



(11)

EP 4 332 463 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
06.03.2024 Bulletin 2024/10

(21) Numéro de dépôt: **23194165.9**

(22) Date de dépôt: **30.08.2023**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):

F25B 25/00 (2006.01) **F25B 5/04** (2006.01)
F25B 25/02 (2006.01) **F25B 15/00** (2006.01)
F25B 15/04 (2006.01) **F25B 15/06** (2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):

F25B 25/005; F25B 5/04; F25B 15/00; F25B 15/04;
F25B 15/06; F25B 25/02; F25B 2300/00;
F25B 2315/00; F25B 2339/047

(84) Etats contractants désignés:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

Etats d'extension désignés:

BA

Etats de validation désignés:

KH MA MD TN

(30) Priorité: **31.08.2022 FR 2208702**

(71) Demandeur: **Commissariat à l'énergie atomique**
et aux énergies alternatives
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:

- **PHAN, Hai Trieu**
38054 Grenoble Cedex 09 (FR)
- **BOURDON, Delphine**
38054 Grenoble Cedex 09 (FR)
- **ROBIN, Jean-François**
38054 Grenoble Cedex 09 (FR)

(74) Mandataire: **Hautier IP**

20, rue de la Liberté
06000 Nice (FR)

(54) **DISPOSITIF DE PRODUCTION DE CHALEUR**

(57) L'invention concerne un dispositif de production de chaleur comprenant une première pompe à chaleur à compression (1) comprenant un premier circuit fluide (6) apte à recevoir un fluide caloporteur et sur lequel est agencé successivement un premier compresseur (3), un premier condenseur (4), un premier détendeur (5) et un premier évaporateur (2), caractérisé en ce que le dispositif comprend un transformateur de chaleur à absorption (20) comprenant un deuxième circuit fluide (25) apte à recevoir une solution de travail et sur lequel est agencé successivement un deuxième évaporateur (21), un absorbeur (22), un générateur (23) et un deuxième condenseur (24), le deuxième condenseur (24) est couplé au premier circuit fluide (6) en amont du premier compresseur (3) et préférentiellement en aval du premier évaporateur (2) et que le dispositif comprend un circuit de couplage (10) apte à recevoir un fluide de couplage et sur lequel est agencé le premier condenseur (4), le générateur (23) et le deuxième évaporateur (21).

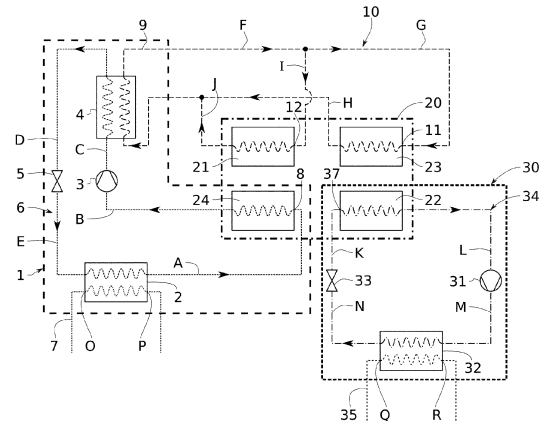


FIG. 2

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention concerne le domaine de la production de chaleur et notamment de chaleur industrielle. Elle trouvera son application pour des applications à fort besoin de décarbonation et notamment pour des pompes à chaleurs haute température.

ETAT DE LA TECHNIQUE

[0002] Les recherches s'orientent toujours plus vers le développement de solutions permettant l'optimisation des sources d'énergie notamment par la récupération optimale de chaleur fatale. Ces recherches ont notamment pour objet de réduire l'émission de CO₂.

[0003] Les pompes à chaleur haute température sont des technologies prometteuses. La pompe à chaleur haute température voire très haute température permet au fluide caloporteur d'atteindre une température de l'ordre de 100°C.

[0004] Dans ces types de pompes à chaleur, la difficulté réside dans la conception de compresseur ayant des coefficients de performance (COP) importants d'au moins 2 voire 3.

[0005] Par ailleurs, il est courant d'utiliser comme source de chaleur pour la pompe à chaleur de l'énergie fatale dont la température peut être assez basse. Il est alors difficile de remonter cette température de manière efficace et à un niveau de température suffisant pour une utilisation industrielle par exemple.

[0006] La publication C. Arpagaus et al., 2018, High temperature heat pumps: Market overview, state of the art, research status, réfrigérants, and application potentials, Energy 152 (2018) 985-1010 décrit différentes pompes à chaleur haute température avec compresseur à vapeur.

[0007] En parallèle, on connaît également les transformateurs de chaleur à absorption (TCA) encore dénommés Absorption Heat Transfer (AHT). Ces transformateurs sont présentés comme permettant une faible consommation électrique sans utilisation de compresseur. Cette technologie est jusqu'à présent encore peu connue.

[0008] Des systèmes de climatisation comprenant une machine à absorption et une machine à compression mécanique sont connues du document EP 3 627 074. Ces systèmes ont pour objet de proposer une solution complémentaire en cas de déficit de production de froid par la machine à absorption grâce à la machine à compression. Le fonctionnement d'une machine à absorption pour la production de froid diffère d'un transformateur de chaleur à absorption (TCA), de même en ce qui concerne une machine à compression mécanique qui produit du froid par rapport à une pompe à chaleur pour la production de chaleur. De plus, dans ce document le couplage des machines pour la production de froid se fait respec-

tivement par les condenseurs entre eux et les évaporateurs entre eux.

[0009] Il existe le besoin de proposer une solution qui permet à la fois d'utiliser de la chaleur fatale pour produire de l'énergie thermique pour l'industrie, classiquement au moins à 80° voir 100°C tout en ayant une consommation énergétique la plus faible possible.

RESUME

[0010] Pour atteindre cet objectif, selon un mode de réalisation on prévoit un dispositif de production de chaleur comprenant une première pompe à chaleur à compression comprenant un premier circuit fluide apte à recevoir un fluide caloporteur et sur lequel sont agencés successivement un premier compresseur, un premier condenseur, un premier détendeur et un premier évaporateur, caractérisé en ce que le dispositif comprend un transformateur de chaleur à absorption comprenant un deuxième circuit fluide apte à recevoir une solution de travail et sur lequel sont agencés successivement un deuxième évaporateur, un absorbeur, un générateur et un deuxième condenseur, le deuxième condenseur est couplé au, plus précisément est agencé sur le, premier circuit fluide en amont du premier compresseur et préférentiellement en aval du premier évaporateur et que le dispositif comprend un circuit de couplage apte à recevoir un fluide de couplage et sur lequel est agencé, préférentiellement successivement, le premier condenseur, le générateur et le deuxième évaporateur.

[0011] Ce dispositif permet ainsi de produire une chaleur dite à haute température avantageusement supérieure ou égale à 80°C préférentiellement supérieure ou égale à 100°C tout en valorisant une source de chaleur à basse température, préférentiellement à température ambiante, plus précisément entre 0 et 20°C en ayant toutefois une bonne efficacité.

[0012] Pour cela, le couplage entre la première pompe à chaleur et le transformateur de chaleur à absorption est réalisé au niveau du deuxième condenseur c'est-à-dire du condenseur du transformateur de chaleur à absorption de sorte que le premier fluide caloporteur de la première pompe à chaleur récupère le rejet thermique du deuxième condensateur du transformateur de chaleur à absorption. Cela permet d'optimiser l'évaporation du premier fluide caloporteur avant d'être comprimé dans le premier compresseur.

[0013] De plus, le dispositif permet également d'alimenter le transformateur de chaleur par l'énergie thermique produite par la première pompe à chaleur. L'énergie thermique de la première pompe à chaleur est transmise depuis le premier condenseur au générateur et à l'évaporateur du transformateur de chaleur à absorption. Cela est possible, car la première pompe à chaleur permet avantageusement d'atteindre une température du premier fluide caloporteur en sortie du premier compresseur d'au moins 80°C.

[0014] Un autre aspect concerne un procédé de pro-

duction de chaleur par un dispositif tel que décrit ci-dessus comprenant le couplage du premier circuit fluide de la première pompe à chaleur au transformateur de chaleur à absorption par le couplage entre le deuxième condenseur et le premier circuit fluide et par le couplage entre le premier condenseur et le générateur et avantageusement le deuxième évaporateur.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0015] Les buts, objets, ainsi que les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description détaillée d'un mode de réalisation de cette dernière qui est illustré par les dessins d'accompagnement.

La figure 1 représente un dispositif de production de chaleur selon un premier mode de réalisation de l'invention comprenant une première pompe à chaleur et un transformateur de chaleur à absorption.

La figure 2 représente un dispositif de production de chaleur selon un deuxième mode de réalisation de l'invention comprenant une première pompe à chaleur, un transformateur de chaleur à absorption et une deuxième pompe à chaleur.

La figure 3 représente le circuit du transformateur de chaleur à absorption.

[0016] Les dessins sont donnés à titre d'exemples et ne sont pas limitatifs de l'invention. Ils constituent des représentations schématiques de principe destinées à faciliter la compréhension de l'invention et ne sont pas nécessairement à l'échelle des applications pratiques.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

[0017] Avant d'entamer une revue détaillée de modes de réalisation de l'invention, sont énoncées ci-après des caractéristiques optionnelles qui peuvent éventuellement être utilisées en association ou alternativement :

- Selon un exemple, le circuit de couplage 10 est distinct du premier circuit fluide 6 et du deuxième circuit fluide 25. Préférentiellement, le premier circuit fluide 6 et le deuxième circuit fluide 25 sont distincts ;
- Selon un exemple, le deuxième condenseur 24 est agencé sur le premier circuit fluide 6 en aval du premier évaporateur 2 et en amont du premier compresseur 3 ;
- Selon un exemple, le dispositif comprend un premier circuit intermédiaire apte à recevoir un premier fluide intermédiaire et agencé entre le deuxième condenseur 24 et un échangeur thermique agencé sur le premier circuit fluide ;
- Selon un exemple, le premier évaporateur 2 est configuré pour être alimenté par une source froide basse température 7, préférentiellement inférieure à 20°C, plus préférentiellement inférieure à 15°C ;

- Selon un exemple, le générateur 23 et le deuxième évaporateur 21 sont agencés en parallèle sur le circuit de couplage 10 ;
- Selon un exemple, le circuit de couplage une sortie du premier condenseur 4 est connectée fluidiquement, préférentiellement directement, à une entrée du générateur 23 et du deuxième évaporateur 21, une sortie du générateur 23 est connectée fluidiquement, préférentiellement directement, à une entrée du condenseur 4 et à une entrée du deuxième évaporateur 21, une sortie du deuxième évaporateur 21 est connectée fluidiquement, préférentiellement directement, à une entrée du premier condenseur 4 ;
- Selon un exemple, le premier fluide caloporteur de la première pompe à chaleur 1 constitue une source froide 8 du deuxième condenseur 24 du transformateur de chaleur à absorption 20 ;
- Selon un exemple, le fluide de couplage du circuit de couplage constitue une source de refroidissement 9 du premier condenseur 4 de la pompe à chaleur 1 ;
- Selon un exemple, le fluide de couplage du circuit de couplage constitue une source de chaleur 11 du générateur 23 du transformateur de chaleur à absorption 20.
- Selon un exemple, le fluide de couplage du circuit de couplage constitue une source chaude 12 du deuxième évaporateur 21 du transformateur de chaleur à absorption 20 ;
- Selon un exemple, le dispositif comprend une deuxième pompe à chaleur à compression 30 comprenant un deuxième circuit fluide 34 apte à recevoir un deuxième fluide caloporteur et sur lequel est agencé successivement un deuxième compresseur 31, un deuxième détenteur 33 et un troisième condenseur 32, l'absorbeur 22 étant couplé au, plus précisément est agencé sur le, deuxième circuit fluide en amont du deuxième compresseur 31 et préférentiellement en aval du deuxième détenteur 33.

[0018] Cette deuxième pompe à chaleur est couplée au transformateur de chaleur à absorption de sorte à rehausser à nouveau le niveau de température. Le couplage permet de récupérer la chaleur produite par le transformateur de chaleur à absorption pour alimenter la pompe à chaleur qui fonctionne alors avec un différentiel de température optimisé permettant un coefficient de performance optimal.

- Selon un exemple, l'absorbeur 24 est agencé sur le deuxième circuit fluide en aval du détenteur 31 et en amont du compresseur 31 ;
- Selon un exemple, le dispositif comprend un deuxième circuit intermédiaire apte à recevoir un deuxième fluide intermédiaire et agencé entre l'absorbeur 22

et un évaporateur agencé sur le deuxième circuit fluide en aval du détendeur 33 et en amont du compresseur 31 ;

- Selon un exemple, le procédé comprend le couplage du premier circuit fluide de la première pompe à chaleur 1 au transformateur de chaleur à absorption 20 par l'agencement du deuxième condenseur 24 sur le premier circuit fluide 6 de la première pompe à chaleur 1 et par le circuit de couplage 10 sur lequel est agencé le premier condenseur 4 et le générateur 23 et l'évaporateur 21, le générateur 23 et l'évaporateur 21 étant agencés en parallèle ;
- Selon un exemple, le premier fluide caloporteur de la première pompe à chaleur 1 constitue une source froide 8 du deuxième condenseur 24 du transformateur de chaleur à absorption 20 en récupérant l'énergie thermique évacuée lors de la condensation du premier fluide caloporteur dans le deuxième condenseur 24 ;
- Selon un exemple, le fluide de couplage du circuit de couplage 10 constitue une source de chaleur 11 du générateur 23 du transformateur de chaleur à absorption 20 en récupérant l'énergie thermique évacuée lors de la condensation du premier fluide caloporteur dans le premier condenseur 4 ; Selon un exemple, la solution de travail du transformateur de chaleur à absorption est choisie parmi le couple $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$ ou $\text{H}_2\text{O}/\text{LiBr}$.

[0019] L'usage de l'article indéfini " un " ou " une " pour un élément ou une étape n'exclut pas, sauf mention contraire, la présence d'une pluralité de tels éléments ou étapes.

[0020] Dans la présente description, l'expression « A fluidiquement raccordé à B » est synonyme de " A est en connexion fluide avec B " ne signifie pas nécessairement qu'il n'existe pas d'organe entre A et B. Les expressions "agencée sur" ou "sur" sont synonymes de "raccordé fluidiquement à".

[0021] L'amont et l'aval en un point donné sont pris en référence au sens de circulation du fluide dans le circuit.

[0022] On entend par chaud, froid, refroidi, une température relative par rapport à un autre point du système.

[0023] On entend par un paramètre "sensiblement égal/supérieur/inférieur à" ou "de l'ordre de" une valeur donnée, que ce paramètre est égal/supérieur/inférieur à la valeur donnée, à plus ou moins 10 % près, voire à plus ou moins 5 % près, de cette valeur.

[0024] Les termes "premier", "deuxième" et "troisième", etc. sont utilisés simplement comme des étiquettes, et ne sont pas destinés à imposer des exigences numériques sur leurs objets

[0025] Le dispositif selon l'invention comprend une première pompe à chaleur 1 à compresseur. La première pompe à chaleur 1 est destinée à produire de la chaleur avantageusement à partir d'une source de chaleur 7 à basse température. La source de chaleur 7 basse tem-

pérature est avantageusement une source de chaleur fatale. La source de chaleur 7 est avantageusement à une température inférieure ou égale à 30°C, préférentiellement une température ambiante de l'ordre de 25°C, préférentiellement comprise entre 0° et 30°C, préférentiellement, de l'ordre de 20°C.

[0026] La première pompe à chaleur 1 comprend un premier circuit fluide 6. Le premier circuit fluide 6 est avantageusement un circuit fermé. La pompe à chaleur 1 comprend un évaporateur 2, un compresseur 3, un condenseur 4 et un détendeur 5 agencés sur ledit circuit 6 et avantageusement en série. Le premier circuit fluide est destiné à recevoir un premier fluide caloporteur dont l'état évolue lors de sa circulation dans les différents composants agencés sur ledit circuit.

[0027] La pompe à chaleur 1 comprend un évaporateur 2 destiné à vaporiser le fluide caloporteur. Le fluide caloporteur à l'état liquide s'évapore en absorbant la chaleur d'une source de chaleur 7 également dénommée source de chaleur fatale basse température, telle qu'un fluide extérieur par exemple un flux d'air circulant ou un flux de fluide issu de process industriel. Le fluide caloporteur sort de l'évaporateur 2 à l'état gazeux. L'évaporateur 2 est connecté fluidiquement au détendeur 5 et au compresseur 3. L'évaporateur 2 comprend une connexion fluide avec le détendeur 5 permettant l'entrée du fluide caloporteur à l'état liquide partiellement gazeux dans l'évaporateur 2, préférentiellement directement. L'évaporateur 2 comprend une connexion fluide avec le compresseur 3 permettant la sortie du fluide caloporteur à l'état de gazeux de l'évaporateur 2.

[0028] Selon l'invention, la première pompe à chaleur 1 est couplée à un transformateur de chaleur à absorption 20 décrit ci-après.

[0029] Le couplage est avantageusement un couplage thermique. On entend par couplage une liaison thermique de la première pompe à chaleur 1 et du transformateur de chaleur à absorption 20.

[0030] Le couplage signifie qu'il y a des interactions entre les éléments couplés, c'est à dire une réaction réciproque de deux phénomènes l'un sur l'autre.

[0031] Avantageusement, le couplage se fait au moins entre le condenseur 24 et le premier circuit fluide 6.

[0032] Selon une première possibilité préférée et représentée, le premier fluide caloporteur de la première pompe à chaleur 1 constitue au moins partiellement, préférentiellement uniquement, la source froide 8 du condenseur 24 du transformateur de chaleur à absorption 20. De cette manière, le premier fluide caloporteur récupère l'énergie thermique évacuée lors de la condensation du fluide frigorigène dans le condenseur 24. Le premier fluide caloporteur est ainsi chauffé par le transformateur de chaleur à absorption 20. Préférentiellement, le condenseur 24 est ainsi agencé sur le premier circuit fluide en amont du compresseur 3 et avantageusement en aval de l'évaporateur 2.

[0033] Selon une deuxième possibilité non représentée, le dispositif selon l'invention comprend un circuit in-

termédiaire apte à recevoir un fluide intermédiaire. Le circuit fluide intermédiaire est agencé à l'interface entre le premier circuit fluide et le transformateur de chaleur à absorption 20. Selon cette possibilité, le circuit intermédiaire comprend un échangeur thermique agencé sur le premier circuit fluide préférentiellement en amont du compresseur 3 et avantageusement en aval de l'évaporateur 2. Au niveau du transformateur de chaleur à absorption 20, l'échangeur thermique se fait avantageusement directement au niveau du condenseur 24. Le condenseur 24 est agencé sur le circuit intermédiaire de sorte que le fluide intermédiaire forme la source froide 8 du condenseur 24 au profit de laquelle le fluide réfrigérant cède son énergie thermique lors de sa condensation.

[0034] La pompe à chaleur 1 comprend un compresseur 3 destiné à comprimer le fluide caloporteur ce qui provoque une augmentation de la température du fluide caloporteur. Le compresseur 3 aspire le fluide caloporteur à basse pression et avantageusement à basse température préchauffé par le couplage avec le transformateur de chaleur à absorption 20. L'énergie mécanique apportée par le compresseur 3 va permettre d'élever la pression et la température du fluide caloporteur à l'état gazeux. Une augmentation d'enthalpie en résultera. Le fluide caloporteur sort du compresseur 3 à l'état gazeux. Le compresseur 3 est alimenté par un moteur. Le compresseur 3 est connecté fluidiquement à un condenseur 4 et à l'évaporateur 2. Le compresseur 3 comprend une connexion fluidique avec l'évaporateur 2 permettant l'entrée du fluide caloporteur à l'état de gaz à basse température et basse pression dans le compresseur 3, plus spécifiquement avec le condenseur 24 du transformateur de chaleur à absorption ou avec un échangeur intermédiaire tel que décrit ci-dessus. Le compresseur 3 comprend une connexion fluidique avec le condenseur 4 permettant la sortie du fluide caloporteur à l'état de gaz à haute température et haute pression du compresseur 3, préférentiellement directement.

[0035] La pompe à chaleur 1 comprend un condenseur 4 destiné à condenser le fluide caloporteur à l'état de gaz chaud provenant du compresseur 3, avantageusement par échange thermique avec un fluide. Le fluide caloporteur à l'état de gaz va céder sa chaleur à une source de refroidissement 9.

[0036] Avantageusement, le couplage de la première pompe à chaleur 1 et du transformateur de chaleur à absorption 20 se fait entre le condenseur 4 et le générateur 23 et avantageusement avec l'évaporateur 21, avantageusement par un circuit de couplage. Préférentiellement, la source de refroidissement 9 est au moins partiellement, préférentiellement uniquement, un fluide de couplage d'un circuit de couplage 10. Le circuit de couplage 10 est apte à recevoir le fluide de couplage. Le circuit de couplage 10 assure le couplage thermique entre le condenseur 4, le générateur 23 et l'évaporateur 21. Préférentiellement, le générateur 23 et l'évaporateur 21 sont agencés en parallèle de sorte que le fluide de cou-

plage issu du condenseur 4 est envoyé en parallèle pour alimenter le générateur 23 et l'évaporateur 21. Avantageusement, le circuit de couplage 10 est un circuit fermé. Préférentiellement, le circuit de couplage 10 est distinct du premier circuit fluide 6 et du deuxième circuit fluide 25. Ces trois circuits sont indépendants fluidiquement, c'est-à-dire que leurs fluides respectifs ne se mélangent pas. Le circuit de couplage comprend successivement le premier condenseur 4 puis le générateur 23 et/ou/puis l'évaporateur 21. Cet agencement se fait suivant le sens de circulation du fluide de couplage. Le circuit de couplage 10 est préférentiellement constitué du condenseur 4, du générateur 23 et avantageusement de l'évaporateur 21. Le circuit de couplage 10 ne comprend pas l'absorbeur, ni le deuxième évaporateur, ni avantageusement d'autres organes de la première pompe à chaleur 1.

[0037] Dans le condenseur, le fluide caloporteur cède son énergie thermique au fluide de couplage lors de sa condensation. Le fluide caloporteur sort du condenseur 4 à l'état liquide. Le condenseur 4 est connecté fluidiquement au compresseur 3 et au détendeur 5. Le condenseur 4 comprend une connexion fluidique avec le compresseur 3 permettant l'entrée du fluide caloporteur à l'état de gaz à haute température et haute pression dans le condenseur 4, préférentiellement directement. Le condenseur 4 comprend une connexion fluidique avec le détendeur 5 permettant la sortie du fluide caloporteur à l'état de liquide du condenseur 4, préférentiellement directement.

[0038] Le détendeur 5 est destiné à détendre le fluide caloporteur à l'état liquide. Le détendeur 5 abaisse la pression du fluide caloporteur provoquant une baisse de sa température. Le fluide caloporteur sort du détendeur 5 partiellement à l'état gazeux. Le détendeur 5 est connecté fluidiquement au condenseur 4 et à l'évaporateur 2. Le détendeur 5 comprend une connexion fluidique avec le condenseur 4 permettant l'entrée du fluide caloporteur à l'état de liquide à haute pression dans le détendeur 5, préférentiellement directement. Le détendeur 5 comprend une connexion fluidique avec l'évaporateur 2 permettant la sortie du fluide caloporteur à l'état partiellement gazeux du détendeur 5, préférentiellement directement.

[0039] Le dispositif selon l'invention comprend en outre un transformateur de chaleur à absorption 20.

[0040] Le transformateur à chaleur à absorption 20 fonctionne avec un cycle différent d'une machine à absorption où la production de froid est recherchée. Ici, c'est une production de chaleur qui est recherchée. Le transformateur de chaleur à absorption est alimenté par une source de chaleur 11 au niveau du générateur 23, par exemple à une température de l'ordre de 70-80°C et alimente au niveau de l'absorbeur 22 une source chaude 37 à une température de l'ordre de 120°C.

[0041] Un transformateur de chaleur à absorption 20 est une pompe à chaleur à absorption thermique utilisant une solution de travail basée sur des couples réfrigé-

rant/sorbant présentant de fortes affinités. Cette solution présente de faibles consommations électriques, l'énergie principale étant issue de la source thermique, permettant de limiter le coût de fonctionnement dans le cas de la valorisation d'une source d'énergie à bas coût ou de la chaleur fatale. De plus, les fluides frigorigènes utilisés dans les transformateurs de chaleur à absorption 20 ne présentent aucun ou de faible impact environnemental : ni sur le réchauffement climatique (GWP pour Global warming potential = 0), ni sur la couche d'ozone (ODP pour Ozone depletion potential = 0).

[0042] Ce type de transformateur de chaleur fonctionne grâce à la faculté de certains liquides d'absorber (réaction exothermique) et de désorber (réaction endothermique) une vapeur. Ils utilisent également le fait que la solubilité de cette vapeur dans le liquide dépende de la température et de la pression. Ainsi, ces transformateurs utilisent comme solution de travail un mélange binaire, dont l'un des composants est plus volatil que l'autre, et constitue le fluide frigorigène.

[0043] Le transformateur de chaleur à absorption 20 comprend un circuit fluide à absorption 34 configuré pour assurer la connexion fluide des différents composants du transformateur de chaleur à absorption 20. Le circuit fluide à absorption 34 est un circuit fermé destiné à recevoir la solution de travail.

[0044] Un transformateur de chaleur à absorption (TCA) comprend quatre échangeurs principaux (générateur 23, absorbeur 22, condenseur 24 et évaporateur 21), et avantageusement de un à trois échangeurs secondaires. Le rôle des trois échangeurs secondaires est d'améliorer les performances de la machine telles que : un rectifieur (non représenté), un économiseur (28), un préchauffage (non représenté). Un rectifieur peut être ajouté entre le générateur 23 et le condenseur 24 et/ou un préchauffage entre le condenseur 24 et l'évaporateur 21.

[0045] Selon une possibilité, le TCA 20 comprend également au moins une pompe à solution 26 et au moins deux vannes de détente.

[0046] Ce type de transformateur 20 fonctionne selon trois niveaux de température : un niveau de température basse correspondant à la production de chaleur au condenseur 24, un niveau de température intermédiaire correspondant à la température d'évaporation du fluide frigorigène dans l'évaporateur 21, mais également à la température motrice du générateur 23 et un niveau de température élevé correspondant à la température d'absorption dans l'absorbeur 22. Un TCA 20 fonctionne pour une part à haute pression entre l'entrée condenseur 24 et la sortie de l'évaporateur 21 et pour une autre part à basse pression entre l'entrée de l'absorbeur 22 et la sortie du générateur 23.

[0047] Ce cycle thermodynamique est réalisable en raison de l'écart de pression de vapeur entre l'absorbant et le fluide frigorigène qui est variable en fonction de la température et de la pression. Cette variabilité permet d'avoir un écart de concentration entre la solution pauvre

et la solution riche décrites ci-après. L'avantage de ce cycle à absorption est que la compression mécanique est remplacée par une compression thermochimique qui produit de la chaleur. Le seul apport d'énergie primaire nécessaire se situe au niveau des pompes 26-27, mais le travail est environ 96 fois inférieur au travail que le compresseur de vapeur doit fournir pour des conditions de fonctionnement similaires.

[0048] Selon un mode de réalisation de l'invention, le TCA 20 comprend une solution de travail comprenant le couple fluide frigorigène/absorbant préférentiellement choisi parmi le couple ammoniac /eau ($\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$) ou eau/ Bromure de Lithium ($\text{H}_2\text{O}/\text{LiBr}$).

[0049] Le couple $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$ est utilisable pour des applications de chauffage. Par contre, pour ce couple, l'écart de pression de vapeur entre l'absorbant et le fluide frigorigène est faible. Il y a donc des traces d'eau emmenées avec la vapeur d'ammoniac en sortie du générateur nécessitant parfois la présence d'un rectifieur.

[0050] La solution de travail est dite riche, car la concentration en fluide frigorigène est plus importante que dans la solution de travail dite pauvre.

[0051] Le transformateur de chaleur à absorption 20 selon l'invention comprend : un générateur 23 décrit en détail ci-après.

[0052] Le générateur 23 est configuré pour vaporiser le fluide frigorigène. Le générateur 23 est connecté fluidiquement à l'absorbeur 22 et au condenseur 24. Le générateur 23 comprend une connexion fluide avec l'absorbeur 22 permettant l'entrée de la solution de travail dite riche dans le générateur 23, préférentiellement directement. Selon un mode de réalisation représenté à la figure 3, le transformateur de chaleur à absorption 20 comprend entre le générateur 23 et l'absorbeur 22, un économiseur 28, un détendeur 29 et une pompe 27. L'économiseur 28 et le détendeur 29 assurent la circulation de la solution de travail de l'absorbeur 22 vers le générateur 23 et inversement l'économiseur 28 et la pompe 27 assurent la circulation de la solution de travail entre le générateur 23 et l'absorbeur 22 en générant la solution de travail dite pauvre et la solution de travail dite riche. Le générateur 23 comprend une connexion fluide avec le condenseur 24 permettant la sortie de la vapeur de fluide frigorigène hors du générateur 23, préférentiellement directement sauf par exemple en présence d'un rectifieur décrit ci-après et/ ou d'un préchauffage. Le générateur 23 comprend également une entrée et une sortie de source de chaleur 11 permettant l'apport de chaleur nécessaire à la vaporisation du fluide frigorigène. Selon l'invention, la source de chaleur 11, ou source chaude, comprend au moins partiellement préférentiellement uniquement le fluide de couplage chauffé par la première pompe à chaleur 1. Ainsi, la source chaude 11 provient au moins partiellement de l'énergie fatale alimentant la première pompe à chaleur 1.

[0053] Le transformateur de chaleur à absorption 20 selon l'invention comprend un condenseur 24 décrit en détail ci-après.

[0054] Le condenseur 24 est configuré pour condenser la vapeur de fluide frigorigène. Le condenseur 24 est connecté fluidiquement au générateur 23 et à l'évaporateur 21. Le condenseur 24 comprend une connexion fluide issue du générateur 23 permettant l'entrée de la vapeur de fluide frigorigène dans le condenseur 24, préférentiellement directement ou au travers d'un rectifieur et/ou d'un surchauffage. Le condenseur 24 comprend une connexion fluide avec l'évaporateur 21 permettant la sortie du fluide frigorigène à l'état liquide, directement ou au travers d'une pompe 27 destinée à amener le fluide frigorigène à sa pression d'évaporation, elle abaisse la pression du fluide. Le condenseur 24 comprend également une source de chaleur secondaire 8 constituée au moins partiellement selon l'invention par le premier fluide caloporteur de la première pompe à chaleur 1. Le changement de phase du fluide frigorigène de l'état vapeur à l'état liquide s'accompagne d'une libération de chaleur qui est transmise au premier fluide caloporteur de la première pompe à chaleur 1 permettant ainsi de le préchauffer avant sa compression dans le premier compresseur 3.

[0055] Avantageusement, le transformateur de chaleur à absorption 20 comprend un rectifieur disposé entre le générateur 23 et le condenseur 24. Le rectifieur permet d'enlever par condensation les traces d'eau entraînées avec le fluide réfrigérant en sortie du générateur 23 et assure ainsi le bon fonctionnement du transformateur 20.

[0056] Avantageusement, le transformateur de chaleur à absorption 20 comprend une pompe 27 agencée entre le condenseur 24 et l'évaporateur 21. La pompe 27 est configurée pour détendre le fluide frigorigène à l'état liquide issu du condenseur 24. La pompe 27 amène le fluide frigorigène à sa pression d'évaporation.

[0057] Avantageusement, le transformateur de chaleur à absorption 20 peut comprendre un surchauffage non représenté agencé entre le condenseur 24 et l'évaporateur 21. Le surchauffage est un échangeur thermique agencé entre la connexion fluide du condenseur 24 vers l'évaporateur 21 et la connexion fluide du générateur 23 vers le condenseur 24. Ainsi, le fluide frigorigène chauffé sortant du générateur 23 traverse le surchauffage pour transmettre une partie de sa chaleur au fluide frigorigène sortant du condenseur 24 permettant ainsi de préchauffer le fluide frigorigène avant son entrée dans l'évaporateur 21. Le surchauffage permet de récupérer de l'énergie et donc de réduire la taille du condenseur 24 et de l'évaporateur 21 et ainsi d'améliorer de manière notable les performances de la machine. La pertinence de ce composant est fonction des températures de fonctionnement, la taille de la machine et le coût des échangeurs.

[0058] Le transformateur de chaleur à absorption selon l'invention comprend un évaporateur 21 décrit en détail ci-après.

[0059] L'évaporateur 21 est configuré pour vaporiser le fluide frigorigène. L'évaporateur 21 est connecté fluidiquement au condenseur 24 et à l'absorbeur 22. L'éva-

porateur 21 comprend une connexion fluide issue du condenseur 24. L'évaporateur 21 comprend une connexion fluide avec l'absorbeur 22, permettant la sortie de la vapeur de fluide frigorigène, préférentiellement directement. L'évaporateur 21 comprend également une entrée et une sortie d'une source de chaleur 12. Le changement de phase du fluide frigorigène de l'état liquide à de l'état vapeur s'accompagne d'une transmission de chaleur de la source chaude 12 au fluide frigorigène. La source chaude 12 transmet des calories et voit ainsi sa température s'abaisser. Selon l'invention, la source chaude 12 est avantageusement le fluide de couplage du circuit de couplage chauffé par le premier condenseur 4 de la première pompe à chaleur 1.

[0060] Le transformateur de chaleur à absorption 20 selon l'invention comprend un absorbeur 22 décrit en détail ci-après.

[0061] Un absorbeur 22 est configuré pour condenser la vapeur de fluide frigorigène issue de l'évaporateur 21. L'absorbeur 22 est connecté fluidiquement à l'évaporateur 21 et au générateur 23. L'absorbeur 22 comprend une connexion fluide issue de l'évaporateur 21 permettant l'entrée du fluide frigorigène à l'état de vapeur dans l'absorbeur 22, préférentiellement directement. L'absorbeur 22 comprend une connexion fluide avec le générateur 23, plus précisément à un économiseur 28 au travers duquel la solution de travail dite riche est réchauffée avant d'être transmise au générateur 23. Puis la solution de travail dite riche sortie de l'absorbeur 22 en direction du générateur 23 ressort de l'économiseur 28 puis passe préférentiellement au travers d'un détenteur 29 avant d'atteindre le générateur 23. Avantageusement, l'économiseur 28 est un échangeur transmettant de la chaleur de la solution dite pauvre issue du générateur 23 vers la solution dite riche issue de l'absorbeur 22. L'économiseur 28 permet une récupération d'énergie permettant de réduire la taille de l'absorbeur 22 et du générateur 23 et ainsi améliorer de manière notable les performances du transformateur 20. Avantageusement, le générateur 23 comprend une connexion fluide avec l'absorbeur 22, plus précisément avec une pompe à solution 27. La connexion fluide permet l'entrée de la solution de travail dite pauvre issue du générateur 23 dans l'absorbeur 22, préférentiellement au travers de la pompe 27 puis de l'économiseur 28. Dans l'absorbeur 22, le changement de phase du fluide frigorigène de l'état vapeur à l'état liquide s'accompagne d'une libération de chaleur qui est transmise à une source de chaleur secondaire 37. C'est cette production de chaleur au niveau de l'absorbeur 22 qui est particulièrement recherchée selon l'invention. La source de chaleur 37 chauffée par l'absorbeur 22 peut selon une possibilité être directement utilisée notamment dans l'industrie. La température de la source de chaleur 37 en sortie de l'absorbeur 22 est avantageusement au moins de 80°C préférentiellement 100°C voir 120°C.

[0062] Selon un mode de réalisation, la source de chaleur secondaire 37 est au moins partiellement le deuxiè-

me fluide caloporteur d'une deuxième pompe à chaleur 30.

[0063] Selon ce mode de réalisation, la deuxième pompe à chaleur 30 est destinée à compléter la production de chaleur réalisée par la première pompe à chaleur 1 et le transformateur de chaleur à absorption 20.

[0064] La deuxième pompe à chaleur 30 est destinée à produire de la chaleur avantageusement à partir d'une source de chaleur 37 à haute température. La source de chaleur 37 haute température est avantageusement la chaleur produite par le transformateur de chaleur 20. La source de chaleur 37 est avantageusement à une température supérieure ou égale à 80°C, préférentiellement une température 100°C.

[0065] La deuxième pompe à chaleur 30 comprend un deuxième circuit fluide 34. Le deuxième circuit fluide 34 est avantageusement un circuit fermé. La pompe à chaleur 30 comprend un évaporateur, un compresseur 31, un condenseur 32 et un détendeur 33 agencés sur ledit circuit 34 et avantageusement en série. Le deuxième circuit fluide 34 est destiné à recevoir un deuxième fluide caloporteur dont l'état évolue lors de sa circulation dans les différents composants agencés sur ledit circuit.

[0066] La pompe à chaleur 30 comprend un condenseur 32 destiné à condenser le fluide caloporteur à l'état de gaz chaud provenant du compresseur 31, avantageusement par échange thermique avec un fluide. Le fluide caloporteur à l'état de gaz va céder sa chaleur à une source à chauffer 35. C'est cette source à chauffer 35 qui est recherchée dans ce mode de réalisation pour pouvoir être utilisée notamment industriellement. Cette source de chaleur 35 à chauffer est à titre d'exemple à 190°C. Elle provient du retour du consommateur.

[0067] Dans le condenseur 32, le fluide caloporteur cède son énergie thermique à la source à chauffer 35 lors de sa condensation. Le fluide caloporteur sort du condenseur 32 à l'état liquide. Le condenseur 32 est connecté fluidiquement au compresseur 31 et au détendeur 33. Le condenseur 32 comprend une connexion fluide avec le compresseur 31 permettant l'entrée du fluide caloporteur à l'état de gaz à haute température et haute pression dans le condenseur 32, préférentiellement directement. Le condenseur 32 comprend une connexion fluide avec le détendeur 31 permettant la sortie du fluide caloporteur à l'état de liquide du condenseur 32, préférentiellement directement.

[0068] Le détendeur 31 est destiné à détendre le fluide caloporteur à l'état liquide. Le détendeur 31 abaisse la pression du fluide caloporteur provoquant une baisse de sa température. Le fluide caloporteur sort du détendeur 31 partiellement à l'état gazeux. Le détendeur 31 est connecté fluidiquement au condenseur 32 et à l'évaporateur. Le détendeur 31 comprend une connexion fluide avec le condenseur 32 permettant l'entrée du fluide caloporteur à l'état de liquide à haute pression dans le détendeur 31, préférentiellement directement. Le détendeur 31 comprend une connexion fluide avec l'évaporateur permettant la sortie du fluide caloporteur à l'état partiellement

gazeux du détendeur 31, préférentiellement directement.

[0069] La pompe à chaleur 30 comprend un compresseur 31 destiné à comprimer le fluide caloporteur ce qui provoque une augmentation de la température du fluide caloporteur. Le compresseur 31 aspire le fluide caloporteur à basse pression et avantageusement à haute température préchauffé par le couplage avec le transformateur de chaleur à absorption 20. L'énergie mécanique apportée par le compresseur 31 va permettre d'élever la pression et la température du fluide caloporteur à l'état gazeux. Une augmentation d'enthalpie en résultera. Le fluide caloporteur sort du compresseur 31 à l'état gazeux. Le compresseur 31 est alimenté par un moteur. Le compresseur 31 est connecté fluidiquement à un condenseur 32 et à l'évaporateur. Le compresseur 31 comprend une connexion fluide avec l'évaporateur permettant l'entrée du fluide caloporteur à l'état de gaz à haute température et basse pression dans le compresseur 31, plus spécifiquement avec l'absorbeur 22 du transformateur de chaleur à absorption. Le compresseur 31 comprend une connexion fluide avec le condenseur 32 permettant la sortie du fluide caloporteur à l'état de gaz à haute température et haute pression du compresseur 31, préférentiellement directement.

[0070] La pompe à chaleur 30 comprend un évaporateur destiné à vaporiser le fluide caloporteur. Le fluide caloporteur à l'état liquide s'évapore en absorbant la chaleur d'une source de chaleur. Le fluide caloporteur sort de l'évaporateur à l'état gazeux. L'évaporateur est connecté fluidiquement au détendeur 33 et au compresseur 31. L'évaporateur comprend une connexion fluide avec le détendeur 31 permettant l'entrée du fluide caloporteur à l'état liquide partiellement gazeux dans l'évaporateur, préférentiellement directement. L'évaporateur comprend une connexion fluide avec le compresseur 31 permettant la sortie du fluide caloporteur à l'état de gaz de l'évaporateur.

[0071] Selon l'invention, la deuxième pompe à chaleur 30 est couplée au transformateur de chaleur à absorption 20.

[0072] Le couplage est avantageusement un couplage thermique. On entend par couplage une liaison thermique de la deuxième pompe à chaleur 30 et du transformateur de chaleur à absorption 20.

[0073] Le couplage signifie qu'il y a des interactions entre les éléments couplés, c'est à dire une réaction réciproque de deux phénomènes l'un sur l'autre.

[0074] Avantageusement, le couplage de la deuxième pompe à chaleur 30 et du transformateur de chaleur à absorption 20 se fait entre l'absorbeur 22 et l'évaporateur de la pompe à chaleur.

[0075] Selon une première possibilité préférée et représentée, la deuxième pompe à chaleur 30 ne comprend pas d'évaporateur propre, c'est l'absorbeur 22 qui joue le rôle de l'évaporateur dans la deuxième pompe à chaleur 30. Le deuxième fluide caloporteur de la deuxième pompe à chaleur 30 constitue au moins partiellement,

préférentiellement uniquement, la source à chauffer 37 de l'absorbeur 22 du transformateur de chaleur à absorption 20. De cette manière, le deuxième fluide caloporteur récupère l'énergie thermique évacuée lors de la condensation du fluide frigorigène dans l'absorbeur 22. Le deuxième fluide caloporteur est ainsi chauffé par le transformateur de chaleur à absorption 20. Préférentiellement, l'absorbeur 22 est ainsi agencé sur le deuxième circuit fluide en amont du compresseur 31 et avantageusement en aval du détendeur 33.

[0076] Selon une deuxième possibilité non représentée, le dispositif selon l'invention comprend un circuit intermédiaire apte à recevoir un fluide intermédiaire. Le circuit fluide intermédiaire est agencé à l'interface entre la deuxième pompe à chaleur 20 et le transformateur de chaleur à absorption 20. Selon cette possibilité, le circuit intermédiaire relie fluidiquement l'absorbeur 22 et l'évaporateur de la pompe à chaleur 20. Au niveau du transformateur de chaleur à absorption 20, l'échangeur thermique se fait avantageusement directement au niveau de l'absorbeur 22. L'absorbeur 22 est agencé sur le circuit intermédiaire de sorte que le fluide intermédiaire forme la source à chauffer 37 de l'absorbeur 22 au profit de laquelle le fluide réfrigérant cède son énergie thermique lors de sa condensation. Au niveau de la deuxième pompe à chaleur 20, l'évaporateur est agencé sur le circuit intermédiaire de sorte que le fluide intermédiaire forme la source chaude de l'évaporateur fournissant l'énergie thermique pour vaporiser le fluide caloporteur de la pompe à chaleur 30.

[0077] À titre d'exemple, le premier fluide caloporteur et le deuxième fluide caloporteur sont choisis parmi la famille des hydrofluoro-oléfines (HFO), dit de quatrième génération, tel que par exemple R-1234yf.

[0078] Les fluides de la famille des hydrofluoro-oléfines sont de gaz fluorés à très faible potentiel de réchauffement global (PRG ou GWP en anglais pour Global Warming Potential).

Exemple

[0079] Un exemple de calcul de puissance avec le couplage proposé par la présente invention telle qu'illustrée à la figure 2 est présenté ci-dessous :

Hypothèses sur les performances :

- Première pompe à chaleur 1 : ECOP (coefficient de performance) = 4
- Transformateur de chaleur à absorption 20 : COP_{th} = 0,6 et puissances électriques des pompes négligeables
- Deuxième pompe à chaleur 30 : ECOP2 (coefficient de performance) = 3
- Les pertes thermiques vers l'ambiance sont négligées

Côté première pompe à chaleur 1 :

- Le compresseur 3 est alimenté par 10 kWe
- La première pompe à chaleur 1 produit 40 kW de chaleur à 80°C, en valorisant 14 kW de la source froide 7 de l'ambiance et en récupérant 16 kW au condenseur 24 du transformateur 20.

Côté TCA 20 :

- Il est alimenté par 40 kW de chaleur à l'évaporateur 21 et au générateur 23, il produit 24 kW de chaleur à 120°C à l'absorbeur 22.
- Il rejette une puissance de 16 kW au condenseur 24 au premier fluide caloporteur à une température vers 20°C qui est valorisée par la première pompe à chaleur 1.

Côté deuxième pompe à chaleur 30 :

- Le compresseur 31 est alimenté par 12 KWe pour transformer 24 kW de chaleur de 120°C en 36 kW de chaleur à 200°C

Bilan :

- Consommation électrique totale = 10 + 12 = 22 kWe
- Chaleur produite = 36 kW
- Taux de conversion de l'énergie utile = 36/22 = 1,6.

[0080] Le dispositif selon l'invention apporte ainsi un gain de 60% par rapport à un chauffage direct.

[0081] Température à différents points du dispositif :

A : 20°C
B : 25°C
C : 85°C
F : 80°C
G : 80°C
H : 70°C
I : 80°C
J : 70°C
K : 100°C
L : 120°C
M : 205°C
O : 20°C
P : 15°C
Q : 190°C
R : 200°C

[0082] L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisations précédemment décrits et s'étend à tous les modes de réalisation couverts par l'invention.

LISTES DES REFERENCES

[0083]

1. Première pompe à chaleur à compression
2. Premier évaporateur
3. Premier compresseur
4. Premier condenseur
5. Premier détendeur
6. Premier circuit fluide
7. Source de chaleur fatale basse température
8. Source froide
9. Source froide
10. Circuit de couplage
11. Source chaude
12. Source chaude
20. Transformateur de chaleur à absorption
21. Deuxième évaporateur
22. Absorbeur
23. Générateur
24. Deuxième Condenseur
25. Deuxième circuit fluide
26. Pompe
27. Pompe à solution
28. Économiseur
29. Détendeur
30. Deuxième pompe à chaleur à compression
31. Deuxième compresseur
32. Troisième condenseur
33. Troisième détendeur
34. Troisième circuit fluide
35. Source chaude
37. Source chaude à chauffer

A : connexion fluide entre la sortie de l'évaporateur 2 et l'entrée du condenseur 24

B : connexion fluide entre la sortie du condenseur 24 et l'entrée du compresseur 3

C : connexion fluide entre la sortie du compresseur 3 et l'entrée du condenseur 4

D : connexion fluide entre la sortie du condenseur 4 et l'entrée du détendeur 5

E : connexion fluide entre le détendeur 5 et l'évaporateur 2

F : connexion fluide entre le condenseur 4 et la connexion fluide G alimentant le générateur 23

G : connexion fluide entre la connexion fluide F et l'entrée du générateur 23

H : connexion fluide entre la sortie du générateur 23 et le condenseur 4

I : connexion fluide entre la connexion fluide F et l'entrée de l'évaporateur 21

J : connexion fluide entre la sortie de l'évaporateur 21 et la connexion fluide H

K : connexion fluide entre la sortie du détendeur 33 et l'entrée de l'absorbeur 22

L : connexion fluide entre la sortie de l'absorbeur 22 et l'entrée du compresseur 31

M : connexion fluide entre la sortie du compresseur 31 et l'entrée du condenseur 32

N : connexion fluide entre la sortie du condenseur 32 et l'entrée du détendeur 33

O : entrée d'une source froide 7 dans l'évaporateur 2

P : sortie d'une source froide 7 réchauffée de l'évaporateur 2

Q : entrée d'une source à chauffer 35 dans le condenseur 32

R : sortie d'une source à chauffer 35 chauffée hors du condenseur 32

10 Revendications

1. Dispositif de production de chaleur comprenant une première pompe à chaleur à compression (1) comprenant un premier circuit fluide (6) apte à recevoir un fluide caloporteur et sur lequel sont agencés successivement un premier compresseur (3), un premier condenseur (4), un premier détendeur (5) et un premier évaporateur (2), **caractérisé en ce que** le dispositif comprend un transformateur de chaleur à absorption (20) comprenant un deuxième circuit fluide (25) apte à recevoir une solution de travail et sur lequel sont agencés successivement un deuxième évaporateur (21), un absorbeur (22), un générateur (23) et un deuxième condenseur (24), le deuxième condenseur (24) est couplé au premier circuit fluide (6) en étant agencé sur le premier circuit fluide (6) en amont du premier compresseur (3) et en aval du premier évaporateur (2) et que le dispositif comprend un circuit de couplage (10) apte à recevoir un fluide de couplage et sur lequel est agencé successivement le premier condenseur (4), le générateur (23) et le deuxième évaporateur (21), le générateur (23) et le deuxième évaporateur (21) étant agencés en parallèle sur le circuit de couplage (10).
2. Dispositif selon la revendication précédente dans lequel le circuit de couplage (10) est distinct du premier circuit fluide (6) et du deuxième circuit fluide (25).
3. Dispositif selon l'une quelconque revendications précédentes dans lequel sur le circuit de couplage une sortie du premier condenseur (4) est connectée fluidiquement, préférentiellement directement, à une entrée du générateur (23) et du deuxième évaporateur (21), une sortie du générateur (23) est connectée fluidiquement, préférentiellement directement, à une entrée du condenseur (4) et à une entrée du deuxième évaporateur (21), une sortie du deuxième évaporateur (21) est connectée fluidiquement, préférentiellement directement, à une entrée du premier condenseur (4).
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le premier fluide caloporteur de la première pompe à chaleur (1) constitue une source froide (8) du deuxième condenseur (24)

du transformateur de chaleur à absorption (20).

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le fluide de couplage du circuit de couplage constitue une source de refroidissement (9) du premier condenseur (4) de la pompe à chaleur (1). 5
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le fluide de couplage du circuit de couplage constitue une source de chaleur (11) du générateur (23) du transformateur de chaleur à absorption (20). 10
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le fluide de couplage du circuit de couplage constitue une source chaude (12) du deuxième évaporateur (21) du transformateur de chaleur à absorption (20). 15
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le premier évaporateur (2) est configuré pour être alimenté par une source froide basse température (7), préférentiellement inférieure à 20°C, plus préférentiellement inférieure à 15°C. 20
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant une deuxième pompe à chaleur à compression (30) comprenant un deuxième circuit fluide (34) apte à recevoir un deuxième fluide caloporteur et sur lequel est agencé successivement un deuxième compresseur (31), un deuxième détendeur (33) et un troisième condenseur (32), l'absorbeur (22) étant couplé au deuxième circuit fluide en amont du deuxième compresseur (31) et préférentiellement en aval du deuxième détendeur (33). 25
10. Dispositif selon la revendication précédente dans lequel l'absorbeur (24) est agencé sur le deuxième circuit fluide en aval du détendeur (31) et en amont du compresseur (31). 30
11. Dispositif selon la revendication 9 comprenant un deuxième circuit intermédiaire apte à recevoir un deuxième fluide intermédiaire et agencé entre l'absorbeur (22) et un évaporateur agencé sur le deuxième circuit fluide en aval du détendeur (33) et en amont du compresseur (31). 35
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel la solution de travail du transformateur de chaleur à absorption (20) est choisie parmi le couple $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$ ou $\text{H}_2\text{O}/\text{LiBr}$. 50
13. Procédé de production de chaleur par un dispositif selon l'une quelconque des revendications précé-

dentes comprenant le couplage du premier circuit fluide de la première pompe à chaleur (1) au transformateur de chaleur à absorption (20) par l'agencement du deuxième condenseur (24) sur le premier circuit fluide (6) et par le couplage par le circuit de couplage (10) sur lequel est agencé le premier condenseur (4), le générateur (23) et le deuxième évaporateur (21), le générateur (23) et le deuxième évaporateur (21) étant agencés en parallèle sur le circuit de couplage (10).

14. Procédé selon la revendication précédente dans lequel le premier fluide caloporteur de la première pompe à chaleur (1) constitue une source froide (8) du deuxième condenseur (24) du transformateur de chaleur à absorption (20) en récupérant l'énergie thermique évacuée lors de la condensation du premier fluide caloporteur dans le deuxième condenseur (24).
15. Procédé selon l'une quelconque des deux revendications précédentes dans lequel le fluide de couplage du circuit de couplage (10) constitue une source de chaleur (11) du générateur (23) du transformateur de chaleur à absorption (20) en récupérant l'énergie thermique évacuée lors de la condensation du premier fluide caloporteur dans le premier condenseur (4).

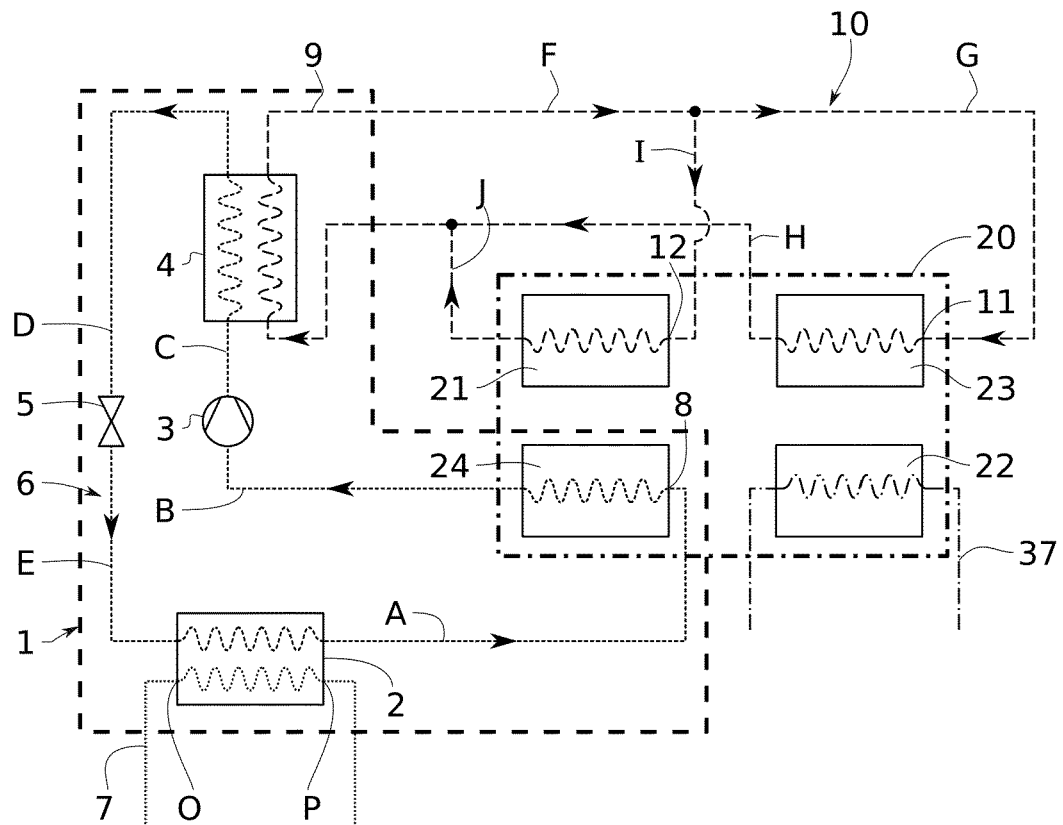


FIG. 1

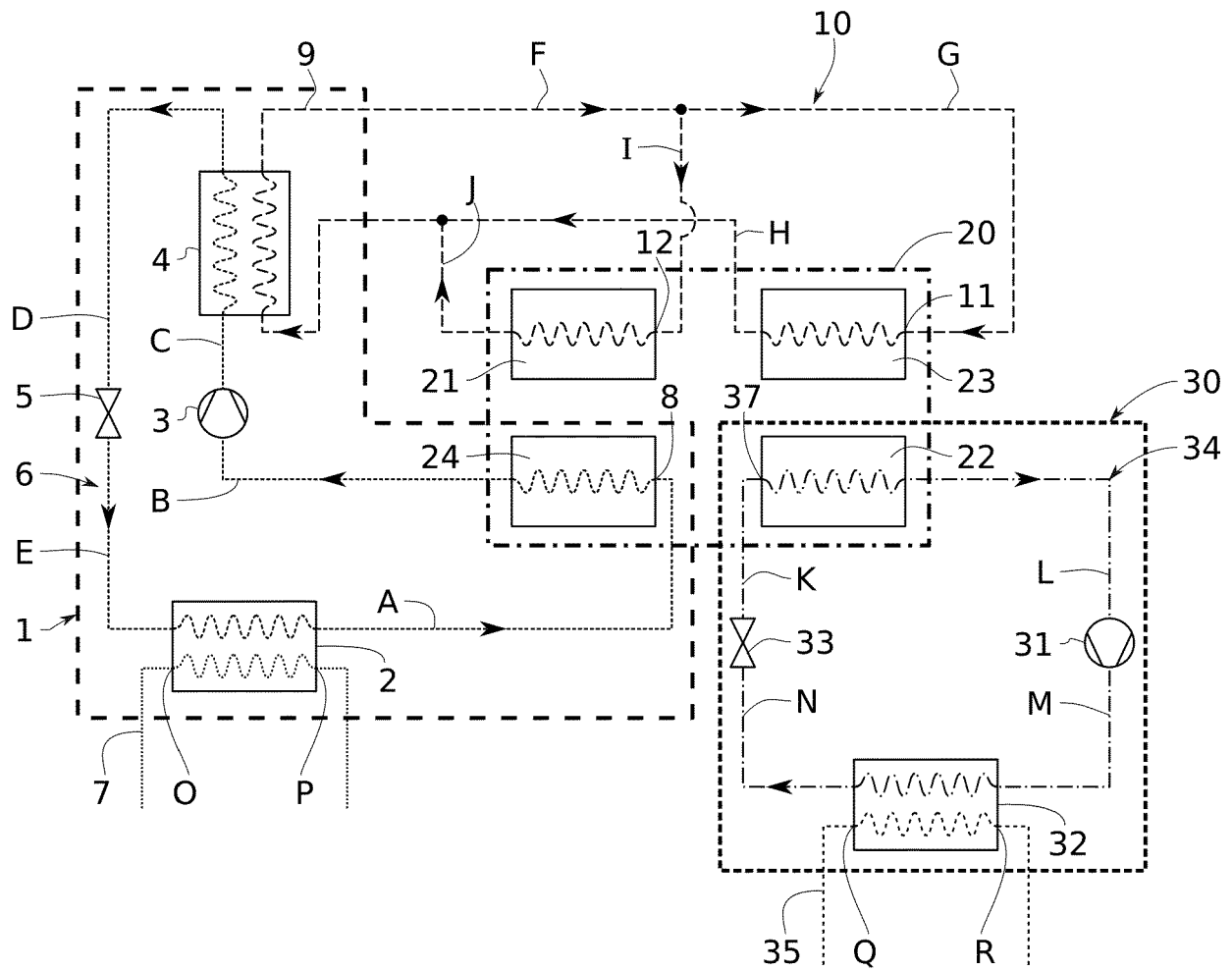


FIG. 2

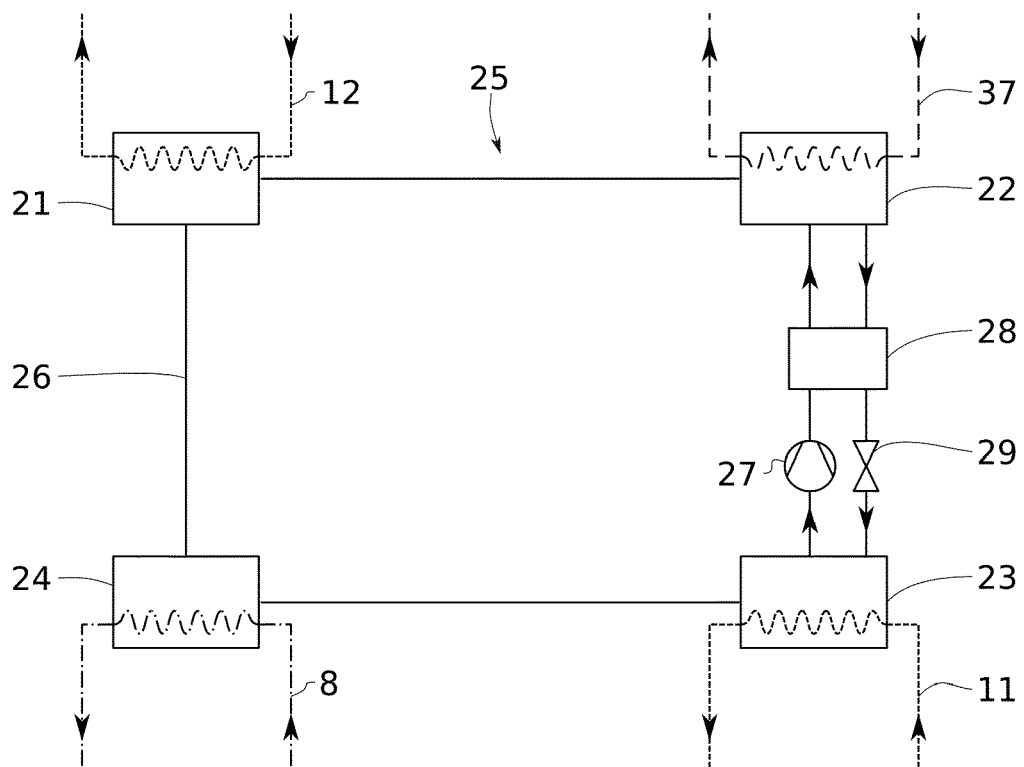


FIG. 3



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 19 4165

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 3 627 074 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 25 mars 2020 (2020-03-25) * alinéas [0022] - [0044]; figure 1 *	1-15	INV. F25B25/00 F25B5/04 F25B25/02
A	WO 2014/111012 A1 (SHENZHEN J & H INTELLIGENT ENERGY TECHNOLOGY CO LTD [CN]) 24 juillet 2014 (2014-07-24) * alinéas [0043] - [0051]; figure 1 *	1-15	F25B15/00 F25B15/04 F25B15/06
A	US 2015/013373 A1 (TSAI JEN-HUANG [TW]) 15 janvier 2015 (2015-01-15) * alinéas [0012] - [0036]; figures 2, 3 *	1-15	
A	CN 1 804 511 A (LI HUAYU [CN]) 19 juillet 2006 (2006-07-19) * pages 3-5; figures 2-4 *	1-15	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F25B
Lieu de la recherche			Examineur
Munich			Amous, Moez
Date d'achèvement de la recherche			
19 septembre 2023			
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul			T : théorie ou principe à la base de l'invention
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie			E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
A : arrière-plan technologique			D : cité dans la demande
O : divulgation non-écrite			L : cité pour d'autres raisons
P : document intercalaire			& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 23 19 4165

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

19-09-2023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 3627074 A1	25-03-2020	EP 3627074 A1	25-03-2020
		FR 3086040 A1	20-03-2020
WO 2014111012 A1	24-07-2014	CN 103090591 A	08-05-2013
		WO 2014111012 A1	24-07-2014
US 2015013373 A1	15-01-2015	AUCUN	
CN 1804511 A	19-07-2006	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 3627074 A [0008]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **C. ARPAGAU**s et al. High temperature heat pumps: Market overview, state of the art, research status, réfrigérants, and application potentials. *Energy*, 2018, vol. 152 (2018), 985-1010 [0006]