

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication : 3 149 074

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : 23 05086

51 Int Cl⁸ : F 22 B 1/02 (2023.01), F 24 H 15/20

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 23.05.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 29.11.24 Bulletin 24/48.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : GENVIA Société par Actions Simpli-
fiée (SAS) — FR et SERVICES PÉTROLIERS
SCHLUMBERGER Société Anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : COUPAN Romuald.

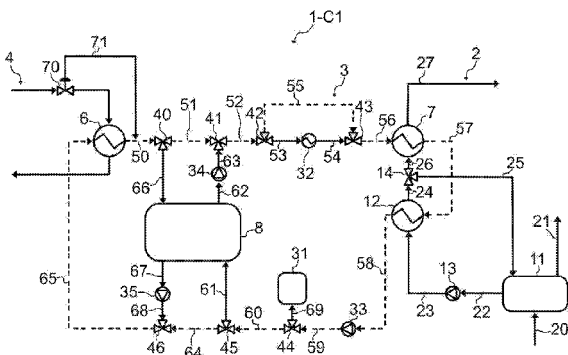
73 Titulaire(s) : GENVIA Société par Actions Simplifiée
(SAS), SERVICES PÉTROLIERS SCHLUMBERGER
Société Anonyme.

74 Mandataire(s) : IPAZ selarl.

54 Installation et procédé de fourniture de vapeur industrielle valorisant une source de chaleur.

57 Installation (1) et procédé de fourniture de vapeur industrielle par récupération de chaleur fatale. L'installation (1) comprenant des dispositifs de transfert thermique (6, 7) et un dispositif de stockage d'énergie (8) et étant configurée pour pouvoir changer de configuration en fonction des conditions de température et/ou de débit de la source.

Figure pour l'abrégé : Fig. 2



FR 3 149 074 - A1



Description

Titre de l'invention : Installation et procédé de fourniture de vapeur industrielle valorisant une source de chaleur

Domaine technique

- [0001] L'invention se rapporte au domaine de la production de vapeur industrielle, c'est-à-dire de vapeur utilisée dans des procédés industriels.
- [0002] L'invention présente un intérêt particulier, nullement limitatif, pour fournir de la vapeur à un procédé de production d'hydrogène par électrolyse de vapeur d'eau, aussi appelée « électrolyse à haute température », où la vapeur d'eau requiert typiquement une température comprise entre 600°C et 850°C.

État de la technique antérieure

- [0003] La vapeur d'eau industrielle est généralement produite à l'aide de générateurs en utilisant comme source d'énergie de l'électricité ou des combustibles fossiles.
- [0004] Il existe un besoin de réduire l'impact écologique des générateurs de vapeur industrielle.

Exposé de l'invention

- [0005] À cet effet, l'invention a pour objet une installation de fourniture de vapeur, comprenant :
- un premier circuit configuré pour recevoir un premier fluide,
 - un deuxième circuit configuré pour recevoir un deuxième fluide caloporteur,
 - un troisième circuit configuré pour recevoir un troisième fluide,
 - un premier dispositif de transfert thermique configuré pour pouvoir transférer de la chaleur dudit troisième fluide audit deuxième fluide afin d'augmenter la température du deuxième fluide,
 - un deuxième dispositif de transfert thermique configuré pour pouvoir transférer de la chaleur dudit deuxième fluide à un flux dudit premier fluide à l'état gazeux afin d'augmenter la température de ce flux gazeux,
 - un dispositif de stockage thermique configuré pour pouvoir stocker de la chaleur dudit deuxième fluide.
- [0006] L'installation est configurée pour pouvoir être sélectivement placée dans une configuration parmi plusieurs configurations d'une liste incluant :
- une configuration, dite « configuration d'échange direct », dans laquelle le deuxième circuit est configuré pour acheminer le deuxième fluide du premier dispositif de transfert thermique au deuxième dispositif de transfert thermique,
 - une configuration, dite « configuration de déchargement thermique », dans laquelle le deuxième circuit est configuré pour acheminer le deuxième fluide

du dispositif de stockage thermique au deuxième dispositif de transfert thermique.

- [0007] Le premier fluide, aussi appelé « fluide de sortie », comprend de préférence de l'eau, de sorte que la vapeur fournie par l'installation peut être de la vapeur d'eau.
- [0008] De manière non limitative, le deuxième fluide comprend une huile ou de l'eau.
- [0009] De manière non limitative, le troisième fluide contient de la chaleur fatale qui peut provenir de nombreux types d'industries ou procédés, par exemple d'une cimenterie, d'une usine sidérurgique, d'une usine dans le secteur chimique ou de divers procédés générant des réactions exothermiques.
- [0010] Le troisième fluide peut se présenter à l'état gazeux et/ou liquide. De manière non limitative, le troisième fluide, aussi appelé « fluide d'entrée », peut comprendre un gaz de combustion, de l'air ou encore de la vapeur d'eau.
- [0011] La configuration d'échange direct permet avantageusement de chauffer le flux gazeux passant par le deuxième dispositif de transfert thermique en utilisant de la chaleur récupérée dans le troisième fluide.
- [0012] La configuration de déchargement thermique permet avantageusement de chauffer le flux gazeux passant par le deuxième dispositif de transfert thermique en utilisant de la chaleur stockée dans le dispositif de stockage thermique.
- [0013] L'invention permet de produire de la vapeur en utilisant une source de chaleur fatale et, en fonction par exemple des conditions de température ou de débit du troisième fluide et/ou des besoins, de passer d'une configuration à l'autre.
- [0014] Dans un mode de réalisation, ladite liste inclut une configuration, dite « configuration de chargement thermique », dans laquelle le deuxième circuit est configuré pour acheminer le deuxième fluide du premier dispositif de transfert thermique au dispositif de stockage thermique.
- [0015] La configuration de chargement thermique permet avantageusement de stocker dans le dispositif de stockage thermique de la chaleur récupérée dans le troisième fluide.
- [0016] Dans un mode de réalisation, ladite liste inclut une configuration, dite « configuration mixte », dans laquelle le deuxième circuit est configuré pour acheminer le deuxième fluide du premier dispositif de transfert thermique au dispositif de stockage thermique et du dispositif de stockage thermique au deuxième dispositif de transfert thermique.
- [0017] La configuration mixte permet avantageusement à la fois de chauffer le flux gazeux passant par le deuxième dispositif de transfert thermique en utilisant de la chaleur récupérée dans ledit troisième fluide et de stocker dans le dispositif de stockage thermique de la chaleur récupérée dans ledit troisième fluide.
- [0018] Dans un mode de réalisation, l'installation comprend un dispositif de chauffage configuré pour élever la température du deuxième fluide en amont du deuxième dispositif de transfert thermique.

- [0019] Un tel dispositif de chauffage permet avantageusement de chauffer le flux gazeux passant par le deuxième dispositif de transfert thermique en utilisant une source d'énergie externe, par exemple lorsque l'énergie disponible dans le dispositif de stockage thermique ou dans le troisième fluide est insuffisante, et/ou de faciliter le démarrage de l'installation.
- [0020] De préférence, le dispositif de chauffage est électrique.
- [0021] Dans un mode de réalisation, le deuxième circuit comprend une branche de contournement du dispositif de chauffage.
- [0022] Le deuxième circuit est de préférence configuré pour acheminer le deuxième fluide du premier dispositif de transfert thermique au deuxième dispositif de transfert thermique par la branche de contournement lorsque l'installation est dans ladite configuration d'échange direct.
- [0023] Le deuxième circuit est de préférence configuré pour acheminer le deuxième fluide du dispositif de stockage thermique au deuxième dispositif de transfert thermique par la branche de contournement lorsque l'installation est dans ladite configuration de déchargement thermique et/ou dans la configuration mixte.
- [0024] Dans un mode de réalisation, ladite liste inclut une configuration, dite « configuration électrique », dans laquelle le deuxième circuit est configuré pour acheminer le deuxième fluide du dispositif de stockage thermique au dispositif de chauffage et du dispositif de chauffage au deuxième dispositif de transfert thermique.
- [0025] La configuration électrique permet avantageusement de chauffer le flux gazeux passant par le deuxième dispositif de transfert thermique en utilisant une source d'énergie externe, par exemple lorsque l'énergie disponible dans le dispositif de stockage thermique est insuffisante.
- [0026] Dans un mode de réalisation, ladite liste inclut une configuration dans laquelle le deuxième circuit est configuré pour acheminer le deuxième fluide du premier dispositif de transfert thermique au dispositif de chauffage et du dispositif de chauffage au deuxième dispositif de transfert thermique.
- [0027] Une telle configuration permet avantageusement de faciliter le démarrage de l'installation, par exemple avant placement de l'installation dans ladite configuration d'échange direct.
- [0028] Dans un mode de réalisation, ladite liste inclut une configuration dans laquelle le deuxième circuit est configuré pour acheminer le deuxième fluide du premier dispositif de transfert thermique au dispositif de stockage thermique, du dispositif de stockage thermique au dispositif de chauffage et du dispositif de chauffage au deuxième dispositif de transfert thermique.
- [0029] Une telle configuration permet avantageusement de faciliter le démarrage de l'installation, par exemple avant placement de l'installation dans ladite configuration

mixte.

- [0030] Dans un mode de réalisation, l'installation comprend un capteur configuré pour estimer la température dudit troisième fluide et des moyens de commande configurés pour placer l'installation dans ladite configuration d'échange direct si la température estimée du troisième fluide est supérieure à un premier seuil de température prédéterminé et inférieure à un deuxième seuil de température prédéterminé, le deuxième seuil étant inférieur au premier seuil.
- [0031] Dans un mode de réalisation, les moyens de commande sont configurés pour placer l'installation dans ladite configuration mixte si la température estimée du troisième fluide est supérieure ou égale audit deuxième seuil.
- [0032] Dans un mode de réalisation, le premier seuil de température correspond à l'addition d'une température mesurée ou souhaitée du flux gazeux sortant du deuxième dispositif de transfert thermique et d'une première valeur de température constante, ladite première valeur de température constante étant par exemple égale à 5°C.
- [0033] Dans un mode de réalisation, le deuxième seuil de température correspond à l'addition d'une température mesurée ou souhaitée du flux gazeux sortant du deuxième dispositif de transfert thermique et d'une deuxième valeur de température constante, ladite deuxième valeur de température constante étant par exemple égale à 20°C.
- [0034] L'installation peut bien entendu comprendre d'autres composants.
- [0035] Par exemple, de manière non limitative, l'installation peut comprendre un module de production de vapeur comportant ledit deuxième dispositif de transfert thermique.
- [0036] Dans un mode de réalisation, le module de production de vapeur peut comprendre un évaporateur configuré pour faire passer le premier fluide d'un état liquide à l'état gazeux.
- [0037] L'invention a aussi pour objet un procédé de fourniture de vapeur mettant en œuvre une installation telle que définie ci-dessus, comprenant :
- une étape de transfert thermique, dans laquelle ledit premier dispositif de transfert thermique est mis en œuvre pour transférer de la chaleur du troisième fluide au deuxième fluide afin d'augmenter la température du deuxième fluide,
 - une étape de commande, dans laquelle l'installation est sélectivement placée dans une configuration parmi plusieurs configurations d'une liste incluant :
 - une configuration, dite « configuration d'échange direct », dans laquelle ledit deuxième circuit est configuré pour acheminer le deuxième fluide du premier dispositif de transfert thermique au deuxième dispositif de transfert thermique de sorte à réaliser une étape de surchauffe, dans laquelle le deuxième dispositif de transfert thermique est mis en œuvre pour transférer de la chaleur du

deuxième fluide à un flux du premier fluide à l'état gazeux afin d'augmenter la température de ce flux gazeux,

- une configuration, dite « configuration de déchargement thermique », dans laquelle le deuxième circuit est configuré pour acheminer le deuxième fluide du dispositif de stockage thermique au deuxième dispositif de transfert thermique, dans laquelle le deuxième dispositif de transfert thermique est mis en œuvre pour transférer de la chaleur du deuxième fluide à un flux du premier fluide à l'état gazeux afin d'augmenter la température de ce flux gazeux.

[0038] Le procédé peut bien entendu comprendre des étapes correspondantes à la mise en œuvre d'une ou plusieurs configurations décrites ci-dessus et/ou d'autres étapes de mise en œuvre de l'installation.

[0039] Par exemple, de manière non limitative, le procédé peut comprendre une étape d'évaporation, dans laquelle ledit évaporateur est mis en œuvre pour faire passer le premier fluide de l'état liquide à l'état gazeux.

[0040] De manière générale, l'invention permet de produire de la vapeur industrielle en utilisant une source de chaleur fatale tout en assurant une fourniture continue de vapeur en dépit de fluctuations du débit ou de la température de la source.

[0041] Par rapport aux technologies de production de vapeur par source électrique, l'invention permet de réduire substantiellement la consommation d'énergie électrique.

[0042] L'invention permet en outre de produire de la vapeur industrielle sans recourir à un générateur à combustion, permettant de réduire substantiellement les émissions polluantes, dont le dioxyde de carbone.

[0043] L'invention peut être mise en œuvre dans de nombreuses applications industrielles, par exemple en utilisant la vapeur dans le cadre de procédés de production d'hydrogène par électrolyse ou encore au sein d'une centrale thermique à turbine à vapeur.

[0044] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée, non limitative, qui suit.

Brève description des dessins

[0045] La description détaillée qui suit fait référence aux dessins annexés sur lesquels :

- [Fig.1] est une vue schématique d'une installation de fourniture de vapeur conforme à l'invention ;
- [Fig.2] est une vue schématique d'une installation de fourniture de vapeur conforme à l'invention, l'installation étant dans une première configuration ;
- [Fig.3] est une vue schématique de l'installation de la [Fig.2] dans une deuxième configuration ;

- [Fig.4] est une vue schématique de l'installation de la [Fig.2] dans une troisième configuration ;
- [Fig.5] est une vue schématique de l'installation de la [Fig.2] dans une quatrième configuration ;
- [Fig.6] est une vue schématique de l'installation de la [Fig.2] dans une cinquième configuration ;
- [Fig.7] est une vue schématique de l'installation de la [Fig.2] dans une sixième configuration ;
- [Fig.8] est une vue schématique de l'installation de la [Fig.2] dans une septième configuration.

Description détaillée de modes de réalisation

- [0046] La [Fig.1] montre de manière schématique et simplifiée une installation 1 conforme à l'invention.
- [0047] L'installation 1 comprend différents circuits fluidiques 2, 3 et 4 recevant respectivement un premier fluide, un deuxième fluide et un troisième fluide.
- [0048] Dans cet exemple non limitatif, le premier fluide, aussi appelé « fluide de sortie », comprend de l'eau et le deuxième fluide est un fluide caloporteur tel qu'une huile ou de l'eau.
- [0049] Le troisième fluide est un fluide provenant dans cet exemple d'une source de chaleur fatale et peut se présenter à l'état gazeux et/ou liquide. De manière non limitative, le troisième fluide, aussi appelé « fluide d'entrée », peut comprendre un gaz de combustion, de l'air ou encore de la vapeur d'eau.
- [0050] L'installation 1 comprend des dispositifs de transfert thermique 6 et 7, ainsi qu'un dispositif de stockage thermique 8.
- [0051] Le dispositif 6 comprend dans cet exemple un échangeur de chaleur configuré pour pouvoir transférer de la chaleur du fluide d'entrée circulant dans le circuit 4 au fluide caloporteur circulant dans le circuit 3.
- [0052] À titre indicatif, le dispositif 6 peut être un échangeur de chaleur du type économiseur-récupérateur, par exemple un échangeur à tube et ailettes, ou un échangeur à plaques.
- [0053] Le dispositif 7 comprend dans cet exemple un dispositif de surchauffe configuré pour pouvoir transférer de la chaleur du fluide caloporteur circulant dans le circuit 3 au fluide de sortie circulant dans le circuit 2, lorsque l'installation 1 fonctionne dans un mode de fourniture de vapeur (voir ci-dessous).
- [0054] Le dispositif de stockage thermique 8 est configuré pour pouvoir stocker de la chaleur du fluide caloporteur circulant dans le circuit 3, lorsque l'installation 1 fonctionne dans un mode de stockage d'énergie (voir ci-dessous).
- [0055] À titre indicatif, le dispositif 8 peut se présenter sous forme de réservoir calorifugé.

Dans une variante de réalisation, non limitative, un tel réservoir comprend un média de stockage de chaleur, par exemple des roches.

[0056] L'installation 1 est configurée pour pouvoir être placée, sélectivement, dans différentes configurations décrites plus loin ci-dessous en référence aux figures 2 à 8, incluant des configurations dans lesquelles l'installation 1 fonctionne en mode de fourniture de vapeur, des configurations dans lesquelles l'installation 1 fonctionne en mode de stockage d'énergie et des configurations dans lesquelles l'installation 1 fonctionne à la fois en mode de fourniture de vapeur et en mode de stockage d'énergie.

[0057] De manière générale, en mode de stockage d'énergie, les fluides circulant dans l'installation 1 présentent des températures respectives telles que, d'une part, l'échangeur 6 transfère de la chaleur du fluide d'entrée circulant dans le circuit 4 au fluide caloporteur circulant dans le circuit 3, augmentant ainsi la température du fluide caloporteur et, d'autre part, que le dispositif de stockage d'énergie 8 stocke de la chaleur du fluide caloporteur ainsi réchauffé.

[0058] En mode de fourniture de vapeur, les fluides circulant dans l'installation 1 présentent des températures respectives telles que le dispositif de surchauffe 7 transfère de la chaleur du fluide caloporteur circulant dans le circuit 3 au fluide de sortie qui circule dans le circuit 2 en arrivant dans le dispositif de surchauffe 7 sous la forme d'un flux à l'état gazeux, augmentant ainsi la température de ce flux gazeux. En mode de fourniture de vapeur, le fluide caloporteur qui arrive dans le dispositif de surchauffe 7 peut provenir de l'échangeur 6 et/ou du dispositif de stockage d'énergie 8, en fonction de la configuration dans laquelle l'installation 1 est placée (voir ci-dessous).

[0059] L'installation 1 permet ainsi de fournir de la vapeur dudit fluide de sortie, ici de la vapeur d'eau, de manière sensiblement continue en dépit de variations temporaires de la température et/ou du débit du fluide d'entrée.

[0060] De manière non limitative, l'installation 1 peut être mise en œuvre pour fournir de la vapeur à un procédé de production d'hydrogène par électrolyse à haute température. L'invention peut bien entendu être mise en œuvre dans de nombreuses applications de production de vapeur industrielle et en utilisant comme source de chaleur fatale une installation industrielle telle qu'une cimenterie ou autre.

[0061] Les figures 2 à 8 montrent une installation 1 similaire à celle de la [Fig.1], selon différentes configurations.

[0062] Par rapport à la représentation simplifiée de la [Fig.1], les figures 2 à 8 montrent quelques détails structurels non limitatifs de l'installation 1, décrits ci-après en référence à la [Fig.2]. Les figures 2 à 8 montrant l'installation 1 avec les mêmes composants dans la même disposition, les signes de référence de ces composants placés sur la [Fig.2] ne sont pas tous repris sur les figures 3 à 8 afin d'éviter de les surcharger.

- [0063] En référence à la partie de l'installation 1 de la [Fig.2] comportant le circuit 2 (vers la droite de la figure), l'installation 1 comprend dans cet exemple un dégazeur 11, un évaporateur 12, une pompe 13, une vanne 14 et des conduits 20-27 formant le circuit 2 d'acheminement dudit premier fluide, ou fluide de sortie, qui est ici de l'eau.
- [0064] Dans cet exemple, l'eau arrive à l'état liquide dans le dégazeur 11, de type dégazeur thermique à vapeur, par le conduit 20 en provenance par exemple d'une unité de traitement d'eau (non représentée). Le dégazeur 11 permet d'éliminer des gaz tel que l'oxygène dissous dans l'eau, et de les évacuer par le conduit 21 qui peut être un évent.
- [0065] La pompe 13 permet d'extraire du dégazeur 11 l'eau ainsi traitée et de l'acheminer jusqu'à l'évaporateur 12 via les conduits 22 et 23, à une pression pouvant typiquement être comprise entre 1 bara (10^5 Pa) et 15 bara (15×10^5 Pa).
- [0066] L'évaporateur 12 permet de faire passer l'eau à l'état gazeux, sous forme de vapeur d'eau saturée. De manière non limitative, l'évaporateur 12 peut comprendre un échangeur du type Kettle ou à plaques.
- [0067] La vanne 14 permet d'une part d'acheminer tout ou partie de cette vapeur saturée vers le dégazeur 11, via les conduits 24 et 25, de sorte à préchauffer l'eau tout en la maintenant dans le dégazeur 11 à température constante.
- [0068] La vanne 14 permet d'autre part d'acheminer tout ou partie de la vapeur saturée sortant de l'évaporateur 12 vers le dispositif de surchauffe 7, via les conduits 24 et 26, de manière à constituer ledit flux gazeux.
- [0069] Le dispositif de surchauffe 7, le dégazeur 11 et l'évaporateur 12 constitue un module de production de vapeur, cette dernière sortant de l'installation 1 par le conduit 27.
- [0070] En référence à la partie de l'installation 1 de la [Fig.2] comportant le circuit 3 (partie centrale de la figure), l'installation 1 comprend dans cet exemple un vase d'expansion 31, un dispositif de chauffage 32, des pompes 33-35, des vannes 40-46 et des conduits 50-69 configurés pour recevoir le fluide caloporteur à une pression pouvant typiquement être comprise entre 1 bara (10^5 Pa) et 40 bara (40×10^5 Pa).
- [0071] Le dispositif de chauffage 32 comprend dans cet exemple un chauffeur électrique qui peut être alimenté par un dispositif de stockage d'énergie électrique (non représenté).
- [0072] L'échangeur 6 et le chauffeur 32 sont reliés l'un à l'autre par les conduits 50 à 53, via les vannes 40 à 42.
- [0073] Le chauffeur 32 et le dispositif de surchauffe 7 sont reliés l'un à l'autre par les conduits 54 et 56 via la vanne 43.
- [0074] Le conduit 55 est relié aux vannes 42 et 43 de manière à former une branche de contournement du chauffeur 32.
- [0075] Le dispositif de surchauffe 7 et l'évaporateur 12 sont reliés l'un à l'autre par le conduit 57.
- [0076] L'évaporateur 12 et la pompe 33 sont reliés l'un à l'autre par le conduit 58.

- [0077] La pompe 33 et l'échangeur 6 sont reliés l'un à l'autre par les conduits 59, 60, 64 et 65 via les vannes 44, 45 et 46.
- [0078] Le vase d'expansion 31 est relié au conduit 59 par la vanne 44 via le conduit 69.
- [0079] Le dispositif de stockage d'énergie 8 est relié d'une part à l'échangeur 6 par les conduits 50 et 66 via la vanne 40 et, d'autre part, à la pompe 35 par le conduit 67, la pompe 35 étant reliée au conduit 65 par le conduit 68 via la vanne 46.
- [0080] Le dispositif de stockage d'énergie 8 est aussi relié d'une part à la pompe 34 par le conduit 62, la pompe 34 étant reliée à la vanne 41 par le conduit 63 et, d'autre part, à la vanne 45 par le conduit 61.
- [0081] En référence à la partie de l'installation 1 de la [Fig.2] comportant le circuit 4 (vers la gauche de la figure), l'installation 1 comprend dans cet exemple une vanne de régulation 70 qui est reliée au conduit 50 du circuit 2 par un conduit 71 et est configurée pour ajuster le débit du fluide acheminé dans l'échangeur 6 par le circuit 4 de sorte que la température du fluide caloporteur circulant dans le circuit 2 reste inférieure à un seuil de température. Ce seuil peut typiquement être de 350°C, ou plus préférentiellement 250°C.
- [0082] À titre indicatif, le fluide d'entrée circulant dans le circuit 4 peut typiquement avoir une température comprise entre 50°C et 500°C.
- [0083] Il va maintenant être décrit différentes configurations de l'installation 1. Chacune des figures 2 à 8 présente une configuration respective, dans laquelle les vannes 40 à 46 du circuit 3 sont configurées pour faire circuler le fluide caloporteur dans le circuit 3 dans des conduits respectifs du circuit 3 indiqués par des traits discontinus.
- [0084] La [Fig.2] montre l'installation 1 dans une configuration C1, aussi appelée « configuration d'échange direct ».
- [0085] Dans la configuration C1, les vannes 40-46 du circuit 3 sont configurées pour acheminer le fluide caloporteur de l'échangeur 6 au dispositif de surchauffe 7 par les conduits 50, 51, 52, 55 et 56, puis du dispositif de surchauffe 7 à l'évaporateur 12 par le conduit 57, puis de l'évaporateur 12 à l'échangeur 6 par les conduits 58, 59, 60, 64 et 65, sous l'action de la pompe 33.
- [0086] Ainsi, le fluide caloporteur passe directement de l'échangeur 6 au dispositif de surchauffe 7, sans passer par le dispositif de stockage thermique 8 et en contournant le chauffeur 32 par la branche 55. En sortie de l'évaporateur 12, le fluide caloporteur est directement renvoyé à l'échangeur 6 sous l'action de la pompe 33, sans passer par le dispositif de stockage thermique 8.
- [0087] La configuration d'échange direct C1 met ainsi en œuvre ledit mode de fourniture de vapeur et ne met pas en œuvre ledit mode de stockage d'énergie.
- [0088] L'installation 1 est typiquement placée dans la configuration d'échange direct C1 lorsque le fluide d'entrée circulant dans le circuit 4 a une température légèrement su-

périeure à celle du flux gazeux sortant du dispositif de surchauffe 7 par le conduit 27, par exemple avec une différence comprise entre 5°C et 20°C.

- [0089] La description de la [Fig.2] qui précède s'applique par analogie aux figures 3 à 8, qui sont décrites ci-dessous uniquement selon leurs différences par rapport à la configuration C1 de la [Fig.2].
- [0090] La [Fig.3] montre l'installation 1 dans une configuration C2, aussi appelée « configuration de chargement thermique ».
- [0091] Dans la configuration C2, les vannes du circuit 3 sont configurées pour acheminer le fluide caloporteur de l'échangeur 6 au dispositif de stockage thermique 8 par les conduits 50 et 66 et du dispositif de stockage thermique 8 à l'échangeur 6 par les conduits 67, 68 et 65, sous l'action de la pompe 35.
- [0092] Ainsi, le fluide caloporteur passe directement de l'échangeur 6 au dispositif de stockage thermique 8 sans passer par le module de production de vapeur ni par la partie du circuit 3 comportant le chauffeur 32.
- [0093] Ainsi, la configuration de chargement thermique C2 met en œuvre ledit mode de stockage d'énergie et ne met pas en œuvre ledit mode de fourniture de vapeur.
- [0094] L'installation 1 est typiquement placée dans la configuration de chargement thermique C2 lorsque le fluide d'entrée circulant dans le circuit 4 a une température suffisante pour permettre un stockage de chaleur et, soit lorsqu'il n'est pas souhaité de produire de la vapeur avec l'installation 1, soit parce que la température du fluide d'entrée est insuffisante pour réchauffer le flux gazeux au sein du dispositif de surchauffe 7.
- [0095] La [Fig.4] montre l'installation 1 dans une configuration C3, aussi appelée « configuration de déchargement thermique ».
- [0096] Dans la configuration C3, les vannes du circuit 3 sont configurées pour acheminer le fluide caloporteur du dispositif de stockage thermique 8 au dispositif de surchauffe 7 par les conduits 62, 63, 52, 55 et 56, puis du dispositif de surchauffe 7 à l'évaporateur 12 par le conduit 57, puis de l'évaporateur 12 au dispositif de stockage thermique 8 par les conduits 58, 59, 60 et 61, sous l'action de la pompe 33.
- [0097] Ainsi, le fluide caloporteur passe directement du dispositif de stockage thermique 8 au dispositif de surchauffe 7 en contournant le chauffeur 32 par la branche 55.
- [0098] La configuration de déchargement thermique C3 met ainsi en œuvre ledit mode de fourniture de vapeur et ne met pas en œuvre ledit mode de stockage d'énergie.
- [0099] L'installation 1 est typiquement placée dans la configuration de déchargement thermique C3 lorsque la température du fluide d'entrée circulant dans le circuit 4 est insuffisante à la fois pour emmagasiner de la chaleur dans le dispositif de stockage thermique 8 et pour surchauffer le flux gazeux au sein du dispositif de surchauffe 7, et lorsque la quantité de chaleur stockée par le dispositif 8 est suffisante pour surchauffer

le flux gazeux au sein du dispositif de surchauffe 7.

- [0100] La [Fig.5] montre l'installation 1 dans une configuration C4, aussi appelée « configuration mixte ».
- [0101] Dans la configuration mixte C4, les vannes du circuit 3 sont configurées pour acheminer le fluide caloporteur de l'échangeur 6 au dispositif de stockage thermique 8 par les conduits 50 et 66, puis du dispositif de stockage thermique 8 au dispositif de surchauffe 7 par les conduits 62, 63, 52, 55 et 56, puis du dispositif de surchauffe 7 à l'évaporateur 12 par le conduit 57, puis de l'évaporateur 12 à l'échangeur 6 par les conduits 58, 59, 60, 64 et 65, sous l'action de la pompe 33.
- [0102] Ainsi, le fluide caloporteur passe de l'échangeur 6 au dispositif de surchauffe 7 via le dispositif de stockage thermique 8, en contournant le chauffeur 32 par la branche 55. En sortie de l'évaporateur 12, le fluide caloporteur est directement renvoyé à l'échangeur 6 sous l'action de la pompe 33, sans passer par le dispositif de stockage thermique 8.
- [0103] La configuration mixte C4 met ainsi en œuvre à la fois ledit mode de fourniture de vapeur et ledit mode de stockage d'énergie.
- [0104] L'installation 1 est typiquement placée dans la configuration mixte C4 lorsque le fluide d'entrée circulant dans le circuit 4 a une température très supérieure à celle du flux gazeux sortant du dispositif de surchauffe 7, par exemple une différence supérieure ou égale à 20°C.
- [0105] La [Fig.6] montre l'installation 1 dans une configuration C5, aussi appelée « configuration électrique », qui est décrite ci-après uniquement selon ses différences par rapport à la configuration C3.
- [0106] La configuration C5 se distingue de la configuration C3 en ce que le fluide caloporteur passe du dispositif de stockage thermique 8 au dispositif de surchauffe 7 par l'intermédiaire du chauffeur électrique 32, c'est-à-dire par les conduits 53 et 54 et non par le conduit de contournement 55.
- [0107] La configuration C5 met donc elle aussi en œuvre ledit mode de fourniture de vapeur et ne met pas en œuvre ledit mode de stockage d'énergie.
- [0108] L'installation 1 est typiquement placée dans la configuration électrique C5 lorsque la quantité de chaleur stockée par le dispositif 8 est insuffisante pour surchauffer le flux gazeux au sein du dispositif de surchauffe 7.
- [0109] La configuration C5 peut être mise en œuvre temporairement lors du démarrage de l'installation 1, avant de basculer dans la configuration de déchargement thermique C3 lorsque des conditions thermodynamiques sont stabilisées ou lorsque des températures suffisantes sont atteintes.
- [0110] Il en va de même concernant la configuration d'échange direct C1 et la configuration mixte C4 qui peuvent être mises en œuvre après un démarrage de l'installation 1 placée

dans les configurations C6 et C7, respectivement (voir ci-dessous).

- [0111] La [Fig.7] montre l'installation 1 dans une configuration C6 qui est décrite ci-après uniquement selon ses différences par rapport à la configuration C1.
- [0112] La configuration C6 se distingue de la configuration C1 en ce que le fluide caloporteur passe de l'échangeur 6 au dispositif de surchauffe 7 par l'intermédiaire du chauffeur électrique 32, c'est-à-dire par les conduits 53 et 54 et non par le conduit de contournement 55.
- [0113] La [Fig.8] montre l'installation 1 dans une configuration C7 qui est décrite ci-après uniquement selon ses différences par rapport à la configuration C4.
- [0114] La configuration C7 se distingue de la configuration C4 en ce que le fluide caloporteur passe du dispositif de stockage thermique 8 au dispositif de surchauffe 7 par l'intermédiaire du chauffeur électrique 32, c'est-à-dire par les conduits 53 et 54 et non par le conduit de contournement 55.
- [0115] Les configurations C5, C6 et C7 peuvent ainsi être mises en œuvre en tant que configuration de démarrage électrique.
- [0116] Le changement de configuration de l'installation 1 peut être effectué par des moyens de commande (non représentés), notamment de commande des vannes du circuit 3.
- [0117] L'installation 1 peut comprendre un ou plusieurs capteurs (non représentés), par exemple un capteur de température du fluide d'entrée circulant dans le circuit 4, en amont de l'échangeur 6.
- [0118] Les moyens de commande peuvent être configurés pour placer l'installation 1 dans l'une ou l'autre des configurations décrites ci-dessus en fonction d'un ou plusieurs paramètres qui peuvent inclure la température du fluide d'entrée mesurée à l'aide du capteur précité.
- [0119] Par exemple, les moyens de commande peuvent être configurés pour placer l'installation 1 dans la configuration d'échange direct C1 si la température mesurée ou estimée du fluide d'entrée est supérieure à un premier seuil de température prédéterminé et inférieure à un deuxième seuil de température prédéterminé.
- [0120] De manière non limitative, le premier seuil, respectivement le deuxième seuil, peut correspondre à une température de 5°C, respectivement de 20°C, au-dessus d'une température mesurée ou souhaitée du flux gazeux sortant du dispositif surchauffe 7.
- [0121] Pour autre exemple non limitatif, les moyens de commande peuvent être configurés pour placer l'installation 1 dans la configuration mixte C4 si la température mesurée ou estimée du fluide d'entrée est supérieure audit deuxième seuil.
- [0122] Bien entendu, de nombreuses variantes peuvent être apportées à la description qui précède. Par exemple, le module de production de vapeur peut comprendre des organes de génération de vapeur autres que le dégazeur 11 et l'évaporateur 12 décrits ci-dessus et/ou des organes autrement agencés et/ou produire de la vapeur d'un fluide

comportant différentes combinaisons de gaz. À titre d'exemple de variante de réalisation, le module de production de vapeur peut être dépourvu du conduit de recirculation 25 entre l'évaporateur 12 et le dégazeur 11.

[0123] Dans l'exemple des figures 2 à 8, l'installation 1 comprend un vase d'expansion 31 qui peut être mis en œuvre par ouverture de la vanne 44 (voir [Fig.2]). De manière non limitative, le vase d'expansion 31 peut être à membrane ou à vessie. Dans des variantes de réalisation, un tel vase d'expansion 31 peut être monté sur une autre partie du circuit 3 ou être supprimé du circuit 3.

[0124] L'installation 1 peut comprendre des organes additionnels et/ou des composants agencés autrement que dans la [Fig.2]. Par exemple, la pompe 33 peut être montée entre le dispositif de surchauffe 7 et l'évaporateur 12.

Revendications

[Revendication 1]

Installation (1) de fourniture de vapeur, comprenant :

- un premier circuit (2) configuré pour recevoir un premier fluide,
- un deuxième circuit (3) configuré pour recevoir un deuxième fluide caloporteur,
- un troisième circuit (4) configuré pour recevoir un troisième fluide,
- un premier dispositif de transfert thermique (6) configuré pour pouvoir transférer de la chaleur dudit troisième fluide audit deuxième fluide afin d'augmenter la température du deuxième fluide,
- un deuxième dispositif de transfert thermique (7) configuré pour pouvoir transférer de la chaleur dudit deuxième fluide à un flux dudit premier fluide à l'état gazeux afin d'augmenter la température de ce flux gazeux,
- un dispositif de stockage thermique (8) configuré pour pouvoir stocker de la chaleur dudit deuxième fluide,

l'installation (1) étant configurée pour pouvoir être sélectivement placée dans une configuration parmi plusieurs configurations d'une liste incluant :

- une configuration (C1), dite « configuration d'échange direct », dans laquelle le deuxième circuit (3) est configuré pour acheminer le deuxième fluide du premier dispositif de transfert thermique (6) au deuxième dispositif de transfert thermique (7),
- une configuration (C3), dite « configuration de déchargement thermique », dans laquelle le deuxième circuit (3) est configuré pour acheminer le deuxième fluide du dispositif de stockage thermique (8) au deuxième dispositif de transfert thermique (7).

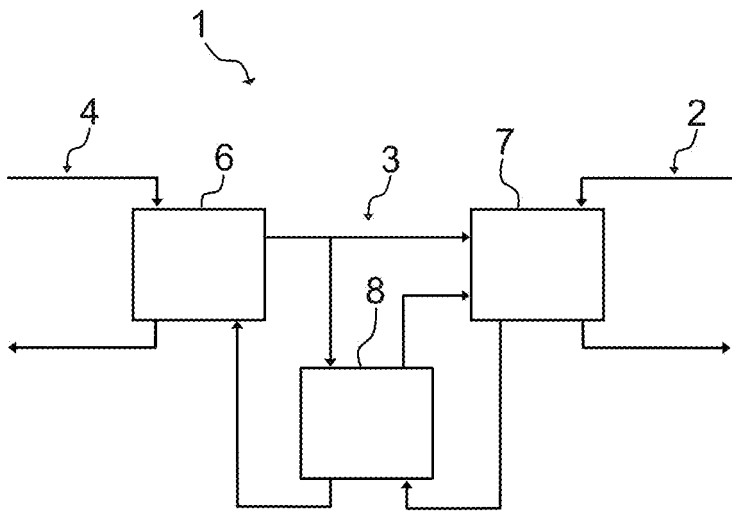
[Revendication 2]

Installation (1) selon la revendication 1, dans laquelle ladite liste inclut une configuration (C2), dite « configuration de chargement thermique », dans laquelle le deuxième circuit (3) est configuré pour acheminer le

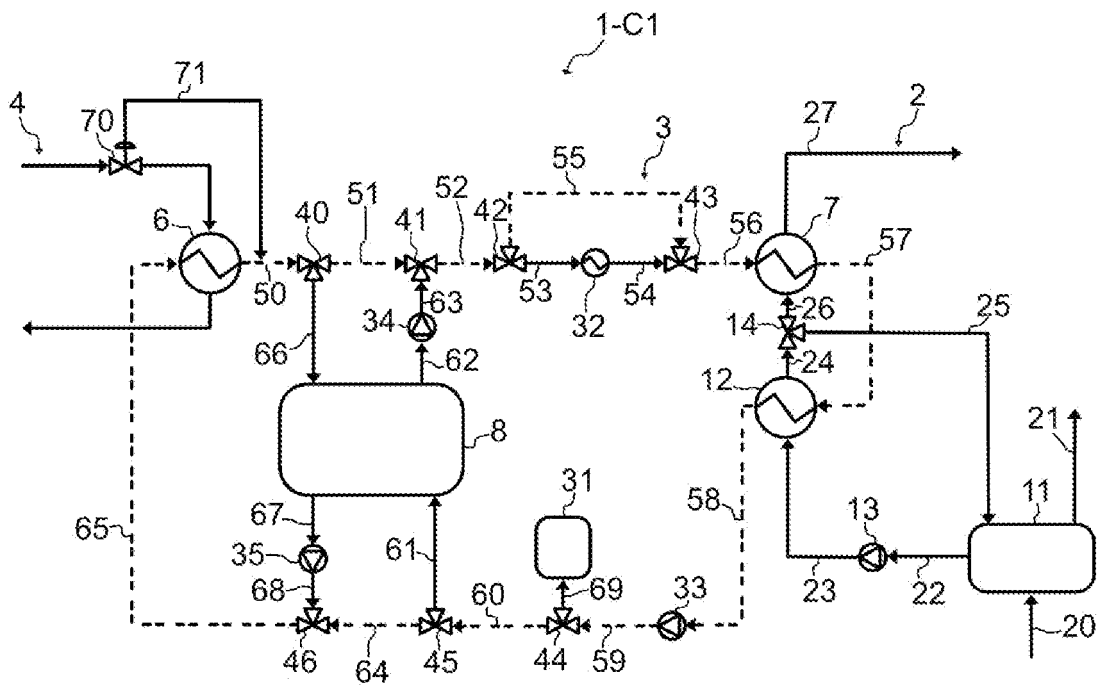
- deuxième fluide du premier dispositif de transfert thermique (6) au dispositif de stockage thermique (8).
- [Revendication 3] Installation (1) selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle ladite liste inclut une configuration (C4), dite « configuration mixte », dans laquelle le deuxième circuit (3) est configuré pour acheminer le deuxième fluide du premier dispositif de transfert thermique (6) au dispositif de stockage thermique (8) et du dispositif de stockage thermique (8) au deuxième dispositif de transfert thermique (7).
- [Revendication 4] Installation (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, comprenant un dispositif de chauffage (32), de préférence électrique, configuré pour élever la température du deuxième fluide en amont du deuxième dispositif de transfert thermique (7).
- [Revendication 5] Installation (1) selon la revendication 4, dans laquelle le deuxième circuit (3) comprend une branche de contournement (55) du dispositif de chauffage (32), le deuxième circuit (3) étant configuré pour acheminer le deuxième fluide du premier dispositif de transfert thermique (6) au deuxième dispositif de transfert thermique (7) par la branche de contournement (55) lorsque l'installation (1) est dans ladite configuration d'échange direct (C1).
- [Revendication 6] Installation (1) selon la revendication 4 ou 5, dans laquelle ladite liste inclut une configuration (C5), dite « configuration électrique », dans laquelle le deuxième circuit (3) est configuré pour acheminer le deuxième fluide du dispositif de stockage thermique (8) au dispositif de chauffage (32) et du dispositif de chauffage (32) au deuxième dispositif de transfert thermique (7).
- [Revendication 7] Installation (1) selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, dans laquelle ladite liste inclut une configuration (C6) dans laquelle le deuxième circuit (3) est configuré pour acheminer le deuxième fluide du premier dispositif de transfert thermique (6) au dispositif de chauffage (32) et du dispositif de chauffage (32) au deuxième dispositif de transfert thermique (7).
- [Revendication 8] Installation (1) selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, dans laquelle ladite liste inclut une configuration (C7) dans laquelle le deuxième circuit (3) est configuré pour acheminer le deuxième fluide du premier dispositif de transfert thermique (6) au dispositif de stockage thermique (8), du dispositif de stockage thermique (8) au dispositif de chauffage (32) et du dispositif de chauffage (32) au deuxième dispositif de transfert thermique (7).

- [Revendication 9] Installation (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant un capteur configuré pour estimer la température dudit troisième fluide et des moyens de commande configurés pour placer l'installation (1) dans ladite configuration d'échange direct (C1) si la température estimée du troisième fluide est supérieure à un premier seuil de température prédéterminé et inférieure à un deuxième seuil de température prédéterminé, le deuxième seuil étant inférieur au premier seuil.
- [Revendication 10] Procédé de fourniture de vapeur mettant en œuvre une installation (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comprenant :
- une étape de transfert thermique, dans laquelle ledit premier dispositif de transfert thermique (6) est mis en œuvre pour transférer de la chaleur du troisième fluide au deuxième fluide afin d'augmenter la température du deuxième fluide,
 - une étape de commande, dans laquelle l'installation (1) est sélectivement placée dans une configuration parmi plusieurs configurations d'une liste incluant :
 - une configuration (C1), dite « configuration d'échange direct », dans laquelle ledit deuxième circuit (3) est configuré pour acheminer le deuxième fluide du premier dispositif de transfert thermique (6) au deuxième dispositif de transfert thermique (7) de sorte à réaliser une étape de surchauffe, dans laquelle le deuxième dispositif de transfert thermique (7) est mis en œuvre pour transférer de la chaleur du deuxième fluide à un flux du premier fluide à l'état gazeux afin d'augmenter la température de ce flux gazeux,
 - une configuration (C3), dite « configuration de déchargement thermique », dans laquelle le deuxième circuit (3) est configuré pour acheminer le deuxième fluide du dispositif de stockage thermique (8) au deuxième dispositif de transfert thermique (7), dans laquelle le deuxième dispositif de transfert thermique (7) est mis en œuvre pour transférer de la chaleur du deuxième fluide à un flux du premier fluide à l'état gazeux afin d'augmenter la température de ce flux gazeux.

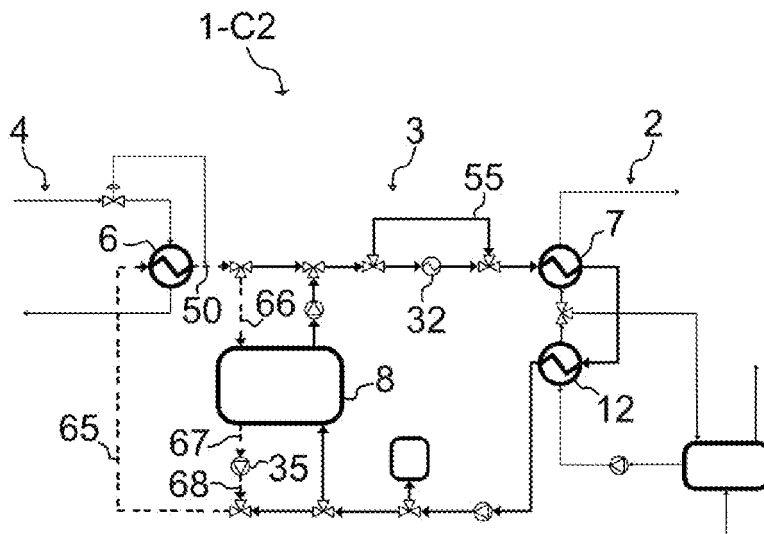
[Fig. 1]

**FIG. 1**

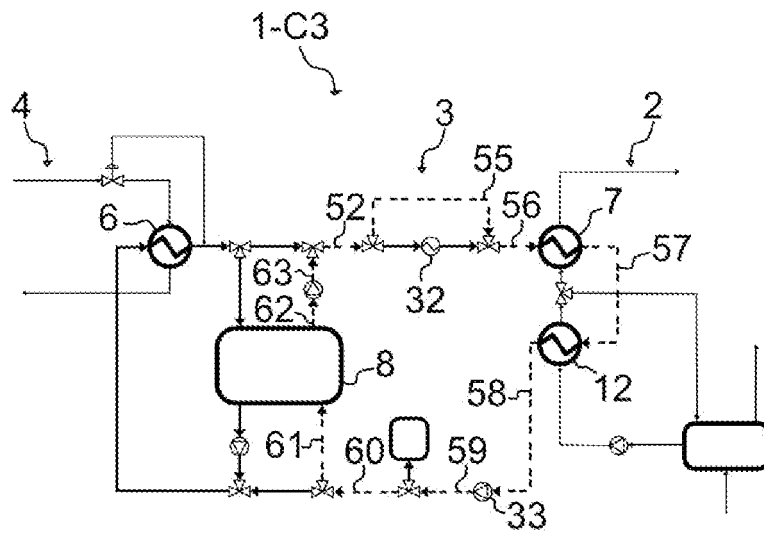
[Fig. 2]

**FIG. 2**

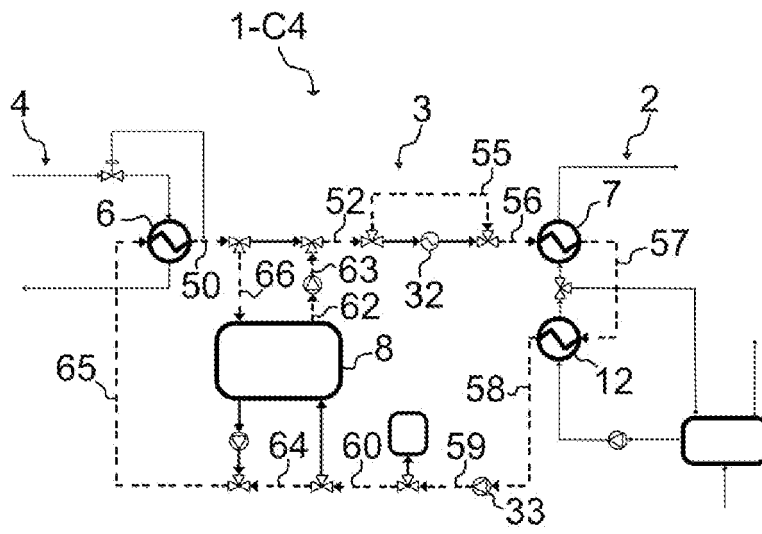
[Fig. 3]

**FIG. 3**

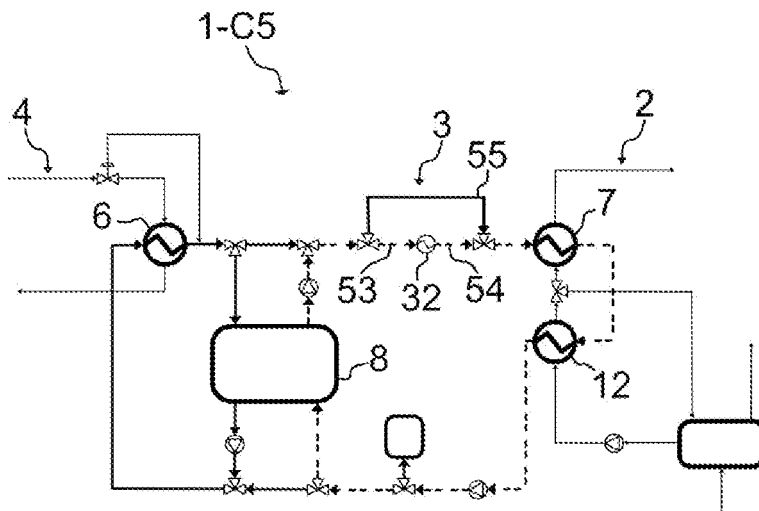
[Fig. 4]

**FIG. 4**

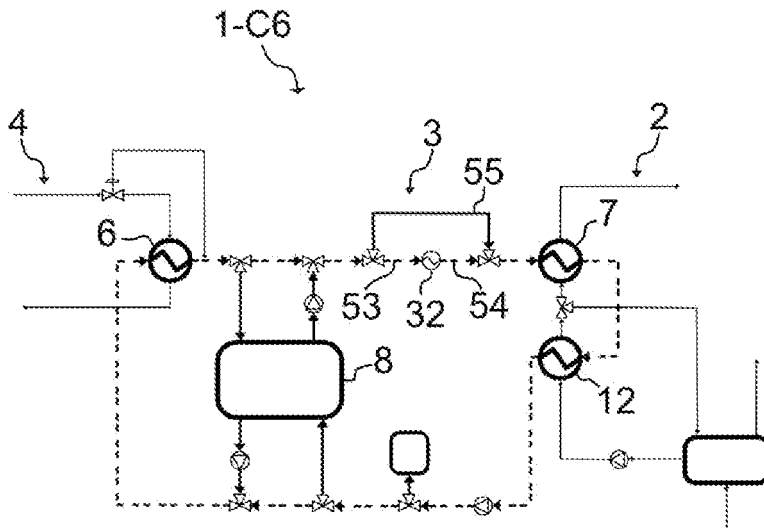
[Fig. 5]

**FIG. 5**

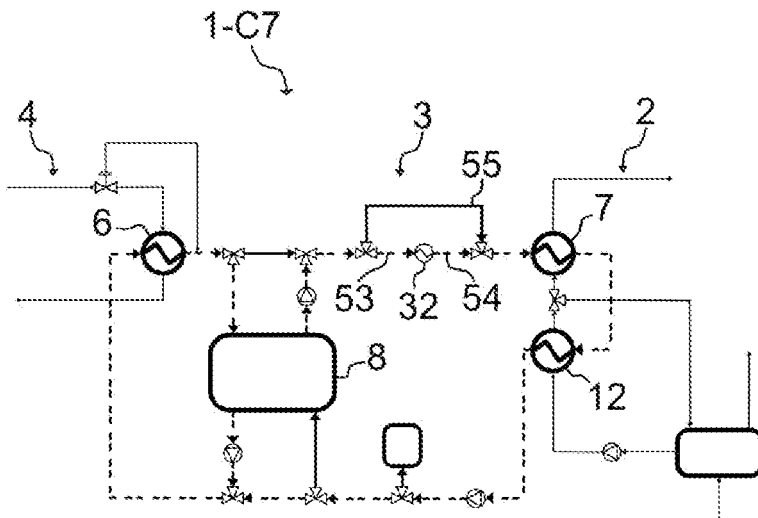
[Fig. 6]

**FIG. 6**

[Fig. 7]

**FIG. 7**

[Fig. 8]

**FIG. 8**

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 919412
FR 2305086

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 3 835 555 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 16 juin 2021 (2021-06-16) * abrégé; figures 1, 9 * * alinéas [0021], [0028], [0029], [0039] - [0057], [0068], [0083], [0092], [0104], [0105] * -----	1-10	F22B 1/02 F24H 15/20
A	CN 109 026 239 A (HEFEI INST PHYSICAL SCI CAS) 18 décembre 2018 (2018-12-18) * Section "Detailed Ways"; figure 1 * -----	1-10	
A	EP 3 139 100 A1 (FRANCE AIR [FR]) 8 mars 2017 (2017-03-08) * abrégé; figures 1, 2 * * alinéas [0015] - [0041] * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F01K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
28 novembre 2023		Varelas, Dimitrios	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		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 & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2305086 FA 919412**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **28-11-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 3835555 A1	16-06-2021	EP 3835555 A1	16-06-2021
		FR 3104688 A1	18-06-2021

CN 109026239 A	18-12-2018	AUCUN	

EP 3139100 A1	08-03-2017	EP 3139100 A1	08-03-2017
		FR 3040771 A1	10-03-2017
