

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 81420089.5

(51) Int. Cl.³: **F 24 J 3/04**
F 25 D 21/12

(22) Date de dépôt: 04.06.81

(30) Priorité: 06.06.80 FR 8013026

(43) Date de publication de la demande:
16.12.81 Bulletin 81/50

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE GB IT LI SE

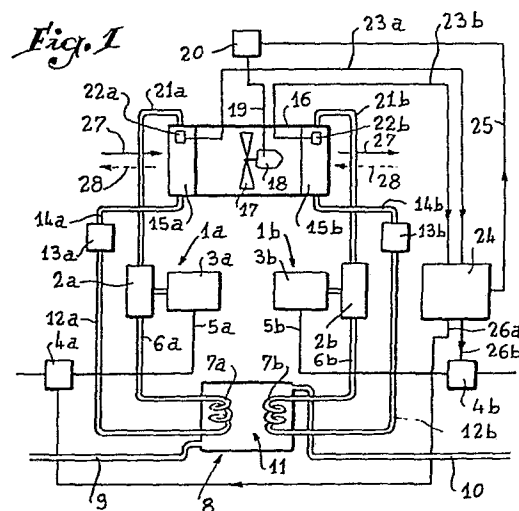
(71) Demandeur: **HELPAC Applications Thermodynamiques et Solaires Société Anonyme**
Centre d'Activités de la Poudrette 63, Chemin de la Poudrette
F-69120 Vaulx en Velin(FR)

(72) Inventeur: **Meric, Robert**
37 Boulevard Jean-Bruhnes
F-31000 Toulouse(FR)

(74) Mandataire: **Monnier, Guy**
Cabinet Monnier 142-150 Cours Lafayette
F-69003 Lyon(FR)

(54) **Perfectionnements aux pompes à chaleur.**

(57) La pompe comprend deux pompes élémentaires avec moto-compresseur (1a, 1b), condenseur (7a, 7b) disposé dans la chambre à eau (11) à chauffer (source chaude) et évaporateur (15a, 15b) situé dans le courant d'air extérieur d'un ventilateur réversible commun (17-18) formant source froide. Aux évaporateurs sont associés des détecteurs de givrage (22a, 22b) qui informent un micro-processeur (24). Quand l'évaporateur (15b) en aval sur le courant d'air (27) givre, (24) intervient, inverse (17-18) (sens de courant d'air 28) et arrête (1b) de façon que (15b) soit dégivré par l'air extérieur. Cela fait (1b) est remis en marche, et ainsi de suite quand (15a) givre à son tour. Si (15a) et (15b) givrent ensemble, (24) arrête (1a) et (1b) et alerte ou met en marche des moyens de dégivrage auxiliaires.



Perfectionnements aux pompes à chaleur.

On sait qu'on appelle pompes à chaleur des machines thermiques fonctionnant de façon inversée, c'est-à-dire auxquelles
5 on fournit de la puissance mécanique pour obtenir de la chaleur. En fait, comme ces machines fonctionnent suivant le cycle de Carnot, leur action est double, savoir que d'une part elles transforment de la puissance mécanique en chaleur, mais que d'autre part elles prélèvent de la chaleur à une
10 source froide pour la transférer à une source chaude, c'est-à-dire qu'elles élèvent le niveau de température de la chaleur ainsi transférée, ce qui explique le nom qu'on leur a donné. Si la chaleur prélevée à la source froide est gratuite, si l'écart de température entre celle-ci et la
15 source chaude n'est pas trop élevé et si le rendement mécanique de la machine considérée est bon, l'on peut ainsi arriver à disposer à la source chaude d'une quantité de chaleur bien supérieure à celle qui résulterait de la transformation directe en énergie thermique de l'énergie mécanique appliquée à cette machine. Lorsqu'on peut disposer de l'eau d'une
20 rivière ou d'un lac, on l'utilise avantageusement pour constituer le fluide extérieur d'apport de calories à la source froide, mais cela est rare en pratique. Aussi les pompes à chaleur usuelles sont-elles en général prévues pour
25 employer à cet effet l'air atmosphérique.

Toutefois cela pose un problème parfois gênant. La source froide d'une pompe à chaleur usuelle est en pratique constituée par un échangeur de chaleur ou "évaporateur" dans
30 lequel un fluide caloporteur approprié (fréon en général) s'évapore en absorbant la chaleur du fluide extérieur utilisé (eau ou air) qui évidemment se refroidit au passage. Dans le cas où le fluide extérieur de source froide est constitué par de l'air ambiant, ce refroidissement peut entraîner un
35 phénomène de condensation. Aussi longtemps que la surface de l'évaporateur exposée à l'air reste supérieure à 0°C, l'eau ainsi condensée s'écoule et peut être évacuée sans difficulté. Mais au-dessous de cette limite, il y a givrage. La surface en question se recouvre d'une couche adhérente de givre qui

l'isole en réduisant considérablement le coefficient d'échange et en abaissant par conséquent la température de vaporisation du fluide caloporteur, ce qui diminue à son tour les performances de la machine. Par ailleurs le givre gêne plus ou moins le passage du courant d'air, en agissant ainsi dans le même sens défavorable que l'isolation de l'évaporateur. Il est donc indispensable de procéder de temps à autre à une opération de dégivrage, en prenant soin à ce que l'énergie ainsi dépensée ne diminue pas de manière trop sensible le bilan énergétique final.

Divers moyens ont été proposés à cet effet, mais ils n'ont pas donné entière satisfaction.

L'invention vise à remédier à ces inconvénients et à permettre de réduire le givrage tout en assurant la fusion du givre résiduel, sans consommation d'énergie additionnelle, ou à tout le moins en réduisant au maximum une telle consommation.

Conformément à l'invention, la pompe comprend deux pompes élémentaires dont les évaporateurs sont disposés en série sur un même courant d'air, tandis qu'il est prévu d'une part des moyens pour faire circuler cet air à volonté dans un sens ou dans l'autre, d'autre part des moyens qui, lorsque l'évaporateur qui se trouve situé en aval sur le courant d'air est recouvert de givre ou glace, arrêtent le groupe moto-compresseur correspondant, inversent le sens de circulation dudit courant d'air, puis, lorsque l'évaporateur du groupe ainsi arrêté est dégivré, remettent en marche ce groupe sans alors modifier le sens de circulation de l'air.

Le dessin annexé, donné à titre d'exemple, permettra de mieux comprendre l'invention, les caractéristiques qu'elle présente et les avantages qu'elle est susceptible de procurer :

Fig. 1 est une vue générale schématique d'une pompe à chaleur double suivant l'invention.

Fig. 2 est une vue partielle indiquant une autre forme

d'exécution.

La pompe à chaleur double représentée sur le dessin comprend deux groupes moto-compresseurs 1a, 1b constitués chacun par un compresseur proprement dit 2a, 2b et par un moteur électrique d'entraînement 3a, 3b, commandé par un contacteur approprié 4a, 4b à actionnement électrique inséré sur une ligne d'alimentation 5a, 5b, par exemple triphasée. Chaque groupe refoule le fluide caloporteur, qu'on supposera être un fréon pour fixer les idées, par une canalisation 6a, 6b, dans l'un des éléments 7a, 7b d'un condenseur double 8 formant échangeur de chaleur entre le fréon et de l'eau qui arrive par la canalisation 9 pour sortir par une autre canalisation 10 après avoir absorbé la chaleur de condensation à partir des deux éléments 7a, 7b. Dans l'exemple représenté, on a supposé que ces deux éléments étaient constitués par des serpentins disposés à l'intérieur d'une même chambre à eau 11. Des moyens doivent être prévus pour que ces deux serpentins ou autres se trouvent dans les mêmes conditions d'échange thermique avec l'eau, ce qu'on a très grossièrement schématisé en disposant le débouché de la canalisation de la chambre. Dans la pratique on peut utiliser des serpentins plats à spires imbriquées, ou bien prévoir un grand nombre de cloisons déflectrices pour que l'eau circule en zigzags multiples au contact des deux éléments tels que 7a, 7b.

Le fréon liquide sous pression sortant de chacun des éléments 7a, 7b est amené par une canalisation 12a, 12b à un mano-détendeur 13a, 13b à partir duquel il parvient sous pression réduite par une canalisation 14a, 14b à un évaporateur 15a, 15b agencé de manière à pouvoir être traversé par un courant d'air de réchauffage. Chacun de ces évaporateurs peut par exemple être réalisé à cet effet sous la forme d'un serpent plat ou d'un faisceau tubulaire réunissant un corps d'entrée à un corps de sortie.

Les deux évaporateurs 15, 15b sont disposés à l'une et à l'autre extrémité d'une sorte de caisson tubulaire 16 à l'intérieur duquel est prévu un ventilateur réversible 17 comandé par un moteur 18 alimenté par une ligne 19, par

exemple triphasée, sur laquelle est interposé un inverseur 20 à actionnement électrique.

5 Bien entendu le caisson 16 doit être à section circulaire dans le plan du ventilateur 17, mais rien n'empêche que cette section ne passe progressivement à une forme carrée ou rectangulaire vers chaque extrémité pour faciliter la réalisation des évaporateurs.

10 Le fréon vaporisé dans les évaporateurs 15a, 15b est ramené aux compresseurs 2a, 2b par des canalisations individuelles 21a, 21b.

15 Aux évaporateurs 15a, 15b sont associés des détecteurs individuels de givrage 22a, 22b établis sous forme de transducteurs électriques, de type connu, qui envoient leurs signaux par des lignes 23a, 23b à un micro-processeur 24. Ce dernier comporte trois sorties, savoir une première 25 qui aboutit à l'inverseur 20 et deux autres 26a, 26b reliées aux
20 contacteurs respectifs 4a, et 4b.

Le fonctionnement est le suivant :

25 En marche normale, c'est-à-dire en l'absence de givrage, les deux groupes 1a et 1b fonctionnent simultanément, le ventilateur 17 tournant dans un sens quelconque, par exemple pour déterminer un courant d'air suivant les flèches 27. L'air extérieur entraînant une température t_1 traverse l'évaporateur 15a auquel il cède de la chaleur en se refroidissant
30 lui-même ; il sort de celui-ci à une température t_2 et, si l'on néglige la chaleur dégagée par le moto-ventilateur 17-18, il arrive à cette même température à l'évaporateur 15b.

35 Il réchauffe également celui-ci en se refroidissant et il sort à l'extérieur à une température t_3 . Pendant ce temps la chaleur de condensation du fréon dans les éléments 7a, 7b du condensateur 8 réchauffe l'eau de circulation qui sort par 10 à la température désirée pour l'application envisagée,

chauffage de locaux par exemple.

Si la température d'entrée t_1 est suffisante, celle de sortie t_3 est nettement supérieure à 0°C et tout risque de givrage est exclu. La machine fonctionne alors comme une pompe double à cette petite différence près que la moitié qui correspond au compresseur $2b$ travaille avec une température d'évaporateur légèrement inférieure à celle de l'autre, ce qui implique un coefficient de performance un peu moindre. Mais si le courant d'air qui traverse les évaporateurs $15a$, $15b$, comporte un débit suffisant, cette différence est pratiquement négligeable.

Lorsque t_1 , tout en restant supérieure à 0°C , est inférieure à une certaine limite (par exemple 5°C), t_3 s'abaisse au-dessous de 0°C et par conséquent, à moins que l'air ne soit particulièrement sec, le risque de givrage apparaît pour l'évaporateur $15b$. Son coefficient d'échange de chaleur tend alors à diminuer, la résistance qu'il oppose au passage de l'air à augmenter et le coefficient de performance de la machine à s'abaisser. Mais aussitôt que la couche de givrage a atteint une épaisseur notable, le détecteur $22b$ fonctionne et alerte le micro-processeur 24. Celui-ci est programmé de manière à inverser alors le ventilateur 17-18 par l'inverseur 20 et à arrêter le groupe $1b$ par le contacteur $4b$.

On passe alors à une phase de dégivrage au cours de laquelle le groupe $1a$ fonctionne seul, tandis que l'air circule dans le caisson 16 suivant les flèches en pointillé 28. Cet air entre alors à la température extérieure t_1 , soit par exemple 4°C ; il traverse l'évaporateur $15b$, alors au repos, sans céder de la chaleur au fluide caloporteur qui n'y circule plus et en faisant simplement fondre progressivement la couche de givre, ce qui n'abaisse que faiblement sa température. Il arrive ainsi à l'évaporateur du fréon et il sort à une température encore supérieure à 0°C (par exemple à 1°C), sans par conséquent provoquer la formation de givre.

Dès que le détecteur $22b$ a détecté la disparition du givre,

il envoie un signal au micro-processeur 24 qui remet en marche le groupe 1b sans ré-inverser le ventilateur 17-18. On revient ainsi à peu près aux conditions initiales de fonctionnement, avec cette différence toutefois que le
5 courant d'air est inversé et que c'est par conséquent l'évapo-
rateur 15a qui reçoit l'air à la température t_2 et qui
comporte le risque de givrage.

Quand ce risque se réalise, le détecteur 22a entre en jeu et
10 il alerte le microprocesseur qui arrête le groupe 1a et
inverse le ventilateur 17-18. Il y a à nouveau dégivrage et
lorsque celui-ci est terminé, le micro-processeur 24 remet
en marche le groupe 1a en ramenant ainsi tout l'ensemble
exactement aux conditions initiales sans aucune exception.

15 La machine fonctionne donc alors sans arrêt, sans intervention
d'une énergie additionnelle pour assurer le dégivrage, avec
seulement des périodes relativement courtes pendant lesquelles
l'un des groupes est à l'arrêt, la puissance étant momentanée-
20 ment réduite de moitié.

Si la température extérieure t_1 continue à diminuer, la
durée des phases de dégivrage augmente et il arrive un
moment où l'évaporateur qui se trouve seul en action pendant
25 l'une de celles-ci givre avant que l'autre ne soit complètement
dégivré. En pareil cas les deux détecteurs 22a et 22b envoient
simultanément un signal de givrage au micro-processeur 24.
Celui-ci répond en arrêtant les deux groupes et l'on peut
alors mettre en état de fonctionnement un système approprié
30 de dégivrage. En variante le micro-processeur 24 peut être
programmé pour déclencher lui-même de telles opérations de
dégivrage et pour en surveiller l'exécution grâce aux détec-
teurs 22a, 22b qui lui envoient leur information en perma-
nence.

35 Fig. 2 indique en vue partielle une forme d'exécution dans
laquelle on utilise deux condenseurs séparés 8a, 8b comportant
chacun un élément ou serpentín 7a, 7b traversé par le fréon
et une chambre à eau 11a, 11b, ces deux chambres étant

montées en parallèles entre les canalisations 9 et 10, mais avec interposition de vannes électromagnétiques 29a, 29b dont les entrées de commande sont reliées aux lignes de sorties 26a, 26b du micro-processeur 24. L'agencement est tel que lorsqu'un groupe, tel par exemple que 1b (fig. 1), est arrêté par le micro-processeur 24, la vanne correspondante, telle que 29b, soit fermée. Il en résulte que lors du fonctionnement d'un groupe unique, seul intervient le condenseur élémentaire correspondant (soit 8a dans l'exemple précité). Pour le débit d'eau traversant la chambre 11a de ce condenseur, la température de sortie est plus basse que lors du fonctionnement des deux groupes avec demi-débit dans chaque condenseur élémentaire. Le coefficient de performance du groupe seul en fonctionnement (groupe 1a) est ainsi amélioré, ce qui compense en partie l'arrêt de l'autre groupe (1b).

En variante on pourrait agencer les choses de façon que lorsqu'un groupe fonctionne seul le condenseur correspondant continue à ne recevoir que la moitié du débit d'eau correspondant au fonctionnement des deux groupes. On pourrait par exemple remplacer les vannes 29a, 29b par deux pompes de circulation individuelles commandées par les lignes 26a, 26b, des clapets anti-retour empêchant le condenseur qui correspond à la pompe arrêtée de fonctionner comme dérivation court-circuitant l'autre.

Il doit d'ailleurs être entendu que la description qui précède n'a été donnée qu'à titre d'exemple et qu'elle ne limite nullement le domaine de l'invention dont on se sortirait pas en remplaçant les détails d'exécution décrits par tous autres équivalents. C'est ainsi, par exemple, que l'invention est applicable au cas où le fluide extérieur de source froide est constitué par de l'eau à une température assez basse pour qu'il risque de se former de la glace sur les évaporateurs. Elle s'applique aussi aux pompes qui n'utilisent pas le phénomène de liquéfaction et d'évaporation du fluide caloporteur intérieur en mettant en oeuvre la compression et la détente d'un gaz non liquéfiable aux températures en cause à la source chaude.

Revendications de brevet

1. Pompe à chaleur, caractérisée en ce qu'elle comprend en combinaison les éléments suivants dont certains au moins
5 sont connus soit à l'état isolé, soit dans des combinaisons différentes de celle ci-après :
- deux groupes moto-compresseurs (1a, 1b) à fluide caloporteur liquéfiable susceptibles d'être commandés indépendamment l'un de l'autre ;
 - 10 - deux évaporateurs (15a, 15b) respectivement associés de façon individuelle au compresseur (2a, 2b) de chaque groupe (1a, 1b) pour constituer la source froide d'une pompe à chaleur élémentaire correspondante ;
 - une canalisation (16) dans laquelle ces deux évaporateurs
15 (15a, 15b) sont disposés en série de façon à pouvoir être traversés en échange de chaleur par un même courant d'un fluide extérieur de réchauffage tel que l'air, susceptible de renfermer de l'humidité ;
 - un moto-ventilateur réversible (17-18) interposé sur
20 ladite canalisation (16) pour y assurer la circulation du fluide de réchauffage dans un sens ou dans l'autre ;
 - deux condenseurs (7a, 7b) respectivement associés de façon individuelle au compresseur (2a, 2b) de chaque groupe (1a 1b) pour constituer la source chaude de la pompe à
25 chaleur élémentaire correspondante ;
 - des moyens d'échange pour refroidir ces deux condenseurs (7a, 7b) à l'aide d'un fluide extérieur en vue de l'utilisation de la chaleur évacuée par celui-ci ;
 - des moyens (22a, 22b) pour déceler individuellement
30 le givrage de l'un et de l'autre des deux évaporateurs (15a, 15b) ;
 - et des moyens de commande (24, 4a, 4b,) placés sous le contrôle des précédents (22a, 22b) et qui agissent de façon telle qu'en marche normale les deux groupes moto-compres-
35 seurs (1a, 1b) fonctionnent simultanément, mais que lorsque le givrage a été décelé sur l'évaporateur (15a, 15b) qui se trouve alors situé en aval sur le courant de fluide de réchauffage, ils arrêtent le groupe (1a, 1b) correspondant, inversent le moto-ventilateur (17,18), puis, quand l'évapo-

rateur du groupe ainsi arrêté a été débarrassé du givre, remettent en marche ce groupe sans arrêter l'autre et sans inverser à nouveau le moto-ventilateur (17-18).

5

2. Pompe à chaleur suivant la revendication 1, caractérisée en ce que les deux condenseurs respectivement associés au compresseur (2a, 2b) de chaque groupe (1a, 1b) sont combinés en un appareil unique comprenant deux éléments individuels (7a, 7b) traversés par les fluides caloporteurs respectifs, et une chambre commune (11) dans laquelle ces éléments (7a, 7b) sont disposés et à travers laquelle circule le fluide extérieur de refroidissement, des moyens étant prévus pour que celui-ci refroidisse les deux éléments substantiellement dans les mêmes conditions.

3. Pompe à chaleur suivant la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens de commande (24, 4a, 4b) sont établis de façon telle que dans le cas où les deux évaporateurs (15a, 15b) sont tous deux simultanément givrés, ils arrêtent les deux groupes (1a, 1b) et signalent l'incident.

4. Pompe à chaleur suivant la revendication 1, caractérisée en ce que les moyens de commande (24, 4a, 4b) sont établis de façon telle que dans le cas où les deux évaporateurs (15a, 15b) sont tous deux givrés simultanément, ils arrêtent les deux groupes (1a, 1b), mettent en marche des moyens de dégivrage, puis lorsque ce dégivrage est terminé, arrêtent ces dispositifs et remettent en marche les deux groupes (1a, 1b) simultanément.

35

1/1

Fig. 1

