

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Installation de production d'eau chaude sanitaire comprenant au moins une chaudière et une pompe à chaleur.

②② Date de dépôt : 03.12.21.

③⑦ Priorité :

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *ELECTRICITE DE FRANCE Société
anonyme — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 09.06.23 Bulletin 23/23.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 08.12.23 Bulletin 23/49.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : BEUCHER Yannick et RADULESCU
Mihai.

⑦③ Titulaire(s) : ELECTRICITE DE FRANCE Société
anonyme.

⑦④ Mandataire(s) : REGIMBEAU.

FR 3 130 016 - B1



Description

Titre de l'invention : Installation de production d'eau chaude sanitaire comprenant au moins une chaudière et une pompe à chaleur

DOMAINE DE L'INVENTION

- [0001] L'invention se situe dans le domaine des installations de production d'eau chaude sanitaire.
- [0002] La présente invention concerne plus spécifiquement l'optimisation du rendement des chaudières à combustible, par exemple des chaudières à gaz ou des chaudières à fioul, utilisées dans de telles installations.
- [0003] Une telle installation peut également permettre le chauffage d'un fluide, (notamment de l'eau), circulant dans un circuit de chauffage annexe comprenant des éléments chauffants.

ETAT DE LA TECHNIQUE

- [0004] On connaît dans l'état de la technique les chaudières classiques ou « chaudières atmosphériques ».
- [0005] Un exemple de réalisation d'une telle chaudière classique est représenté sur la [Fig.1] jointe.
- [0006] Cette chaudière, référencée 1, comprend une enceinte 10, délimitant une chambre de combustion 11.
- [0007] Un brûleur à combustible 110 et un échangeur de chaleur 111 dit « principal » sont disposés à l'intérieur de la chambre de combustion 11. Le brûleur à combustible 110 est par exemple un brûleur à gaz ou un brûleur à fioul.
- [0008] Enfin, l'enceinte 10 est munie d'une cheminée 13 d'évacuation des fumées issues de la combustion du combustible.
- [0009] L'échangeur de chaleur principal 111 comprend une entrée 112 et une sortie 113, l'entrée 112 étant raccordée à l'entrée 14 de la chaudière et la sortie 113 étant raccordée à la sortie 15 de la chaudière 1.
- [0010] Le fluide à chauffer (par exemple l'eau chaude sanitaire) pénètre dans la chaudière 1 par l'entrée 14, circule à l'intérieur de l'échangeur de chaleur principal 111 et en ressort réchauffé par la sortie 15 (trajet matérialisé par les flèches F1).
- [0011] Inversement, les gaz chauds produits par le brûleur 110 circulent à contre-courant du fluide à chauffer (trajet matérialisé par les flèches F2). Les gaz chauds réchauffent le fluide circulant dans l'échangeur principal 111 puis les fumées issues de cette combustion s'échappent par la cheminée 13.
- [0012] La combustion du combustible produit des fumées qui contiennent majoritairement

de la vapeur d'eau et du CO₂ et de l'azote (N₂).

- [0013] Cette vapeur d'eau contient de la chaleur qui peut être divisée en deux parties, la chaleur dite « sensible » et la chaleur dite « latente ».
- [0014] La chaleur sensible correspond à la chaleur due à la variation de température entre la température des fumées (par exemple 130°C environ) et la température ambiante (par exemple 10°C environ). La chaleur « latente » ou « chaleur de changement de phase », est celle qui est libérée lorsque l'eau passe de son état gazeux ou vapeur, à l'état liquide, sous forme de gouttes d'eau.
- [0015] Au contact d'un corps plus froid, la fumée échange sa chaleur, en réchauffant ainsi le corps et en se refroidissant en même temps. Au début, la vapeur cède sa chaleur sensible et se refroidit. En deçà d'une certaine température, dite « température de rosée », l'eau contenue dans les fumées se condense et libère ainsi sa chaleur latente. Celle-ci est bien plus importante que sa chaleur sensible (à titre d'exemple la chaleur latente contenue dans 1 kg de vapeur se condensant est la même que la chaleur sensible de 100 kg de vapeur se refroidissant de 10°C).
- [0016] Pour récupérer cette chaleur latente, il faut donc refroidir ces fumées jusqu'à la température de rosée de la vapeur d'eau contenue dans ces fumées. Dans le cas de fumées issues de la combustion de gaz naturel, cette température de rosée est de l'ordre de 57°C (et elle est de 47°C pour le fioul).
- [0017] Une grande partie des chaudières utilisées pour la production d'eau chaude sanitaire sont des chaudières de type classique. Ces chaudières n'arrivent pas à refroidir les fumées de combustion suffisamment pour atteindre la température de rosée et faire condenser la vapeur d'eau dans les fumées. En effet, l'eau sanitaire à réchauffer circule dans l'échangeur 111 avec un débit élevé et le brûleur 110 est réglé pour chauffer fortement cette eau sanitaire. En conséquence, les fumées rejetées dans la cheminée 13 sont à température élevée et n'atteignent pas leur température de rosée.
- [0018] La chaleur latente est ainsi perdue avec l'évacuation des fumées.
- [0019] En conséquence, ces chaudières classiques ont un rendement faible pour le chauffage, compris entre 80 % et 90 %, en fonction de leur température de fonctionnement. Pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS), ces chaudières ont un rendement compris entre 50% et 75%.
- [0020] Afin d'améliorer les chaudières classiques, les chaudières à condensation ont été mises au point.
- [0021] Un exemple de réalisation d'une telle chaudière à condensation est représenté sur la [Fig.2] jointe.
- [0022] Cette chaudière est référencée 1' et les éléments identiques à ceux de la chaudière classique 1 portent les mêmes références numériques.
- [0023] Cette chaudière à condensation 1' diffère de la chaudière classique 1 décrite pré-

cédemment en ce que l'enceinte 10 délimite également une chambre de condensation 12, séparée de la chambre de combustion 11.

- [0024] Un échangeur de chaleur 121, dit « auxiliaire », est disposé à l'intérieur de la chambre de condensation 12.
- [0025] L'entrée 122 de l'échangeur auxiliaire 121 est raccordée à l'entrée 14 de la chaudière 1 et la sortie 123 de cet échangeur est raccordée à l'entrée 112 de l'échangeur principal 111.
- [0026] L'eau chaude sanitaire pénètre dans la chaudière 1 par l'entrée 122 de l'échangeur auxiliaire 121, circule à l'intérieur de cet échangeur, en ressort par la sortie 123, circule à l'intérieur de l'échangeur principal 111 et en ressort par la sortie 113 (trajet matérialisé par les flèches F1).
- [0027] Inversement, les gaz chauds produits par le brûleur 110 circulent à contre-courant de l'eau (trajet matérialisé par les flèches F2). Les gaz chauds réchauffent tout d'abord l'eau circulant dans l'échangeur principal 111 et perdent ainsi une partie de leur chaleur avant de pénétrer dans la chambre de condensation 12. Dans la chambre de condensation 12, ces gaz brûlés permettent de réchauffer (ou préchauffer) l'eau entrant, avant que celle-ci ne pénètre dans l'échangeur principal 111.
- [0028] Le principe d'une chaudière à condensation est donc de mettre en contact les fumées traversant la chambre de condensation 12, avec les parois de l'échangeur auxiliaire 121, à l'intérieur duquel circule un fluide suffisamment froid pour que ces parois soient elles-mêmes suffisamment froides et pour que la vapeur d'eau contenue dans les fumées condense et restitue sa chaleur latente à l'échangeur 121. Ainsi, pour un même besoin de production d'eau chaude sanitaire, la chaudière utilise moins de combustible, car la chaleur contenue dans les fumées sous forme de vapeur d'eau, (soit entre 10 à 20% de l'énergie de la combustion), n'est plus perdue mais est récupérée pour préchauffer l'eau dans l'échangeur auxiliaire 121.
- [0029] Toutefois, même pour une installation bien dimensionnée, il peut arriver, comme expliqué précédemment, que la température de l'eau sanitaire pénétrant au niveau de l'entrée 14, ne soit pas suffisamment froide pour refroidir les fumées très chaudes et permettre leur condensation. La chaleur latente est perdue, le rendement de l'installation est diminué et la chaudière à condensation 1' n'est alors pas plus efficace qu'une chaudière classique 1.

Exposé de l'invention

- [0030] L'invention a donc pour but de proposer une installation de production d'eau chaude sanitaire, qui permette de produire de l'eau chaude sanitaire en optimisant la condensation des fumées à l'intérieur d'une ou de plusieurs chaudières, afin d'en récupérer la chaleur latente et d'améliorer ainsi le rendement global de l'installation

tout en diminuant les émissions de CO₂.

- [0031] Un autre but de l'invention est de proposer une telle installation qui permette de récupérer la chaleur des fumées de plusieurs chaudières, y compris des chaudières fonctionnant éventuellement avec des combustibles différents (tels que gaz, fioul, bois) ou présentant des puissances nominales différentes.
- [0032] A cet effet, l'invention concerne une installation de production d'eau chaude sanitaire comprenant au moins une chaudière à combustible et un circuit fermé d'eau chaude sanitaire, ladite chaudière à combustible comprenant une enceinte à l'intérieur de laquelle sont disposés un brûleur à combustible, tel que du gaz ou du fioul et au moins un échangeur de chaleur, le brûleur permettant de chauffer un fluide circulant dans ledit échangeur, ladite enceinte étant munie d'une cheminée d'évacuation des fumées issues de la combustion du combustible, ledit circuit fermé d'eau chaude sanitaire comprenant une canalisation, qui raccorde la sortie d'un ballon de stockage d'eau chaude sanitaire à son entrée et une pompe de mise en circulation de l'eau chaude sanitaire dans cette canalisation.
- [0033] Conformément à l'invention, cette installation comprend au moins une pompe à chaleur munie d'un compresseur, d'un condenseur, d'un détendeur principal et d'au moins un évaporateur, montés sur un circuit fermé de circulation d'un fluide caloporteur, l'évaporateur de la pompe à chaleur est disposé à l'intérieur de la cheminée d'évacuation des fumées de ladite au moins une chaudière à combustible et réalise un échange thermique entre le fluide caloporteur et les fumées issues de la combustion du combustible, de façon à faire condenser la vapeur d'eau contenue dans les fumées issues de la combustion du combustible et à réchauffer le fluide caloporteur et le condenseur de la pompe à chaleur est monté sur ledit circuit fermé d'eau chaude sanitaire en amont de l'entrée du ballon de stockage d'eau chaude sanitaire et réalise un échange thermique entre l'eau chaude sanitaire et le fluide caloporteur de la pompe à chaleur, de façon à refroidir le fluide caloporteur et à chauffer l'eau chaude sanitaire avant son retour dans ledit ballon de stockage d'eau chaude sanitaire.
- [0034] Grâce à ces caractéristiques de l'invention, la pompe à chaleur permet de récupérer une partie de la chaleur sensible et latente des fumées d'une ou de différentes chaudières pour chauffer le fluide caloporteur, puis grâce au condenseur chauffer l'eau chaude sanitaire.
- [0035] De plus, le rendement global de l'installation de production d'eau chaude est augmenté par rapport aux installations de l'art antérieur utilisant une chaudière pour chauffer directement l'eau chaude sanitaire.
- [0036] Enfin, une telle installation est plus flexible et particulièrement bien adaptée aux centrales de production d'eau chaude sanitaire d'un immeuble ou de plusieurs groupes de bâtiments.

- [0037] Selon d'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives de l'invention, prises seules ou en combinaison :
- [0038] -l'installation comprend au moins deux chaudières à combustible montées en parallèle, la pompe à chaleur comprend autant d'évaporateurs qu'il y a de cheminées d'évacuation des fumées dans l'installation, chaque évaporateur étant disposé à l'intérieur d'une cheminée d'évacuation des fumées et s'il y a plusieurs évaporateurs, ceux-ci sont montés en parallèle sur le circuit fermé de circulation du fluide caloporteur ;
- [0039] -au moins deux desdites chaudières à combustible possèdent une cheminée commune d'évacuation des fumées, et au moins l'un des évaporateurs est disposé dans la cheminée commune d'évacuation des fumées ;
- [0040] -la pompe à chaleur comprend au moins un détendeur secondaire, ledit au moins un détendeur secondaire étant disposé sur le circuit de circulation du fluide caloporteur, en aval du détendeur principal et en amont dudit au moins un évaporateur ;
- [0041] -ladite pompe de mise en circulation de l'eau chaude sanitaire est montée sur la canalisation dudit circuit fermé d'eau chaude sanitaire en aval de la sortie du ballon de stockage d'eau chaude sanitaire et en amont du condenseur ;
- [0042] -l'installation comprend un circuit fermé de chauffage à l'intérieur duquel circule ledit fluide à chauffer, ce circuit fermé de chauffage comprenant une canalisation qui raccorde la sortie de ladite au moins une chaudière à l'entrée de celle-ci en traversant au moins un élément chauffant, monté sur ledit circuit fermé de chauffage ;
- [0043] -l'installation comprend au moins un capteur de mesure de la température, disposé sur la canalisation du circuit fermé de chauffage, choisi parmi un capteur de mesure de la température du fluide entrant dans ladite chaudière ou dans lesdites chaudières, dit «capteur amont », disposé en amont de l'entrée de la chaudière ou des chaudières et un capteur de mesure de la température du fluide sortant de ladite chaudière ou desdites chaudières, dit «capteur aval», disposé en aval de la sortie de la chaudière ou des chaudières ;
- [0044] -l'installation comprend au moins un capteur de mesure de la température des fumées, qui est disposé dans la cheminée de ladite au moins une chaudière à combustible, en amont de l'évaporateur et qui permet de mesurer la température des fumées en sortie de ladite chaudière ;
- [0045] -l'installation comprend un capteur de mesure de la température du fluide caloporteur, disposé sur le circuit fermé de circulation du fluide caloporteur, en aval du ou des évaporateurs et en amont du compresseur ;
- [0046] -l'installation comprend au moins un capteur de mesure de la température de l'eau chaude sanitaire, disposé sur la canalisation du circuit fermé d'eau chaude sanitaire, choisi parmi un capteur de mesure de la température de l'eau chaude sanitaire, disposé

à l'intérieur dudit ballon de stockage et un capteur, dit « aval », de mesure de la température de l'eau chaude sanitaire, disposé en aval du condenseur et en amont de l'entrée dudit ballon de stockage de l'eau chaude sanitaire, de façon à mesurer la température de l'eau chaude sanitaire en sortie du condenseur ;

[0047] -l'installation comprend une unité centrale de pilotage et cette unité pilote le fonctionnement de la pompe de mise en circulation de l'eau chaude sanitaire, du compresseur, du détendeur principal et éventuellement de l'au moins un détendeur secondaire s'il est présent, en fonction des valeurs de température mesurées par au moins l'un des capteurs de mesure choisi parmi ledit au moins un capteur de mesure de la température des fumées, le capteur amont de mesure de la température du fluide, le capteur aval de mesure de la température du fluide, le capteur de mesure de la température du fluide caloporteur, le capteur de mesure de la température de l'eau chaude sanitaire stockée dans le ballon et le capteur de mesure aval de la température de l'eau chaude sanitaire.

[0048] -l'unité centrale de pilotage pilote le fonctionnement de ladite au moins une chaudière à combustible.

[0049] On notera que dans le cas où l'installation de production d'eau chaude sanitaire comprend également un circuit fermé de chauffage, le rendement global de l'installation de production de chauffage et d'eau chaude est augmenté par rapport aux installations de l'art antérieur utilisant une chaudière pour le chauffage et une chaudière pour chauffer directement l'eau chaude sanitaire.

DESCRIPTION DES FIGURES

[0050] D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

[0051] [Fig.1] est un schéma représentant une chaudière classique.

[0052] [Fig.2] est un schéma représentant une chaudière à condensation.

[0053] [Fig.3] est un schéma représentant un mode de réalisation de l'installation de production d'eau chaude sanitaire conforme à l'invention.

[0054] [Fig.4] est un schéma représentant la régulation de cette installation.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0055] Dans la suite de la description des revendications, les mêmes éléments portent les mêmes références numériques. Par ailleurs, l'amont et l'aval sont définis par rapport au sens de circulation d'un fluide dans un circuit donné.

[0056] L'installation de production d'eau chaude sanitaire 2 conforme à l'invention va maintenant être décrite en liaison avec la [Fig.3].

[0057] Sur cette figure, on peut voir que l'installation 2 comprend au moins une chaudière.

La chaudière est par exemple une chaudière classique 1 ou une chaudière à condensation 1', telles que celles décrites précédemment et qui ne seront donc pas décrites de nouveau en détail.

- [0058] Dans l'exemple de réalisation représenté sur la [Fig.3], l'installation de production d'eau chaude sanitaire 2 comprend trois chaudières, elle pourrait en comprendre plus ou moins, selon que ces chaudières font partie par exemple d'une installation industrielle ou d'une installation prévue pour un réseau de chauffage urbain. Lorsqu'il y a au moins deux chaudières, on notera que celles-ci peuvent être de puissances différentes, de types différents (classique ou à condensation) et fonctionner éventuellement avec des combustibles différents (gaz naturel, fioul, bois, charbon, déchets et autres).
- [0059] Sur la [Fig.3], les deux chaudières additionnelles sont référencées respectivement 1a, 1'a, 1b, 1'b suivant qu'elles sont classiques (sans signe prime) ou à condensation (avec le signe prime).
- [0060] L'installation de production d'eau chaude sanitaire 2 comprend également au moins une pompe à chaleur 3.
- [0061] Cette pompe à chaleur 3 comprend un circuit fermé 30 de circulation d'un fluide caloporteur. Un compresseur 31, un condenseur 32, un détendeur principal 33 et un évaporateur 34 sont montés en série sur ce circuit 30. Le sens de circulation du fluide caloporteur à l'intérieur de ce circuit 30 y est schématisé par les flèches.
- [0062] L'évaporateur 34 est installé dans la cheminée 13 d'évacuation des fumées de la chaudière 1, 1'.
- [0063] Lorsque l'installation de production d'eau chaude sanitaire 2 comprend plusieurs chaudières comme évoqué ci-dessus, la pompe à chaleur 3 peut alors comprendre plusieurs évaporateurs 34. Dans l'exemple de réalisation de la [Fig.3], qui comprend trois chaudières 1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b, la pompe à chaleur 3 comprend trois évaporateurs référencés 34, 34a et 34b.
- [0064] Les différents évaporateurs 34, 34a et 34b sont alors montés en parallèle les uns par rapport aux autres sur le circuit 30. Ainsi par exemple, les évaporateurs additionnels 34a et 34b sont montés sur des portions du circuit 30 référencées respectivement 30a et 30b.
- [0065] Chaque portion de circuit 30a, (respectivement 30b), est raccordée au circuit 30 à une extrémité par un point de raccordement 301, (respectivement 302), et à son autre extrémité par un point de raccordement 303, (respectivement 304). Les points de raccordement 301, 302 sont situés en aval du détendeur principal 33 et en amont de l'évaporateur 34 et les points de raccordement 303, 304 en aval de l'évaporateur 34 et en amont du compresseur 31.
- [0066] Dans l'exemple de réalisation représenté sur la [Fig.3], la pompe à chaleur 3

comprend autant d'évaporateurs que de chaudières et ces évaporateurs 34, 34a et 34b sont alors installés respectivement dans les cheminées 13 des chaudières 1, 1' ; 1a, 1'a, ; 1b, 1'b.

[0067] Toutefois, bien que cela ne soit pas représenté sur les figures, on notera que si deux ou plusieurs chaudières ont une cheminée commune d'évacuation des fumées 13, il est alors possible d'installer un seul évaporateur dans cette cheminée commune.

[0068] De préférence, chaque évaporateur 34, 34a et 34b est doté d'une évacuation des condensats 340, respectivement 340a et 340b.

[0069] Chaque évaporateur 34, 34a et 34b réalise un échange thermique entre le fluide caloporteur et les fumées issues de la combustion du combustible, de façon à faire condenser la vapeur d'eau contenue dans les fumées issues de la combustion du combustible et à réchauffer le fluide caloporteur.

[0070] De façon avantageuse, le circuit fermé 30 comprend un réservoir 35 de fluide caloporteur. De préférence, ce réservoir 35 est disposé en aval du détendeur principal 33 et en amont du des évaporateurs 34, 34a et 34b. Ce réservoir 35 permet de faire la séparation de la partie vapeur et de la partie liquide du fluide caloporteur.

[0071] De façon avantageuse, la pompe à chaleur 3 peut également être munie d'au moins un, de préférence de plusieurs, détendeur(s) secondaire(s) 36, 36a et 36b, disposés sur le circuit 30, en aval du détendeur principal 33, voire en aval de réservoir 35 si celui-ci est présent, et immédiatement en amont des évaporateurs 34, respectivement 34a et 34b. Les détendeurs secondaires 36, 36a et 36b sont ainsi disposés respectivement sur les portions de circuit 30, 30a et 30b.

[0072] Dans le cas où l'installation comprend plusieurs pompes à chaleur 3, il est possible d'associer chaque pompe à chaleur à une chaudière différente. Il est également possible de positionner les évaporateurs respectifs de différentes pompes à chaleur à l'intérieur d'une même cheminée 13 d'une seule chaudière.

[0073] Les différentes chaudières 1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b sont utilisées pour chauffer un fluide. Ce fluide est généralement de l'eau, toutefois ces chaudières permettent également de chauffer tout type de fluides, tel que des produits chimiques, de la vapeur ou un gaz.

[0074] Dans l'exemple de réalisation de la [Fig.3], les différentes chaudières 1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b sont utilisées pour chauffer l'eau d'un circuit fermé de chauffage 4. Toutefois, ces chaudières pourraient être utilisées pour chauffer un fluide circulant dans un circuit ouvert sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

[0075] Selon un premier mode de réalisation de l'invention, dans lequel l'installation de production d'eau chaude sanitaire 2 ne comprend qu'une seule chaudière 1, 1', le circuit 4 comprend une canalisation 40 qui forme une boucle fermée et qui raccorde la sortie 15 de la chaudière 1, 1' à l'entrée 14 de celle-ci. L'eau circule dans ce circuit 4

selon un sens de circulation indiqué par les flèches.

- [0076] Sur cette canalisation 40 sont montés un ou plusieurs éléments chauffants 41. L'élément chauffant 41 est par exemple un radiateur, un plancher chauffant, un convecteur, un ventilo-convecteur ou tout autre moyen de chauffage par un fluide (notamment par de l'eau chaude). Sur la [Fig.3], un seul élément chauffant 41 est représenté à des fins de simplification. Toutefois, il y en a généralement un réseau de chauffage composé de plusieurs éléments chauffants, montés en parallèle ou en série.
- [0077] De préférence, une pompe 42 est montée sur la canalisation 40, de façon à y faire justement circuler cette eau. De préférence, cette pompe 42 est montée en aval du dernier élément chauffant 41 de la canalisation 40 et en amont de l'entrée 14 de la chaudière 1, 1'.
- [0078] Lorsque l'installation de production d'eau chaude sanitaire 2 comprend plusieurs chaudières 1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b, alors les chaudières additionnelles 1a, 1'a, 1b, 1'b sont avantageusement montées en parallèle par rapport à la chaudière 1, 1', sur la canalisation 40 du circuit fermé 4. Ainsi par exemple, les chaudières additionnelles 1a, 1'a, 1b, 1'b sont montées respectivement sur des portions de canalisation, référencées respectivement 40a et 40b.
- [0079] Ces portions de canalisations 40a et 40b joignent ainsi respectivement un point de raccordement 401 à la canalisation 40, à un point de raccordement 402 de la canalisation 40. Le point 401 est situé en amont de l'entrée 14 de la chaudière 1, 1', de préférence entre la pompe 42 et l'entrée 14. Le point 402 est situé en aval de la sortie 15 de la chaudière 1, 1', de préférence entre la sortie 15 de la chaudière 1, 1' et le premier élément chauffant 41 de la canalisation 40.
- [0080] L'eau provenant du retour du circuit fermé 4 est ainsi répartie entre les différentes chaudières, dans lesquelles elle est réchauffée. En sortie de ces différentes chaudières, les différents flux d'eau réchauffés sont rassemblés au point 402, avant d'être dirigés vers les éléments chauffants 41.
- [0081] En outre, l'installation 2 comprend également un circuit fermé 7 d'eau chaude sanitaire, au travers duquel circule l'eau chaude sanitaire à chauffer.
- [0082] Ce circuit fermé 7 comprend une canalisation 70 qui raccorde la sortie 71 d'un ballon 72 de stockage d'eau chaude sanitaire à son entrée 73, en fermant ainsi la boucle du circuit 7. La sortie 71 est disposée dans la partie inférieure du ballon 72 et l'entrée 73 débouche dans la partie supérieure de celui-ci.
- [0083] Le sens de circulation de l'eau chaude sanitaire à l'intérieur de ce circuit 7 y est schématisé par les flèches.
- [0084] Le condenseur 32 de la pompe à chaleur 3 est monté sur ce circuit fermé 7 d'eau chaude sanitaire, de sorte qu'il réalise un échange thermique entre le fluide caloporteur circulant dans le circuit 30 et l'eau chaude sanitaire circulant dans le circuit 7, en ré-

chauffant l'eau chaude sanitaire et en refroidissant le fluide caloporteur circulant dans le circuit 30.

- [0085] La canalisation 70 comprend ainsi une première partie 701, qui raccorde la sortie 71 du ballon à l'entrée 321 du condenseur 32 et une deuxième partie 702, qui raccorde la sortie 322 du condenseur 32 à l'entrée 73 du ballon 72.
- [0086] De préférence, une pompe 74 de mise en circulation de l'eau chaude sanitaire est disposée sur la canalisation 70. De préférence encore, cette pompe 74 est disposée sur la première partie 701 de canalisation, de sorte qu'elle se trouve en aval du ballon 72 et en amont du condenseur 32.
- [0087] En outre, le ballon de stockage 72 comprend dans sa partie inférieure, une entrée d'eau 721, destinée à être raccordée à une arrivée d'eau sanitaire et, dans sa partie supérieure, une sortie d'eau 722, destinée à être raccordée à des points de prélèvement, tels que par exemple des robinets de puisage. On notera que le ballon de stockage d'eau chaude sanitaire 72 peut comprendre un autre moyen de chauffage de l'eau connu par l'état de la technique, comme une résistance électrique.
- [0088] Le fonctionnement de l'installation de production d'eau chaude sanitaire 2 va maintenant être décrit.
- [0089] Dans chacun des évaporateurs 34, 34a et 34b, le fluide caloporteur de la pompe à chaleur 3 récupère la chaleur des fumées avant leur évacuation vers l'extérieur. En refroidissant les fumées, celles-ci atteignent leur température de rosée et le fluide caloporteur peut ainsi récupérer une partie de la chaleur latente de la vapeur d'eau présente dans ces fumées. Le fluide caloporteur en traversant le compresseur 31, voit sa pression et sa température augmenter. Ensuite, le condenseur 32 permet de transférer la chaleur issue du fluide caloporteur vers l'eau sanitaire pour la réchauffer avant son envoi vers le ballon de stockage 72.
- [0090] Enfin, le détendeur principal 33 permet de faire chuter la pression et la température du fluide caloporteur avant de recommencer un nouveau cycle de passage dans le ou les évaporateur(s) 34, 34a et 34b. Le fluide caloporteur revient ainsi dans le ou les évaporateur(s) 34, 34a et 34b suffisamment froid pour abaisser la température des fumées sous la valeur de leur point de rosée et en récupérer la chaleur latente.
- [0091] Les détendeurs secondaires 36, 36a et 36b permettent de réguler le débit du fluide caloporteur dans chaque évaporateur respectivement 34, 34a et 34b, en fonction de la chaleur disponible dans les fumées.
- [0092] À titre d'exemple, si toutes les chaudières de l'installation 2 sont en fonctionnement, les détendeurs secondaires 36, 36a et 36b vont réguler les débits de fluide caloporteur traversant les canalisations 30, 30a et 30b, en fonction des débits de fumées. Si l'une des chaudières est à l'arrêt, alors le détendeur secondaire correspondant va complètement fermer le passage au fluide caloporteur, car il n'y a pas de chaleur à

récupérer dans la chaudière correspondante.

- [0093] La pompe 74 assure la régulation et la variation du débit d'eau sanitaire dans le circuit 7, en fonction de la puissance thermique disponible dans la pompe à chaleur 3.
- [0094] De façon avantageuse, différents capteurs de température sont positionnés sur les différents circuits.
- [0095] De façon avantageuse, l'installation 2 comprend ainsi au moins un capteur de mesure de la température des fumées choisi parmi :
 - un capteur 51 disposé dans la cheminée 13 de la chaudière 1, 1', en amont de l'évaporateur 34,
 - un capteur 52 disposé dans la cheminée 13 de la chaudière 1a, 1'a, en amont de l'évaporateur 34a,
 - et un capteur 53 disposé dans la cheminée 13 de la chaudière 1b, 1'b, en amont de l'évaporateur 34b.
- [0096] De préférence encore, l'installation 2 comprend un capteur de mesure de la température des fumées dans chaque cheminée 13 de l'installation 2. Ces capteurs 51, 52, 53 ont pour fonction de mesurer la température des fumées en sortie des chaudières correspondantes, avant qu'elles ne pénètrent dans l'évaporateur.
- [0097] De façon avantageuse, l'installation 2 comprend également au moins un capteur de mesure de la température du fluide, disposé sur la canalisation 40, choisi parmi :
 - un capteur 54 de mesure de la température du fluide à réchauffer, dit « capteur amont » car disposé en amont de l'entrée 14 de la chaudière 1, 1' ou, s'il y a plusieurs chaudières 1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b, en amont du point de raccordement 401, de façon à mesurer la température du fluide à réchauffer à l'entrée de la chaudière ou des chaudières,
 - un capteur 55 de mesure de la température du fluide réchauffé, c'est-à-dire issu de la ou des chaudière(s), dit « capteur aval » car disposé en aval de la sortie 15 de la chaudière 1, 1' ou, s'il y a plusieurs chaudières 1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b, en aval du point de raccordement 402.
- [0098] De préférence, l'installation 2 comprend ces deux capteurs.
- [0099] De façon avantageuse, l'installation 2 comprend également un capteur 56 de mesure de la température du fluide caloporteur, disposé sur le circuit 30, en aval du ou des évaporateurs 34, 34a et 34b et en amont du compresseur 31. Ce capteur 56 a pour fonction de mesurer la température du fluide caloporteur circulant dans le circuit 30 à la sortie du ou des évaporateurs, c'est-à-dire après qu'il ait été réchauffé dans ces évaporateurs.
- [0100] Enfin, de façon avantageuse, l'installation 2 comprend également au moins un capteur de mesure de la température de l'eau chaude sanitaire, disposé sur la canalisation 70, choisi parmi :
 - un capteur 57 de mesure de la température de l'eau chaude sanitaire se

- trouvant dans le ballon 72, ce capteur étant disposé à l'intérieur du ballon de stockage 72,
- un capteur 58 dit « aval » de mesure de la température de l'eau chaude sanitaire qui circule dans la canalisation 70 en sortie du condenseur, disposé sur ladite canalisation 70, en aval du condenseur 32 et en amont de l'entrée 73 du ballon de stockage 72.
- [0101] Le capteur aval 58 permet ainsi de mesurer la température de l'eau chaude sanitaire en sortie du condenseur 32.
- [0102] De façon avantageuse, la régulation du fonctionnement de l'installation de production d'eau chaude sanitaire 2 est réalisée par une unité centrale 6.
- [0103] Afin de ne pas surcharger inutilement la [Fig.3], le pilotage de l'installation 2 par l'unité centrale 6 est représenté séparément sur la [Fig.4].
- [0104] L'unité centrale 6 reçoit les valeurs des température mesurées par les différents capteurs de température 51 à 58. Par ailleurs, l'unité centrale 6 pilote le fonctionnement de la ou des chaudière(s) 1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b, de la pompe 74, du compresseur 31, du détendeur principal 33 et des détendeurs auxiliaires 36, 36a et 36b lorsqu'ils sont présents.
- [0105] Cette unité centrale 6 est par exemple un ordinateur ou un automate programmable, dans la mémoire duquel est stocké un programme d'ordinateur, ledit programme d'ordinateur comportant des instructions de code qui permettent de piloter la pompe 74, le compresseur 31, le détendeur principal 33 et/ou les détendeurs auxiliaires 36, 36a et 36b, pour mettre en œuvre le procédé de régulation de l'installation 2, quand ce programme est exécuté par ladite unité centrale 6.
- [0106] La pompe à chaleur 3 et le circuit de l'eau chaude sanitaire 7 peuvent être installés ultérieurement dans une centrale thermique déjà existante comprenant lesdites chaudières 1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b.
- [0107] Sur la base des valeurs de température fournies par les capteurs de température 54 et 55, l'unité centrale 6 pilote le fonctionnement des chaudières, afin de chauffer plus ou moins le fluide par rapport à des températures souhaitées pour celui-ci. On notera toutefois que si la pompe à chaleur 3 et le circuit d'eau chaude sanitaire 7 sont ajoutés sur une installation préexistante comprenant déjà un circuit fermé de chauffage 4 et des éléments chauffants 41, cette installation préexistante a déjà généralement un système de pilotage et dans ce cas l'unité centrale 6 ne pilote pas le fonctionnement des chaudières.
- [0108] Les informations envoyées par les capteurs de mesure de la température 51, 52 et 53 permettent à l'unité centrale 6 de déterminer si la récupération de chaleur par la pompe à chaleur 3 est possible ou non. En comparant les valeurs fournies par les capteurs 51, 52 et/ou 53 à une valeur seuil de température, l'unité centrale 6 pilote le fonc-

tionnement de la pompe à chaleur 3 par la mise en marche ou l'arrêt du compresseur 31.

- [0109] Lorsqu'au moins l'une des chaudières 1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b, ne fonctionne pas, la valeur de température mesurée par le capteur correspondant 51, 52 ou 53 est inférieure à une valeur seuil et l'unité centrale 6 est paramétrée pour fermer le détendeur correspondant 36, 36a ou 36b. Ceci permet d'adapter le fonctionnement et la puissance de la pompe à chaleur 3 en fonction du nombre de chaudières en fonctionnement et/ou de leur puissance.
- [0110] En fonction de la valeur de la température du fluide caloporteur mesurée par le capteur 56, l'unité centrale 6 régule le détendeur principal 33 et donc la température d'évaporation du fluide caloporteur dans les évaporateurs 34, 34a et 34b.
- [0111] Enfin, en fonction des valeurs de température fournies par les capteurs de température 56, 57 et 58, l'unité centrale 6 pilote le fonctionnement de la pompe 74 et du compresseur 31, de façon à réguler le débit d'eau chaude sanitaire circulant dans le circuit 7 en fonction de la température de cette eau et de la chaleur qu'il est possible de récupérer du fluide caloporteur. Ainsi, par exemple, en cas de prélèvement d'eau chaude par un utilisateur, la température relevée par le capteur 72 baisse et il est nécessaire de produire de nouveau de l'eau chaude sanitaire, ce qui est faisable en tenant compte des valeurs de température fournies par les capteurs 56 et 58.
- [0112] De plus, l'unité centrale 6 pilote la pompe à chaleur 3 et notamment son compresseur 31 et ses détendeurs 33, 36, 36a et 36b, pour que l'eau sanitaire sortant du condenseur 32 soit à une température (mesurée par le capteur 58) supérieure ou égale à une valeur souhaitée pour l'eau du ballon (mesurée par le capteur 57).

Revendications

[Revendication 1]

Installation (2) de production d'eau chaude sanitaire comprenant :

- au moins une chaudière à combustible (1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b),
- un circuit fermé d'eau chaude sanitaire (7),
- au moins une pompe à chaleur (3) munie d'un compresseur (31), d'un condenseur (32), d'un détendeur principal (33) et d'au moins un évaporateur (34, 34a, 34b), montés sur un circuit fermé (30, 30a, 30b) de circulation d'un fluide caloporteur,

ladite chaudière à combustible (1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b) comprenant une enceinte (10) à l'intérieur de laquelle sont disposés un brûleur à combustible (110), tel que du gaz ou du fioul et au moins un échangeur de chaleur (111, 121), le brûleur (110) permettant de chauffer un fluide circulant dans ledit échangeur (111, 121), ladite enceinte (10) étant munie d'une cheminée (13) d'évacuation des fumées issues de la combustion du combustible,

l'évaporateur (34, 34a, 34b) de la pompe à chaleur (3) étant disposé à l'intérieur de la cheminée d'évacuation des fumées (13) de ladite au moins une chaudière à combustible et réalisant un échange thermique entre le fluide caloporteur et les fumées issues de la combustion du combustible, de façon à faire condenser la vapeur d'eau contenue dans les fumées issues de la combustion du combustible et à réchauffer le fluide caloporteur,

le condenseur (32) de la pompe à chaleur (3) étant monté sur ledit circuit fermé d'eau chaude sanitaire (7),

l'installation (2) de production d'eau chaude sanitaire **étant caractérisée** en ce qu'elle comprend :

- un ballon (72) de stockage d'eau chaude sanitaire,
- au moins un capteur de mesure de la température des fumées (51, 52, 53), qui est disposé dans la cheminée (13) de ladite au moins une chaudière à combustible (1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b), en amont de l'évaporateur (34, 34a, 34b) et qui permet de mesurer la température des fumées en sortie de ladite chaudière,

- une unité centrale de pilotage (6),

en ce que ledit circuit fermé d'eau chaude sanitaire (7) comprend une canalisation (70), qui raccorde la sortie (71) dudit ballon (72) de stockage d'eau chaude sanitaire à son entrée (73),

en ce que l'installation (2) de production d'eau chaude sanitaire

comprend une pompe (74) de mise en circulation de l'eau chaude sanitaire dans ladite canalisation (70),
 en ce que le condenseur (32) de la pompe à chaleur (3) est monté en amont de l'entrée (73) du ballon (72) de stockage d'eau chaude sanitaire et réalise un échange thermique entre l'eau chaude sanitaire et le fluide caloporteur de la pompe à chaleur (3), de façon à refroidir le fluide caloporteur et à chauffer l'eau chaude sanitaire avant son retour dans ledit ballon (72) de stockage d'eau chaude sanitaire
 et en ce que l'unité centrale de pilotage (6) pilote le fonctionnement de la pompe (74) de mise en circulation de l'eau chaude sanitaire, du compresseur (31) et du détendeur principal (33), en fonction des valeurs de température mesurées par ledit au moins un capteur de mesure de la température des fumées (51, 52, 53).

[Revendication 2] Installation (2) de production d'eau chaude sanitaire selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins deux chaudières à combustible (1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b) montées en parallèle, en ce que la pompe à chaleur (3) comprend autant d'évaporateurs (34, 34a, 34b) qu'il y a de cheminées d'évacuation des fumées (13) dans l'installation, chaque évaporateur (34, 34a, 34b) étant disposé à l'intérieur d'une cheminée d'évacuation des fumées (13) et en ce que si il y a plusieurs évaporateurs (34, 34a, 34b), ceux-ci sont montés en parallèle sur le circuit fermé (30) de circulation du fluide caloporteur.

[Revendication 3] Installation (2) de production d'eau chaude sanitaire selon la revendication 2, caractérisée en ce qu'au moins deux desdites chaudières à combustible (1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b) possèdent une cheminée commune d'évacuation des fumées (13), et en ce qu'au moins l'un des évaporateurs (34, 34a, 34b) est disposé dans la cheminée commune d'évacuation des fumées (13).

[Revendication 4] Installation (2) de production d'eau chaude sanitaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce la pompe à chaleur (3) comprend au moins un détendeur secondaire (36, 36a, 36b), ledit au moins un détendeur secondaire (36, 36a, 36b) étant disposé sur le circuit (30, 30a, 30b) de circulation du fluide caloporteur, en aval du détendeur principal (33) et en amont dudit au moins un évaporateur (34, 34a, 34b).

[Revendication 5] Installation (2) de production d'eau chaude sanitaire selon la revendication 4, caractérisée en ce que l'unité centrale de pilotage (6) pilote le fonctionnement de l'au moins un détendeur secondaire (36, 36a, 36b),

en fonction des valeurs de température mesurées par ledit au moins un capteur de mesure de la température des fumées (51, 52, 53).

[Revendication 6] Installation (2) de production d'eau chaude sanitaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que ladite pompe (74) de mise en circulation de l'eau chaude sanitaire est montée sur la canalisation (70) dudit circuit fermé d'eau chaude sanitaire (7) en aval de la sortie (71) du ballon (72) de stockage d'eau chaude sanitaire et en amont du condenseur (32).

[Revendication 7] Installation (2) de production d'eau chaude sanitaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend un circuit fermé de chauffage (4) à l'intérieur duquel circule ledit fluide à chauffer, ce circuit fermé de chauffage (4) comprenant une canalisation (40) qui raccorde la sortie (15) de ladite au moins une chaudière (1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b) à l'entrée (14) de celle-ci en traversant au moins un élément chauffant (41), monté sur ledit circuit fermé de chauffage (4).

[Revendication 8] Installation (2) de production d'eau chaude sanitaire selon la revendication 7, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un capteur de mesure de la température, disposé sur la canalisation (40) du circuit fermé de chauffage (4), choisi parmi :

- un capteur (54) de mesure de la température du fluide entrant dans ladite chaudière ou dans lesdites chaudières (1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b), dit «capteur amont », disposé en amont de l'entrée (14) de la chaudière ou des chaudières,
- et un capteur (55) de mesure de la température du fluide sortant de ladite chaudière ou desdites chaudières (1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b), dit «capteur aval», disposé en aval de la sortie (15) de la chaudière ou des chaudières.

[Revendication 9] Installation (2) de production d'eau chaude sanitaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend un capteur (56) de mesure de la température du fluide caloporteur, disposé sur le circuit fermé (30) de circulation du fluide caloporteur, en aval du ou des évaporateurs (34, 34a et 34b) et en amont du compresseur (31).

[Revendication 10] Installation (2) de production d'eau chaude sanitaire selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins un capteur de mesure de la température de l'eau chaude sanitaire, disposé sur la canalisation (70) du circuit fermé d'eau

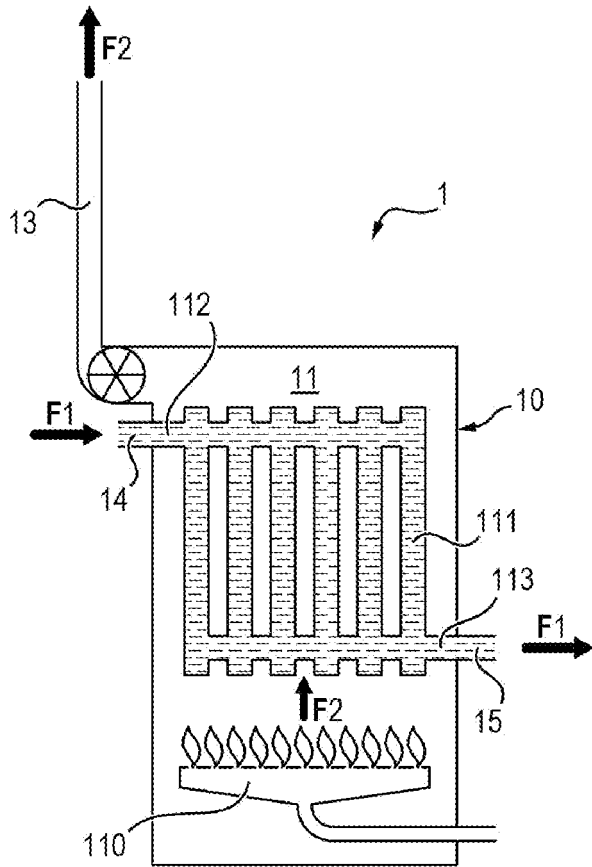
chaude sanitaire (7), choisi parmi :

- un capteur (57) de mesure de la température de l'eau chaude sanitaire, disposé à l'intérieur dudit ballon de stockage (72),
- et un capteur (58), dit « aval », de mesure de la température de l'eau chaude sanitaire, disposé en aval du condenseur (32) et en amont de l'entrée (73) dudit ballon de stockage (72) de l'eau chaude sanitaire, de façon à mesurer la température de l'eau chaude sanitaire en sortie du condenseur (32).

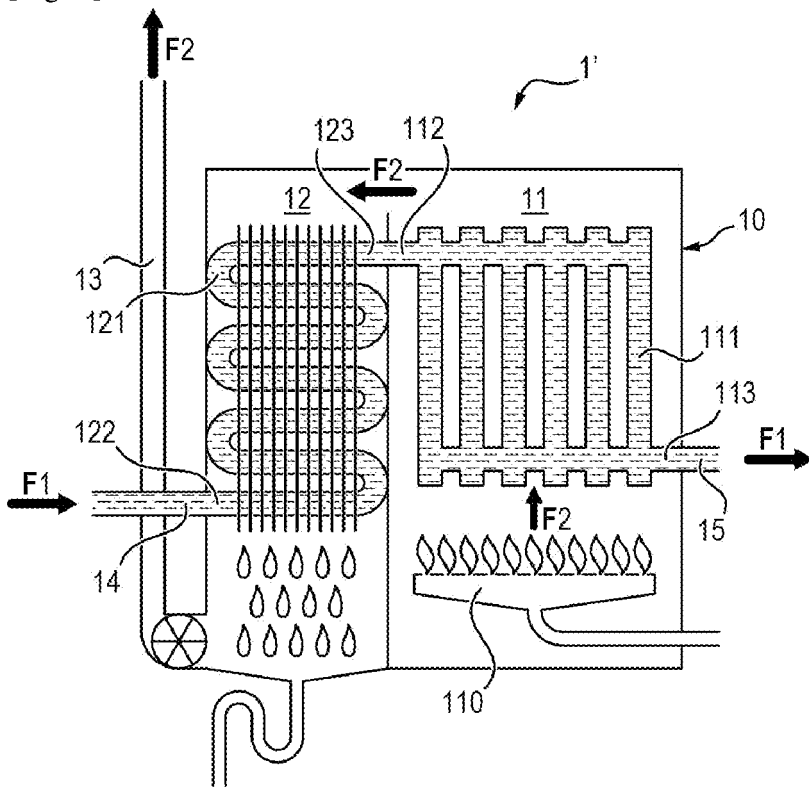
[Revendication 11] Installation (2) de production d'eau chaude sanitaire selon la revendication 1 ou 5 et au moins l'une des revendications 8 à 10, caractérisée en ce que l'unité centrale de pilotage (6) réalise le pilotage en fonction des valeurs de température mesurées par au moins l'un des capteurs de mesure choisi parmi le capteur amont (54) de mesure de la température du fluide, le capteur aval (55) de mesure de la température du fluide, le capteur (56) de mesure de la température du fluide caloporteur, le capteur (57) de mesure de la température de l'eau chaude sanitaire stockée dans le ballon (72) et le capteur de mesure (58) aval de la température de l'eau chaude sanitaire.

[Revendication 12] Installation (2) de production d'eau chaude sanitaire selon la revendication 11, caractérisée en ce que l'unité centrale de pilotage (6) pilote le fonctionnement de ladite au moins une chaudière à combustible (1, 1', 1a, 1'a, 1b, 1'b).

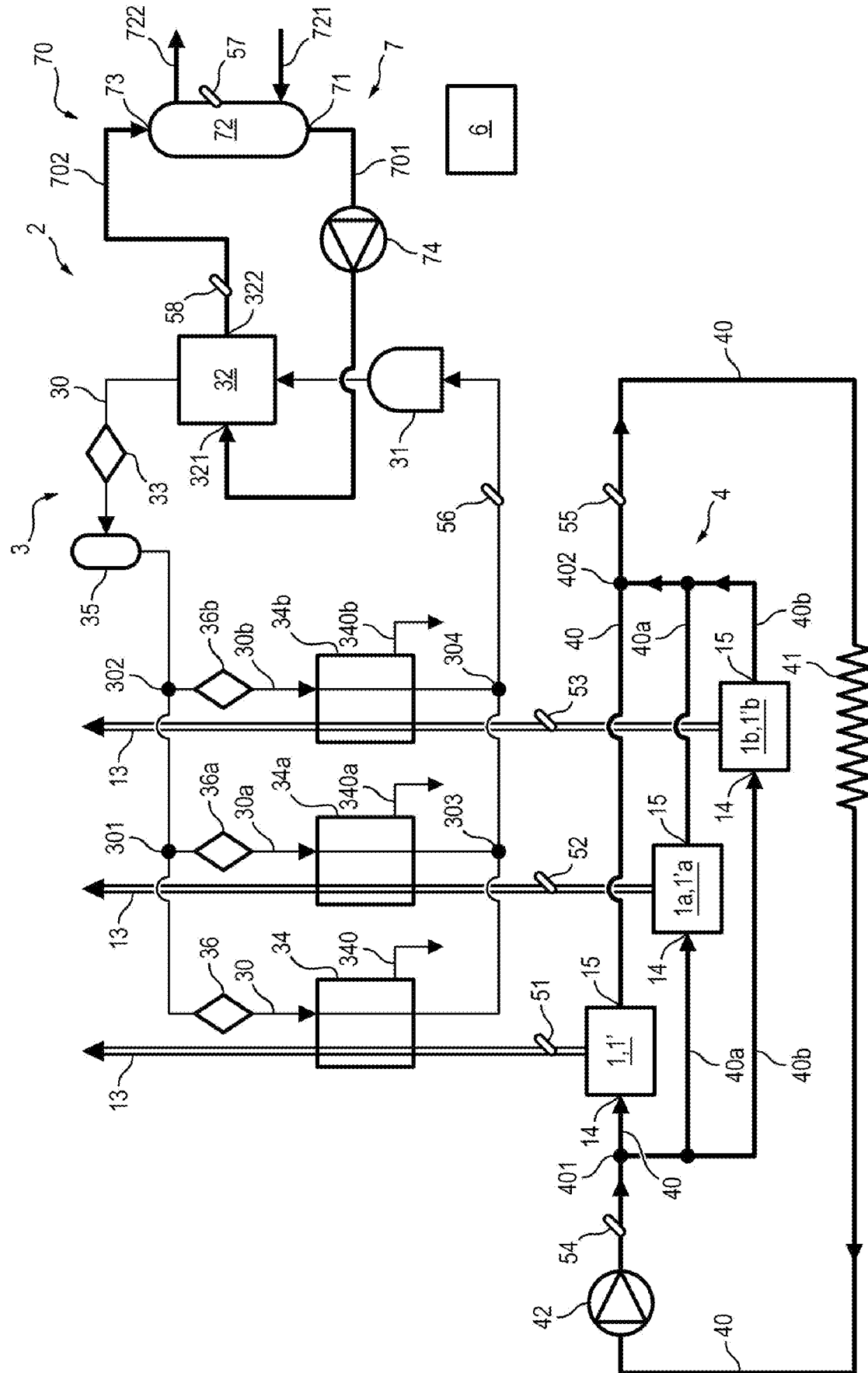
[Fig. 1]



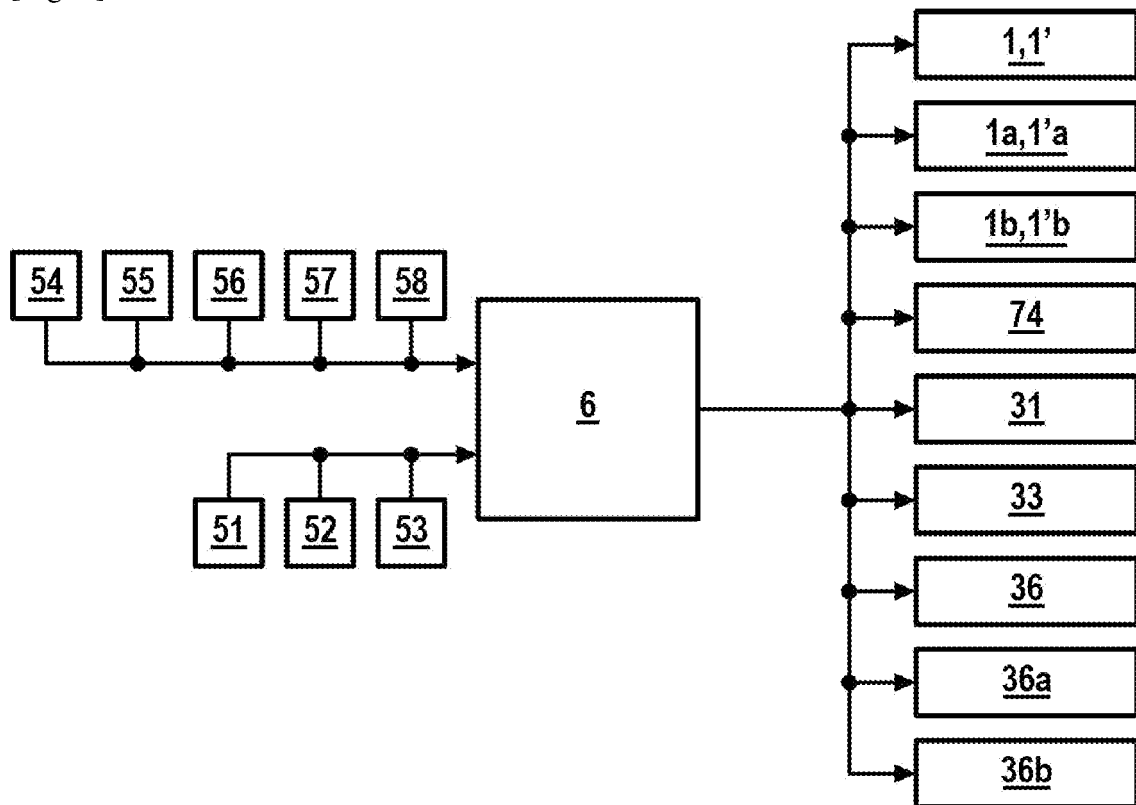
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☐ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

FR 3 087 877 A1 (COGENGREEN S A [BE])
1 mai 2020 (2020-05-01)

EP 2 336 652 A2 (VAILLANT GMBH [DE])
22 juin 2011 (2011-06-22)

EP 0 127 939 A2 (PATSCENTRE BENELUX NV SA
[BE]) 12 décembre 1984 (1984-12-12)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT