêmement faible.

Enfin, outre l'absence de perturbations de l'installation existante, le montage en dérivation précité permet d'éviter toute conséquence néfaste d'un incident sur le dispositif de traitement, dans la mesure où un tel incident ne risque pas d'entraîner un arrêt de la chaudière.

Dans tous les cas, il est par ailleurs avantageux de prévoir un circuit de récupération d'énergie 150 associé à l'échangeur de chaleur 105, avec en particulier un circuit d'eau, dont l'entrée 110 est à une température suffisamment basse pour récupérer la chaleur latente des fumées traversant ledit échangeur de chaleur. En particulier, l'eau d'entrée sera à une température inférieure à 55°C, et de préférence comprise entre 10 et 45°C : ainsi que cela a été dit plus haut, plusieurs tubulures d'entrée d'eau peuvent être prévues pour avoir des niveaux thermiques différents (l'entrée correspondant à l'eau la plus froide étant la plus basse, en particulier placée aussi près que possible de la sortie de fumées). L'eau de sortie (sortie 111) est alors récupérée au niveau d'une sortie unique, ou encore de plusieurs sorties décalées en hauteur si l'on veut des niveaux de thermique différents (dans ce dernier cas, la sortie correspondant à l'eau la plus chaude sera placée au point le plus haut). Le mode de réalisation illustré ici comporte une sortie unique 111, permettant de récupérer l'eau à une température de l'ordre de 45 à 55°C lorsque l'eau d'entrée est à une température comprise entre 35 et 45°C.

Le débit minimum de fluide caloporteur irriguant l'échangeur doit par ailleurs être suffisant pour évacuer les calories, et pour que l'installation présente un rendement satisfaisant. Le débit de la pompe 131 alimentant le système de pulvérisation sera ajusté en fonction du débit de fumées, et donc de la puissance de la chaudière, de façon à refroidir les fumées provenant de la chaudière à une température d'environ 60°C avant l'entrée dans l'échangeur 105 : ce débit est donc normalement relativement faible.

Il convient par ailleurs de noter un résultat surprenant pour l'homme de l'art, selon lequel il est possible de garder une surface d'échange constante pour l'échangeur de chaleur malgré le lavage des fumées et l'abaissement de la température desdites fumées. On sait en effet que la puissance obtenue P est donnée par la formule :

$$P = k \times S \times \Delta\theta ,$$

dans laquelle k est un facteur dépendant du coefficient de convection vapeur / métal, du coefficient de convection métal / eau, de l'épaisseur des tubes, du coefficient de conductibilité du métal, et du coefficient d'encrassement, S représente la surface d'échange ramenée à l'extérieur du tube, et  $\Delta\theta$  l'écart moyen logarithmique des températures. Pour les économiseurs d'énergie connus, montés directement sur la cheminée de la chaudière, le fluide caloporteur passe de 40 à 45°C par suite d'un échange avec les fumées se refroidissant d'une température d'entrée de 220°C à une température de sortie de l'ordre 45°C : ceci conduit à un écart moyen logarithmique de l'ordre de 47°C. Par contre, dans le cadre de l'installation conforme à l'invention, on obtient un écart moyen logarithmique de l'ordre de 9°, ce qui semblerait a priori diviser sensiblement par cinq la puissance que l'on pourrait obtenir : cependant, le coefficient de convection vapeur / métal (avec condensation) est très largement meilleur que le coefficient de convection gaz / métal, de sorte que le facteur k précité est au moins multiplié par cinq. De ce fait, et de façon tout à fait surprenante, le lavage des fumées et l'abaissement de la température desdites fumées n'obligent pas à prévoir une surface d'échange plus importante comme on aurait pu le croire, mais permet de garder une surface d'échange constante par rapport aux échangeurs existants, ce qui constitue naturellement un avantage considérable.

Il convient incidemment de noter que, grâce à la présence de surfaces d'échange lisses, des gouttelettes se reforment sans arrêt, ce qui est un facteur supplémentaire jouant en faveur de la qualité de l'échange, car ces gouttelettes favorisent la formation de turbulences dans l'échangeur.

5  
Finalement, le dispositif de traitement selon l'invention permet une élimination quasi totale des pluies d'acide sulfurique et une élimination totale de la suie ; il permet en outre d'éviter les rejets acides de condensats. Enfin, il permet une récupération d'énergie tout à fait satisfaisante, et en tout cas largement supérieure à celle que l'on pouvait obtenir avec les économiseurs connus mentionnés plus haut.

10  
Le dispositif de traitement pourra encore être complété par un système, monté en aval, de réchauffage et d'humidification de l'air de combustion du brûleur (effet de "pompe à vapeur"), ce qui permet d'améliorer encore la dépollution en éliminant ainsi entre 50 et 60 % des  $\text{NO}_x$  produits par la combustion du fuel.

15  
L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits, mais englobe au contraire toute variante reprenant, avec des moyens équivalents, les caractéristiques essentielles indiquées plus haut.

25

30

## REVENDEICATIONS

1/ Dispositif de traitement des fumées chaudes et polluées, notamment acides, qui proviennent de la combustion du fuel dans une chaudière industrielle ou de chauffage urbain, et qui passent dans un dépoussiéreur avant d'être évacuées par une cheminée, ledit dispositif étant caractérisé par le fait qu'il comporte :

- 5 . une partie d'entrée (104) montée en dérivation ou en série sur la cheminée de la chaudière, et dans laquelle sont forcées les fumées chaudes et polluées, ladite partie d'entrée comportant un moyen de pulvérisation d'eau (108) pour refroidir et humidifier ces fumées ;
- 10 . un échangeur de chaleur (105) disposé en aval de ladite partie d'entrée (104), dont le primaire est parcouru par les fumées lavées et saturées d'eau, et dont le secondaire est parcouru par un fluide caloporteur ;
- 15 . une partie de sortie (107) disposée en aval dudit échangeur de chaleur (105), et constituant une réserve de condensats (112) provenant de la pulvérisation et de la condensation, ladite partie de sortie comportant d'une part un moyen (114) de récupération de la suie par écrémage et un trop-plein assurant un niveau constant à ladite réserve de condensats, et
- 20 d'autre part une sortie (140) d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées vers une cheminée associée ;
- . un système (120) de neutralisation automatique des condensats en excès évacués à l'égout depuis ladite partie de sortie (107) par un circuit d'évacuation associé (115) ; et
- 25 . un système (130) de pompage permettant d'amener de l'eau de condensats de ladite partie de sortie (107) à ladite partie d'entrée (104) pour y être pulvérisée par ledit moyen de pulvérisation (108).

2/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la partie d'entrée (104), l'échangeur de chaleur (105), et la partie de

30 sortie (107) sont disposés dans une enceinte unique (113).

3/ Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que la disposition relative de la partie d'entrée (104), de l'échangeur de chaleur (105) et de la partie de sortie (107) est essentiellement verticale, ladite partie d'entrée se trouvant en partie haute dudit dispositif

35 et ladite partie de sortie en partie basse.

4/ Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait que l'échangeur de chaleur (105) est un échangeur vertical à contre-courant et à surfaces d'échange lisses, ledit échangeur pouvant être tubulaire ou à plaques.

5  
10  
5/ Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que la partie d'entrée (104) se présente sous la forme d'une boîte à fumées, au centre de laquelle est disposé le moyen de pulvérisation (108) qui est de préférence réalisé sous la forme d'une rampe de pulvérisation produisant un cône d'eau (109) que traversent les fumées chaudes et polluées arrivant dans ladite boîte à fumées.

15  
6/ Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que la partie de sortie (107) comporte un entonnoir (114) d'axe vertical relié au circuit d'évacuation des condensats en excès (115), ledit entonnoir permettant la récupération permanente de la suie par écrémage et faisant lui-même fonction de trop-plein pour la réserve de condensats (112).

20  
7/ Dispositif selon la revendication 6, caractérisé par le fait que l'entonnoir (114) est disposé au voisinage de la sortie (140) d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées, de façon à profiter de la poussée exercée par lesdites fumées sur la suie en surface (116).

8/ Dispositif selon la revendication 6 ou 7, caractérisé par le fait que l'entonnoir (114) est surmonté d'un couvercle de protection (117) relié à la paroi de la partie de sortie (107) et enveloppant le bord périphérique supérieur dudit entonnoir.

25  
30  
9/ Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que le système de neutralisation automatique (120) agit sur l'ensemble des condensats de la réserve contenue dans la partie inférieure (107), en étant piloté par un pH-mètre (123) disposé à l'intérieur de ladite partie inférieure de façon à maintenir l'eau de condensats de ladite réserve à un pH voisin de 7, de sorte que les condensats en excès évacués à l'égout sont de facto neutralisés.

10/ Dispositif selon la revendication 9, caractérisé par le fait que le système de neutralisation automatique (120) est disposé à l'extérieur de la partie de sortie (107), et comporte un réservoir (121) de produit neutralisant liquide et une pompe doseuse associée (122) pilotée par le  
5 pH-mètre (123).

11/ Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que le système de neutralisation automatique (120') agit seulement sur les condensats en excès évacués à l'égout, après leur évacuation hors de la partie de sortie (107), et se présente sous la forme  
10 d'un neutralisateur (124) que traversent lesdits condensats et en aval duquel est prévue une conduite (125) d'évacuation à l'égout.

12/ Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé par le fait que le système de pompage (130) assurant la reprise des condensats depuis la partie de sortie (107) vers la partie d'entrée (104) est  
15 constitué par un circuit de reprise (134) comportant successivement une pompe (131), une vanne de réglage (132) et un débitmètre (133), pour se raccorder finalement au moyen de pulvérisation (108).

13/ Dispositif selon la revendication 12, caractérisé par le fait que la pompe (131) est disposée à l'extérieur de la partie de sortie (107), et  
20 agencée de façon à aspirer dans une zone calme de la réserve de condensats, de préférence au voisinage de la sortie (140) d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées.

14/ Dispositif selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé par le fait que les fumées chaudes et polluées sont forcées dans la partie  
25 d'entrée par un ventilateur (103) de reprise des fumées monté sur la conduite de dérivation (101, 102) reliant ladite partie d'entrée à la cheminée (7) de la chaudière.

15/ Dispositif selon la revendication 14, caractérisé par le fait que la conduite de dérivation (101) est raccordée à la cheminée (7) de la  
30 chaudière au niveau d'une ouverture (160) décalée en hauteur par rapport à l'ouverture (8) de ladite cheminée par laquelle arrivent les fumées de combustion.

5 16/ Dispositif selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé par le fait que la sortie (140) d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées est reliée à une conduite d'évacuation (141) menant à une cheminée indépendante (144), différente de la cheminée (7) de la chaudière.

17/ Dispositif selon la revendication 16, caractérisé par le fait que la conduite d'évacuation (141) comporte un séparateur de gouttelettes (142), dont la base de sortie est reliée à ladite conduite d'évacuation en amont dudit séparateur.

10 18/ Dispositif selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé par le fait que la sortie (140) d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées est reliée à une conduite d'évacuation (141') menant à la cheminée (7) de la chaudière, le raccordement se faisant au niveau d'une ouverture (161) notablement décalée en hauteur par rapport à l'ouverture  
15 (160) de ladite cheminée servant au raccordement à la partie d'entrée (104), de sorte que les parties d'entrée (104) et de sortie (107) sont toutes deux montées en dérivation sur la cheminée (7) de la chaudière.

19/ Dispositif selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé par le fait qu'il est monté en série sur la cheminée (7), la sortie (140)  
20 d'évacuation des fumées refroidies et dépolluées étant reliée à une conduite d'évacuation (141') menant à ladite cheminée au niveau d'une ouverture (161) notablement décalée en hauteur par rapport à l'ouverture (160) de celle-ci associée au raccordement de la partie d'entrée (104).

20/ Dispositif selon l'une des revendications 1 à 19, caractérisé  
25 par le fait qu'un circuit de récupération d'énergie (150) est associé à l'échangeur de chaleur (105) dans lequel les fumées réchauffent un circuit de fluide caloporteur, en particulier un circuit d'eau, dont l'entrée (110) est à une température suffisamment basse pour récupérer la chaleur latente des fumées traversant ledit échangeur de chaleur.

30 21/ Dispositif selon la revendication 20, caractérisé par le fait que l'eau d'entrée (entrée 110) est à une température inférieure à 55°C, et de préférence comprise entre 10°C et 45°C, sous forme d'une entrée unique, ou de plusieurs entrées décalées en hauteur pour avoir des niveaux

thermiques différents, l'entrée correspondant à l'eau la plus froide étant dans ce cas la plus basse.

22/ Dispositif selon la revendication 20 ou 21, caractérisé par le fait que l'eau de sortie (sortie 111) est récupérée au niveau d'une sortie  
5 unique, ou de plusieurs sorties décalées en hauteur pour avoir des niveaux thermiques différents, la sortie correspondant à l'eau la plus chaude étant dans ce cas placée au point le plus haut.

10

15

20

25

30

FIG\_1

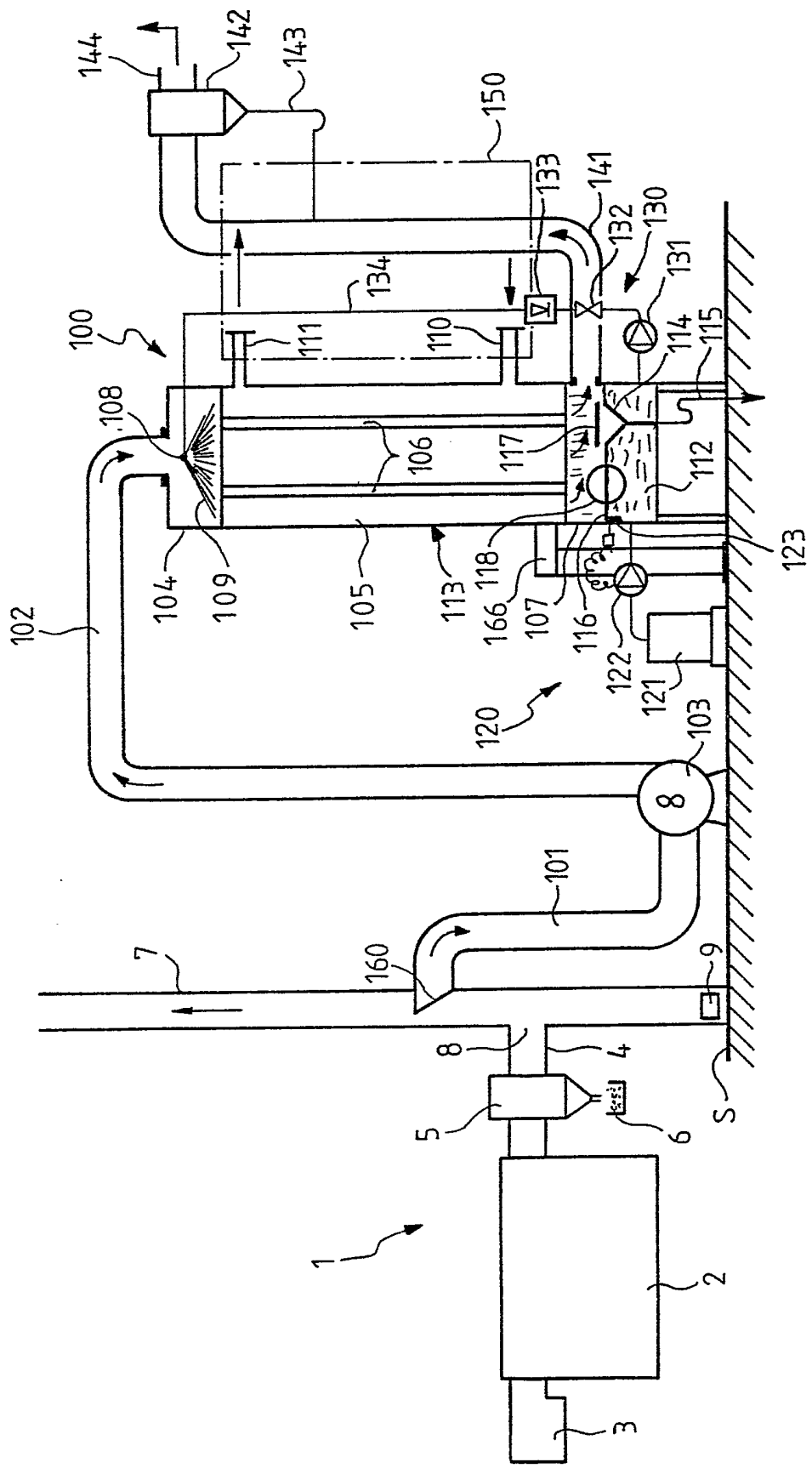
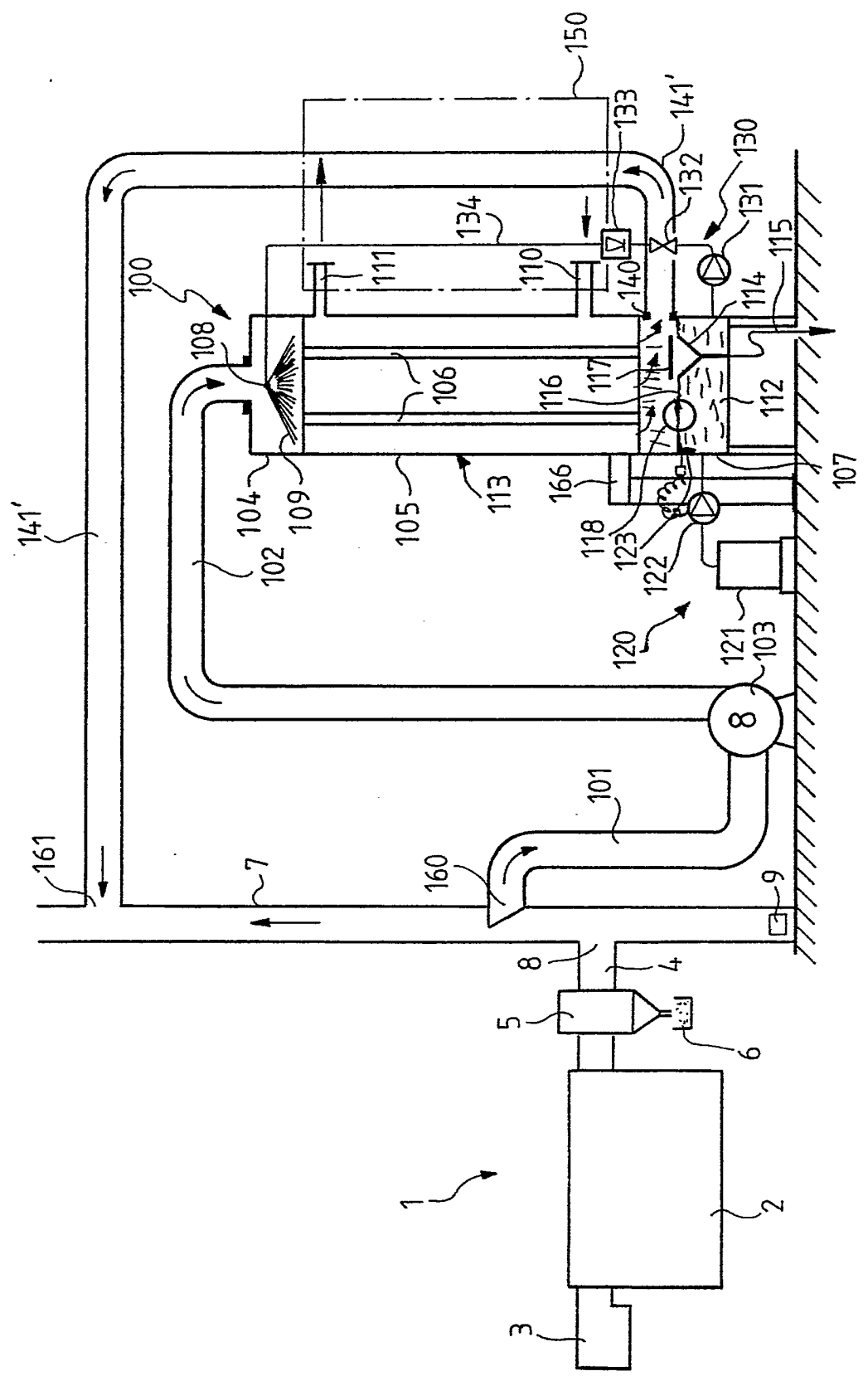




FIG-3



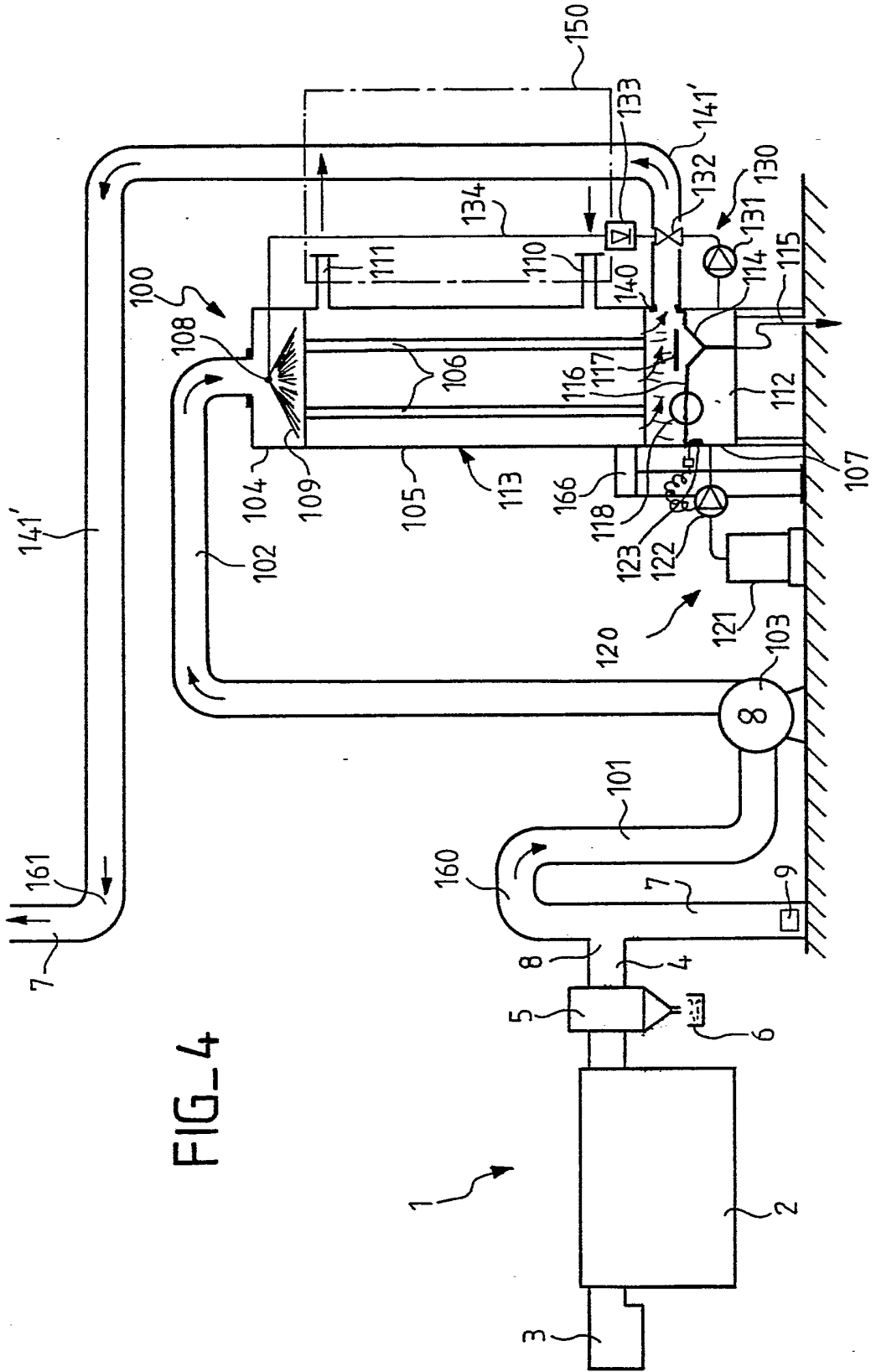


FIG-4

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FR 9107437  
FA 458503  
Page 1

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	DE-A-3 734 292 (WESTERMARK)  * colonne 2, ligne 54 - colonne 3, ligne 34 * * colonne 3, lignes 41 - 53 * * colonne 4, lignes 12 - 46, 55 - 61 * * colonne 5, lignes 28 - 39 * * colonne 5, ligne 64 - colonne 6, ligne 1 * * résumé; figure 1 * ---	1, 2, 3, 4, 20, 21, 22
A	EP-A-0 165 224 (BOUGARD)  * page 16, ligne 10 - page 17, ligne 11 * * page 18, ligne 16 - page 19, ligne 9 * * figures 4, 5 * ---	1, 2, 3, 4, 20
A	US-A-4 284 609 (DEVRIES)  * colonne 5, ligne 53 - colonne 6, ligne 14 * * colonne 6, ligne 43 - colonne 8, ligne 36 * * figures 3, 4 * ---	1, 2, 3, 4, 14, 20
A	FR-A-2 592 812 (SOBEA)  * page 2, lignes 27 - 36 * * page 3, lignes 17 - 26 * * page 4, lignes 4 - 36 * * page 8, ligne 10 - page 9, ligne 18 * * figures 1-3 * ---	1, 2, 3, 4, 20
A	DE-A-3 014 481 (WALSER) * page 11, dernier alinéa - page 12, ligne 17 * * page 13, dernier alinéa - page 14, ligne 7 * * page 15, lignes 9 - 18 * * figures 1, 2 * ---	1, 12, 20
A	EP-A-0 264 907 (GEISLER) * colonne 4, lignes 4 - 8 * * colonne 4, ligne 47 - colonne 5, ligne 17 * * figures 1, 2 * ---	1, 11
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
26 FEVRIER 1992		PHOA Y. E.
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul  Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général  O : divulgation non-écrite  P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention  E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.  D : cité dans la demande  L : cité pour d'autres raisons  .....  &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FR 9107437  
FA 458503  
Page 2

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	CH-A-671 710 (HEIERLI) * page 4, colonne de droite, lignes 33 - 50 * * figure 1 *	1, 10
A	US-A-4 212 656 (LUBE)	
A	WO-A-8 707 701 (JYDSK VARMEKEDELFABRIK)	
A	FR-A-2 486 202 (HEAT EXTRACTOR)	
		<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)</b>
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
26 FEVRIER 1992		PHOA Y. E.
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul  Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général  O : divulgation non-écrite  P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention  E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.  D : cité dans la demande  L : cité pour d'autres raisons  .....  &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)