

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 25.05.23.

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) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES SAS — FR.

72 Inventeur(s) : MTIMET Adnen, AKIKI Roland, LIU Jin-Ming et EL-CHAMMAS Rody.

73 Titulaire(s) : VALEO SYSTEMES THERMIQUES SAS.

54 ~~Matériaux~~ conditionnement thermique.

57 L'invention concerne un procédé (2) de contrôle d'un système de conditionnement thermique (100) d'un véhicule,

ledit système comprenant un circuit (1) de fluide réfrigérant (FR), ledit circuit (1) de fluide réfrigérant comprenant :

une boucle principale (A), ladite boucle principale (A) comprenant successivement :

- un dispositif de compression (3),
- un premier échangeur de chaleur (4) agencé pour être traversé par un flux d'un fluide caloporteur (Ffc),
- un deuxième échangeur de chaleur (5) agencé pour être traversé par un flux d'air extérieur (Fe) au véhicule,
- un premier organe de détente (6),
- une branche secondaire (B), comprenant successivement un deuxième organe de détente (8) et un échangeur de chaleur bifluide (7) agencé dans un circuit (200) de liquide caloporteur (LC), ledit circuit 200 de liquide caloporteur (LC) comprenant un dispositif de chauffage électrique (9) pour chauffer ledit liquide caloporteur (LC),

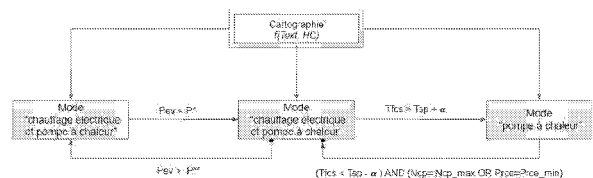
ledit système de conditionnement thermique (100) étant configuré pour fonctionner selon un mode « chauffage électrique », selon un mode « pompe à chaleur » ou selon un mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » ,

ledit procédé comprenant une condition de passage du mode « chauffage électrique » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » ,

ledit procédé le procédé exécutant le passage du mode «chauffage électrique» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» quand ladite condition de passage est

remplie.

Figure de l'abrégé : Figure 6



## **Description**

### **Titre de l'invention : Système de conditionnement thermique**

#### **Domaine technique**

[0001] La présente invention se rapporte au domaine des systèmes de conditionnement thermique. De tels systèmes peuvent par exemple équiper des véhicules automobiles. Ces systèmes permettent d'assurer une régulation thermique de différents organes, comme par exemple l'habitacle ou une batterie de stockage d'énergie électrique, lorsque le véhicule est à propulsion électrique. Les échanges de chaleur sont gérés principalement par la compression et la détente d'un fluide réfrigérant circulant dans un circuit dans lequel sont disposés plusieurs échangeurs de chaleur. Un compresseur permet de faire passer le fluide réfrigérant à haute pression et de le faire circuler dans le circuit.

#### **Technique antérieure**

[0002] Le circuit de fluide réfrigérant comporte habituellement une boucle principale et plusieurs branches de dérivation qui permettent de réaliser de multiples combinaisons de circulation du fluide réfrigérant. De nombreux modes de fonctionnement peuvent ainsi être obtenus, par exemple le refroidissement de l'air de l'habitacle, le chauffage de l'air de l'habitacle, la déshumidification de l'air de l'habitacle, ou encore le refroidissement des batteries du véhicule. Il est connu d'utiliser un dispositif de chauffage additionnel venant compléter l'apport de chaleur fourni par le circuit de fluide réfrigérant dans certains modes de chauffage.

[0003] Il est aussi connu des procédés permettant de minimiser la consommation du compresseur et du dispositif de chauffage additionnel au sein des différents modes de fonctionnement. Il est aussi connu des procédés permettant de choisir le mode le mieux adapté au besoin.

[0004] Un inconvénient est que les critères de choix de mode ou de passage d'un mode de fonctionnement vers un autre ne sont pas optimisés pour garantir que le mode sélectionné est le mode qui garantit l'atteinte de la performance visée avec le minimum de consommation.

#### **Résumé**

[0005] A cette fin, un aspect de la présente invention propose un procédé de contrôle d'un système de conditionnement thermique d'un véhicule, ledit système comprenant un circuit de fluide réfrigérant, ledit circuit de fluide réfrigérant comprenant :

- une boucle principale, ladite boucle principale comprenant successivement selon le sens de circulation du fluide réfrigérant :
  - un dispositif de compression du fluide réfrigérant,

- [0006] -- un premier échangeur de chaleur agencé pour être traversé par un flux d'un fluide caloporteur et destiné à chauffer ledit fluide caloporteur,
- [0007] -- un deuxième échangeur de chaleur se situant entre le premier échangeur de chaleur et le dispositif de compression, agencé pour être traversé par un flux d'air extérieur au véhicule et destiné notamment à évaporer le fluide réfrigérant,
- [0008] -- un premier organe de détente se situant entre le premier échangeur de chaleur et le deuxième échangeur de chaleur,
- une première branche secondaire, reliant un point de dérivation à un point de jonction, ladite première branche secondaire comprenant successivement selon le sens de circulation du fluide réfrigérant un deuxième organe de détente, un échangeur de chaleur bifluide agencé dans un circuit de liquide caloporteur et destiné à évaporer le fluide réfrigérant, ledit point de dérivation se situant entre le premier échangeur de chaleur et le premier organe de détente, ledit point de jonction se situant entre le deuxième échangeur de chaleur et le dispositif de compression,
- ledit circuit de liquide caloporteur comprenant un dispositif de chauffage électrique pour chauffer ledit liquide caloporteur,
- [0009] ledit système de conditionnement thermique étant configuré pour fonctionner selon un mode « chauffage électrique », selon un mode « pompe à chaleur » ou selon un mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » :
- ledit mode «chauffage électrique» étant un mode dans lequel le dispositif de chauffage électrique est actif et sert de source de chaleur pour chauffer le liquide caloporteur et évaporer le fluide réfrigérant dans l'échangeur de chaleur bifluide, la chaleur étant restituée par le premier échangeur de chaleur au fluide caloporteur le traversant, grâce à la compression du fluide réfrigérant au sein du dispositif de compression, le deuxième échangeur de chaleur étant inactif,
  - ledit mode «pompe à chaleur» étant un mode où l'air extérieur sert de source de chaleur pour évaporer le fluide réfrigérant dans le deuxième échangeur de chaleur, ladite chaleur prélevée par le deuxième échangeur de chaleur étant restituée par le premier échangeur de chaleur au fluide caloporteur le traversant, grâce à la compression du fluide réfrigérant au sein du dispositif de compression, l'échangeur de chaleur bifluide étant inactif,
  - ledit mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» étant un mode dans lequel d'une part le dispositif de chauffage électrique est actif et sert de source de chaleur pour chauffer le liquide caloporteur et évaporer le fluide réfrigérant dans l'échangeur de chaleur bifluide, et dans lequel d'autre part l'air extérieur sert de source de chaleur pour évaporer le fluide réfrigérant dans le deuxième

échangeur de chaleur, l'ensemble de la chaleur prélevée par l'échangeur de chaleur bifluide et par le deuxième échangeur de chaleur étant restituée par le premier échangeur de chaleur au fluide caloporteur le traversant, grâce à la compression du fluide réfrigérant au sein du dispositif de compression,

ledit procédé comprenant :

- une étape de détermination d'une valeur d'une grandeur représentative de la température d'évaporation du réfrigérant dans le deuxième échangeur de chaleur,
- une étape de détermination d'une température extérieure au véhicule Text,
- une étape de comparaison entre la valeur de la grandeur représentative de la température d'évaporation du réfrigérant dans le deuxième échangeur de chaleur et une première valeur seuil de la grandeur représentative de la température d'évaporation dépendant de la température extérieure,
- une condition de passage du mode «chauffage électrique» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur», ladite condition de passage étant que la valeur de la grandeur représentative de la température d'évaporation du réfrigérant dans le deuxième échangeur de chaleur franchisse la première valeur seuil de la grandeur représentative de la température d'évaporation dans un premier sens,

le procédé exécutant le passage du mode «chauffage électrique» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» quand ladite condition de passage du mode «chauffage électrique» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» est remplie.

[0010] Ainsi cet aspect de l'invention permet de passer du mode « chauffage électrique » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » quand il s'avère que le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » est capable d'assurer la performance de chauffage demandée, tout en consommant moins que le mode « chauffage électrique ».

[0011] Selon des modes particuliers de réalisation, le procédé peut comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- la condition de passage du mode «chauffage électrique» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» est une condition nécessaire et suffisante pour le passage du mode «chauffage électrique» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» ;
- la grandeur représentative de la température d'évaporation dans le deuxième échangeur de chaleur est une température d'évaporation du fluide réfrigérant dans le deuxième échangeur ;
- la grandeur représentative de la température d'évaporation dans le deuxième

- échangeur de chaleur est une température du fluide réfrigérant en sortie du deuxième échangeur de chaleur ;
- la grandeur représentative de la température d'évaporation dans le deuxième échangeur de chaleur est une température du fluide réfrigérant en entrée du deuxième échangeur de chaleur ;
  - la grandeur représentative de la température d'évaporation dans le deuxième échangeur de chaleur est une température d'interpolation entre la température du fluide réfrigérant en entrée du deuxième échangeur de chaleur et la température du fluide réfrigérant en sortie du deuxième échangeur de chaleur ;
  - la grandeur représentative de la température d'évaporation dans le deuxième échangeur de chaleur est une pression d'évaporation du fluide réfrigérant dans le deuxième échangeur de chaleur ;
  - la grandeur représentative de la température d'évaporation dans le deuxième échangeur de chaleur est une pression du fluide réfrigérant en entrée du deuxième échangeur de chaleur ;
  - la grandeur représentative de la température d'évaporation dans le deuxième échangeur de chaleur est une pression du fluide réfrigérant en sortie du deuxième échangeur de chaleur ;
  - la grandeur représentative de la température d'évaporation dans le deuxième échangeur de chaleur est une pression d'interpolation entre la pression du fluide réfrigérant en entrée du deuxième échangeur de chaleur et la pression du fluide réfrigérant en sortie du deuxième échangeur de chaleur ;
  - ledit circuit de fluide réfrigérant comprend un dispositif de réserve de fluide réfrigérant dans la boucle principale se situant entre le premier échangeur de chaleur et le dispositif de compression ;
  - ledit dispositif de réserve de réfrigérant est une bouteille de séparation gaz/liquide se situant sur la boucle principale entre le premier échangeur de chaleur et le premier organe de détente ;
  - ledit dispositif de réserve de réfrigérant est un accumulateur séparation gaz/liquide se situant sur la boucle principale entre le deuxième échangeur de chaleur et le dispositif de compression ;
  - le premier organe de détente est à section d'ouverture variable ;
  - le deuxième organe de détente est à section d'ouverture variable ;
  - le circuit de fluide réfrigérant comprend un clapet anti-retour dans la boucle principale se situant entre la sortie du deuxième échangeur de chaleur et le premier point de jonction ;
  - le procédé comprend une étape de détermination d'une température extérieure au véhicule ;

- le circuit comprend un capteur de température pour mesurer la température extérieure au véhicule, un signal de sortie dudit capteur est la valeur de ladite température extérieure au véhicule ;
- le circuit comprend un capteur de pression pour mesurer la pression du fluide réfrigérant en sortie du deuxième échangeur de chaleur, un signal de sortie dudit capteur de pression étant une valeur de ladite pression en sortie du deuxième échangeur de chaleur ;
- le circuit comprend un capteur de pression pour mesurer la pression du fluide réfrigérant en entrée du deuxième échangeur de chaleur, un signal de sortie dudit capteur de pression étant une valeur de ladite pression en entrée du deuxième échangeur de chaleur ;
- le circuit comprend un capteur de pression pour mesurer la pression du fluide réfrigérant dans le deuxième échangeur de chaleur, un signal de sortie dudit capteur de pression étant une valeur de ladite pression dans le deuxième échangeur de chaleur ;
- le circuit comprend un capteur de température pour mesurer la température du fluide réfrigérant dans le deuxième échangeur de chaleur, un signal de sortie dudit capteur de température étant une valeur de ladite température du fluide réfrigérant en sortie du deuxième échangeur de chaleur ;
- le circuit comprend un capteur de pression pour mesurer la pression du fluide réfrigérant à l'entrée du dispositif de compression, un signal de sortie dudit capteur de pression étant une valeur de ladite pression à l'entrée dispositif de compression ;
- le procédé comprend le calcul d'une perte de charge du fluide réfrigérant entre le deuxième échangeur de chaleur et l'entrée du dispositif de compression dépendant du débit de fluide réfrigérant circulant entre la sortie du deuxième échangeur de chaleur et l'entrée du dispositif de compression ;
- le débit de fluide réfrigérant circulant entre la sortie du deuxième échangeur de chaleur et l'entrée du dispositif de compression est estimé à partir de la vitesse du dispositif de compression et de la pression en entrée du dispositif de compression ;
- le circuit comprend un capteur de température pour mesurer la température du fluide réfrigérant à l'entrée du dispositif de compression, un signal de sortie dudit capteur de température étant une valeur de ladite température à l'entrée dispositif de compression ;
- le débit de fluide réfrigérant circulant entre la sortie du deuxième échangeur de chaleur et l'entrée du dispositif de compression est estimé à partir de la vitesse du dispositif de compression, de la pression en entrée du dispositif de

- compression, et de la température en entrée du dispositif de compression ;
- la pression en sortie du deuxième échangeur de chaleur est calculée à partir de la pression en entrée du dispositif de compression et de la valeur de la perte de charge du fluide réfrigérant entre la sortie du deuxième échangeur de chaleur et l'entrée du dispositif de compression ;
  - la première valeur seuil de la grandeur représentative de la température d'évaporation dépendant de la température extérieure est une valeur de première pression seuil égale à la pression de saturation du fluide réfrigérant à la température extérieure moins  $k$ , avec  $k$  qui est une constante comprise entre 0,15 bar et 0,25 bar et préférentiellement égale à 0,2 bar ;
  - la condition de passage du mode «chauffage électrique» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur», est que la valeur de la pression du fluide réfrigérant en sortie du deuxième échangeur de chaleur soit inférieure à la valeur de première pression seuil ;
  - la condition de passage du mode «chauffage électrique» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur», est que la valeur de la pression d'évaporation du fluide réfrigérant dans le deuxième échangeur de chaleur du réfrigérant dans le deuxième échangeur de chaleur soit inférieure à la valeur de première pression seuil ;
  - la première valeur seuil de la grandeur représentative de la température d'évaporation dépendant de la température extérieure est une valeur de première température seuil égale à la température extérieure moins  $x$ , avec  $x$  qui est une constante comprise entre 1,5°C et 2,5°C et préférentiellement égale à 2°C;
  - la condition de passage du mode «chauffage électrique» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur», est que la valeur de la température d'évaporation du fluide réfrigérant dans le deuxième échangeur de chaleur soit inférieure à la valeur de première température seuil ;
  - le procédé comprend une condition de passage du mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» vers le mode «chauffage électrique», ladite condition de passage étant que la grandeur représentative de la température d'évaporation du fluide réfrigérant dans le deuxième échangeur de chaleur franchisse une deuxième valeur seuil dans un second sens, opposé au premier sens ;
  - la deuxième valeur seuil est une valeur de deuxième pression seuil égale à la pression de saturation du fluide réfrigérant à la température extérieure au véhicule plus  $k'$  avec  $k'$  qui est une constante comprise entre 0,05 bar et 0,2 bar et préférentiellement égale à 0,1 bar,
  - la condition de passage du mode «chauffage électrique» vers le mode

- «chauffage électrique et pompe à chaleur» est que la pression du fluide réfrigérant dans le deuxième échangeur de chaleur soit supérieure à la valeur de deuxième pression seuil ;
- la condition de passage du mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» vers le mode «chauffage électrique» est que la pression du fluide réfrigérant à la sortie du deuxième échangeur de chaleur soit supérieure à la valeur de deuxième pression seuil ;
  - la condition de passage du mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» vers le mode «chauffage électrique» est que la pression d'évaporation du fluide réfrigérant dans le deuxième échangeur de chaleur soit supérieure à la valeur de deuxième pression seuil ;
  - la deuxième valeur seuil est une valeur de deuxième température seuil égale à la température extérieure au véhicule plus  $x'$  avec  $x'$  qui est une constante comprise entre  $0,5^{\circ}\text{C}$  et  $2^{\circ}\text{C}$  et préférentiellement égale à  $1^{\circ}\text{C}$  ;
  - la condition de passage du mode «chauffage électrique» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» est que la température du fluide réfrigérant dans le deuxième échangeur de chaleur soit supérieure à la valeur de deuxième température seuil ;
  - le procédé exécute le passage du mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» vers le mode «chauffage électrique» quand la condition de passage du mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» vers le mode «chauffage électrique» est remplie ;
  - la condition de passage du mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» vers le mode «chauffage électrique» est nécessaire et suffisante pour le passage du mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» vers le mode «chauffage électrique» ;
  - le circuit comprend un capteur de température du fluide caloporteur traversant le premier échangeur de chaleur, le capteur étant en aval dudit premier échangeur de chaleur, un signal de sortie dudit capteur de température étant une valeur de ladite température de fluide caloporteur en aval du premier échangeur de chaleur ;
  - le procédé comprend une étape de détermination d'une température de fluide caloporteur traversant le premier échangeur de chaleur, en aval dudit premier échangeur de chaleur ;
  - le procédé comprend une étape de comparaison entre la température de fluide caloporteur en aval du premier échangeur de chaleur et une valeur de température de consigne de chauffage ;
  - le procédé comprend une condition de passage du mode «chauffage électrique

et pompe à chaleur» vers le mode «pompe à chaleur» , ladite condition de passage étant que la valeur de la température de fluide caloporteur en aval du premier échangeur de chaleur soit supérieure à la température de consigne de chauffage +  $\alpha$ , avec  $\alpha$  qui est une constante ayant une valeur comprise entre 0,5°C et 2°C, et préférentiellement égale à 1°C ;

- Le procédé exécute le passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « pompe à chaleur » quand la condition de passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « pompe à chaleur » est remplie ;
- la condition de passage du mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» vers le mode «pompe à chaleur» est une condition nécessaire et suffisante pour le passage du mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» vers le mode «pompe à chaleur»;
- le procédé comprend une étape de comparaison entre la vitesse du dispositif de compression et une valeur seuil maximale de vitesse ;
- le procédé comprend une étape de comparaison entre la pression du fluide réfrigérant à l'entrée du dispositif de compression avec une valeur seuil minimale de pression en entrée du dispositif de compression ;
- le procédé comprend une première condition de passage du mode «pompe à chaleur» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur», ladite première condition de passage étant que la température de fluide caloporteur en aval du premier échangeur de chaleur soit inférieure à la température de consigne de chauffage -  $\beta$ , avec  $\beta$  qui est une constante ayant une valeur comprise entre 0,5°C et 2°C, et préférentiellement égale à 1°C ;
- le procédé comprend une deuxième condition de passage du mode «pompe à chaleur» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur», ladite deuxième condition de passage étant que la vitesse du dispositif de compression soit égale à la valeur seuil maximale de vitesse ou que la pression en entrée du dispositif de compression soit égale ou inférieure à la valeur seuil minimale de pression en entrée du dispositif de compression ;
- Le procédé exécute le passage du mode «pompe à chaleur» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» quand au moins la première condition de passage du mode «pompe à chaleur» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» et la deuxième condition de passage du mode «pompe à chaleur» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» sont remplies ;
- les première et deuxième conditions de passage du mode «pompe à chaleur» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» sont des conditions

- nécessaires pour le passage du mode «pompe à chaleur» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» ;
- le procédé comprend au moins une cartographie du choix d'un mode parmi les modes «chauffage électrique», «chauffage électrique et pompe à chaleur» et «pompe à chaleur», dépendant par exemple de la puissance de chauffage de consigne et de la température extérieure ;
  - le procédé comprend une étape d'estimation du débit de fluide caloporteur traversant le premier échangeur de chaleur ;
  - le procédé comprend une étape de détermination de la puissance de chauffage de consigne à partir d'une valeur de température de consigne de chauffage, à partir d'une valeur de la température de fluide caloporteur en amont du premier échangeur de chaleur selon le sens de circulation du flux de fluide caloporteur, et à partir de l'estimation du débit de fluide caloporteur traversant le premier échangeur de chaleur ;
  - dans au moins un premier intervalle de température extérieure, le mode de chauffage est choisi selon ladite au moins une cartographie, ce choix n'est pas modifié tant que la température extérieure reste dans ledit premier intervalle de température extérieure, et dans au moins un deuxième intervalle de température extérieure, le mode de chauffage initial est choisi selon ladite au moins une cartographie, puis selon lesdites conditions de passage d'un mode de chauffage vers un autre ;
  - dans ledit au moins second intervalle de température extérieure, un changement de la température extérieure et/ou de la puissance de chauffage de consigne entraîne un changement de mode selon ladite cartographie.

[0012] L'invention se rapporte aussi à un programme d'ordinateur comprenant des instructions qui conduisent le système de conditionnement thermique à exécuter le procédé.

[0013] L'invention se rapporte aussi à une unité de commande centrale, ladite unité comprenant au moins un calculateur, une mémoire et le programme d'ordinateur stocké dans la mémoire.

### **Brève description des dessins**

[0014] D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront plus clairement à la lecture de la description donnée ci-après à titre purement illustratif en relation avec des dessins annexés dans lesquels :

[0015] [Fig.1] est une vue schématique d'un système de conditionnement thermique selon un premier mode de réalisation de l'invention,

[0016] [Fig.2] est une vue schématique dudit système de conditionnement thermique fonc-

- tionnant dans un mode « pompe à chaleur »,
- [0017] [Fig.3] est une vue schématique dudit système de conditionnement thermique fonctionnant dans un mode « chauffage électrique et pompe à chaleur »,
- [0018] [Fig.4] est une vue schématique dudit système de conditionnement thermique fonctionnant dans un mode « chauffage électrique »,
- [0019] [Fig.5] est une vue schématique d'une cartographie de choix de mode de fonctionnement,
- [0020] [Fig.6] est un logigramme décrivant une mise en œuvre du procédé selon un aspect de l'invention.

### **Description des modes de réalisation**

- [0021] Dans les figures 1 à 4, des traits représentent les conduits reliant un élément du circuit à un autre élément dudit circuit. Dans les figures 2 à 4, des traits pleins et épais représentent les conduits dans lesquels circule du fluide ou du liquide. Des traits en pointillés représentent des conduits dans lesquels il n'y a pas de circulation de fluide ou de liquide. Des chevrons représentent le sens de circulation dans les conduits.
- [0022] Il faut tout d'abord noter que les figures exposent l'invention de manière détaillée pour sa mise en œuvre, lesdites figures pouvant bien entendu servir à mieux définir l'invention, le cas échéant.
- [0023] Les termes amont et aval employés dans la description qui suit se réfèrent au sens de circulation du fluide considéré.
- [0024] Les termes entrée et sortie employés dans la description qui suit se réfèrent au sens de circulation du fluide considéré.
- [0025] Afin de différencier les composants, les termes «premier», «deuxième», ... sont employés. Ces termes n'ont pas vocation à hiérarchiser les composants ou à les ordonner. Ces termes sont employés à titre de distinction et peuvent être intervertis sans nuire à la mise en œuvre de l'invention. Par exemple, la dénomination «deuxième» n'implique pas nécessairement la présence de deux éléments.
- [0026] On appelle branche une portion de circuit reliant un point du circuit à un autre point de circuit.
- [0027] Quand il est précisé qu'une branche comporte un élément donné, cela n'exclut pas la présence d'autres éléments dans cette branche.
- [0028] On appelle conduit une portion de circuit reliant un point du circuit à un autre point du circuit, sans élément entre ces deux points.
- [0029] Le terme « échangeur » est équivalent au terme « échangeur de chaleur », et les deux termes pourront être indifféremment employés dans la description qui suit.
- [0030] On entend par échangeur de chaleur « inactif » un échangeur de chaleur dans lequel il n'y a pas d'échange thermique forcé.

- [0031] La [Fig.1] illustre un exemple d'un système de conditionnement thermique 100 selon l'invention comprenant un circuit 1 de fluide réfrigérant FR et une unité de commande centrale UC comprenant au moins un ordinateur, une mémoire et un programme d'ordinateur stocké dans la mémoire et configuré pour mettre en œuvre un procédé 2.
- [0032] L'unité de commande centrale UC reçoit des informations de différents capteurs mesurant notamment les caractéristiques du fluide réfrigérant en divers points du circuit, et mesurant notamment les caractéristiques des flux d'air, de liquide caloporteur et de fluide caloporteur en différents points du système de conditionnement thermique 100. L'unité électronique de contrôle UC reçoit également des consignes émises par les occupants du véhicule, comme par exemple la température souhaitée à l'intérieur de l'habitacle. L'unité électronique de contrôle UC peut aussi recevoir des consignes provenant d'autres sous-systèmes électroniques, comme par exemple le système de gestion des batteries de stockage d'énergie électrique. L'unité de commande centrale UC met en œuvre des lois de contrôle permettant le pilotage des différents actionneurs, afin d'assurer le contrôle du système de conditionnement thermique 100 de façon à assurer les consignes reçues.
- [0033] Le circuit 1 de fluide réfrigérant forme un circuit fermé dans lequel peut circuler le fluide réfrigérant FR. Le circuit 1 de fluide réfrigérant est étanche lorsque celui-ci est dans un état nominal de fonctionnement, c'est-à-dire sans défaut ou fuite. Chaque point de dérivation et/ou de jonction du circuit 1 permet au fluide réfrigérant de passer dans l'une ou l'autre des portions de circuit se rejoignant à ce point de raccordement. La répartition du fluide réfrigérant entre les portions de circuit se rejoignant en un point de raccordement se fait en jouant sur l'ouverture ou la fermeture des vannes d'arrêt, clapets anti-retour ou organes de détente disposés sur chacune des branches du circuit. Autrement dit, chaque point de dérivation et de jonction est un moyen de redirection du fluide réfrigérant. Diverses vannes d'arrêt et clapets antiretour permettent ainsi de diriger sélectivement le fluide réfrigérant dans les différentes branches du circuit de réfrigérant, afin d'assurer différents modes de fonctionnement, comme il sera décrit ultérieurement.
- [0034] Le fluide réfrigérant FR utilisé par le circuit 1 de fluide réfrigérant est ici un fluide chimique tel que le R1234yf. D'autres fluides réfrigérants peuvent aussi être employés à la place, comme par exemple le R134a, ou le R290.
- [0035] Le système de conditionnement thermique 100 comprend un flux F<sub>fc</sub> d'un fluide caloporteur FC traversant un premier échangeur de chaleur du circuit 1 de fluide réfrigérant. Ce fluide caloporteur FC peut être par exemple de l'air ou du liquide caloporteur.
- [0036] On entend par flux d'air intérieur F<sub>i</sub> un flux d'air à destination de l'habitacle du véhicule automobile. Ce flux d'air intérieur F<sub>i</sub> peut circuler dans une installation de

chauffage, ventilation et/ou climatisation, désignée fréquemment par le terme Anglais « HVAC », pour « Heating, Ventilating and Air Conditioning ». Cette installation n'a pas été représentée sur les différentes figures. Un premier groupe moto-ventilateur, non représenté, est disposé dans l'installation de chauffage, ventilation et/ou climatisation afin d'augmenter au besoin le débit du flux d'air intérieur  $F_i$ .

- [0037] On entend par flux d'air extérieur  $F_e$  un flux d'air qui n'est pas à destination de l'habitacle du véhicule. Autrement dit, ce flux d'air  $F_e$  reste à l'extérieur de l'habitacle du véhicule. Un deuxième groupe moto-ventilateur, également non représenté, peut être activé afin d'augmenter si nécessaire le débit du flux d'air extérieur  $F_e$ . Le débit assuré par le premier groupe moto-ventilateur ainsi que par le deuxième groupe moto-ventilateur peut être ajusté en temps réel en fonction des besoins d'échanges thermiques, par exemple par l'unité de commande centrale UC du système de conditionnement thermique 100.
- [0038] Le système de conditionnement thermique circuit 1 est apte à fonctionner par exemple dans plusieurs modes permettant de chauffer un habitacle d'un véhicule.
- [0039] Le circuit 1 de fluide réfrigérant comprend :
- [0040] - une boucle principale A, ladite boucle principale A comprenant successivement selon le sens de circulation du fluide réfrigérant :
- [0041] -- un dispositif de compression 3 du fluide réfrigérant FR,
- [0042] -- un premier échangeur 4 de chaleur agencé pour être traversé par un flux  $F_{fc}$  d'un fluide caloporteur FC et destiné à chauffer ledit fluide caloporteur FC,
- [0043] -- un deuxième échangeur de chaleur 5 se situant entre le premier échangeur 4 de chaleur et le dispositif de compression 3, agencé pour être traversé par un flux d'air extérieur au véhicule  $F_e$  et destiné notamment à évaporer le fluide réfrigérant FR,
- [0044] -- un premier organe de détente 6 se situant entre le premier échangeur de chaleur 4 et le deuxième échangeur de chaleur 5,
- [0045] - une première branche secondaire B, reliant un premier point de dérivation d1 à un premier point de jonction j1, ladite première branche secondaire B comprenant successivement selon le sens de circulation du fluide réfrigérant un deuxième organe de détente 8 et un échangeur de chaleur bifluide 7 agencé dans un circuit 200 de liquide caloporteur LC et destiné à évaporer le fluide réfrigérant FR, ledit premier point de dérivation d1 se situant entre le premier échangeur de chaleur 4 et le premier organe de détente 6, ledit premier point de jonction j1 se situant entre le deuxième échangeur de chaleur 5 et le dispositif de compression 3.
- [0046] Ledit circuit 200 de liquide caloporteur LC comprend un dispositif de chauffage électrique 9 pour chauffer ledit liquide caloporteur LC et un ou plusieurs éléments de la chaîne de traction, comme une batterie et ou un moteur électrique.
- [0047] Dans cet exemple de réalisation de l'invention, le flux de fluide caloporteur  $F_{fc}$  est

un flux d'air intérieur  $F_i$  destiné à être réchauffé en traversant le premier échangeur de chaleur 4 qui est alors un condenseur interne disposé dans le boîtier d'une installation non représentée de ventilation, de chauffage et/ou de climatisation («HVAC») dont il fait partie.

- [0048] Dans un exemple de réalisation non représenté du système de conditionnement thermique 100 de, le fluide caloporteur FC est un liquide caloporteur secondaire destiné à être réchauffé en traversant le premier échangeur de chaleur 4, qui est alors un condenseur bifluide situé dans l'environnement sous capot du véhicule.
- [0049] Dans cet exemple de circuit 1 de fluide réfrigérant illustré en [Fig.1], ledit circuit 1 de fluide réfrigérant comprend en outre un dispositif d'accumulation 10 de fluide réfrigérant se situant sur la boucle principale A entre la sortie du premier échangeur de chaleur 4 et l'entrée du premier organe de détente 6. Ledit dispositif d'accumulation 10 comprend un volume de stockage de réfrigérant liquide configuré pour compenser les variations de la quantité de fluide réfrigérant circulant dans le circuit 1 de fluide réfrigérant en fonction des conditions de fonctionnement.
- Ledit dispositif d'accumulation 10 est ici une bouteille 10' de séparation gaz/liquide. Ladite bouteille 10' peut recevoir à son entrée un mélange diphasique de fluide réfrigérant. En régime permanent, le fluide réfrigérant FR parvenant à l'entrée de la bouteille est à l'état diphasique et le fluide réfrigérant FR sortant de la sortie de la bouteille est à l'état de liquide saturé.
- [0050] Selon un exemple de réalisation du circuit 1 non représenté, le dispositif d'accumulation 10 de fluide réfrigérant est un accumulateur de séparation gaz/liquide se situant sur la boucle principale A entre la sortie du deuxième échangeur de chaleur 5 et l'entrée du dispositif de compression 3. Ledit accumulateur peut recevoir à son entrée un mélange diphasique de fluide réfrigérant. En régime permanent, le fluide réfrigérant FR parvenant à l'entrée de l'accumulateur est à l'état diphasique et le fluide réfrigérant FR sortant de la sortie de l'accumulateur est à l'état de gaz saturé.
- [0051] Le circuit 1 de fluide réfrigérant comprend un clapet anti-retour 11 se situant entre la sortie du deuxième échangeur de chaleur 5 et le point de jonction j1. Ledit clapet anti-retour est configuré pour autoriser une circulation du fluide réfrigérant FR depuis la sortie du deuxième échangeur vers le point de jonction j1 et pour interdire toute circulation du fluide réfrigérant FR depuis le point de jonction j1 vers la sortie du deuxième échangeur 5.
- [0052] Le circuit 1 de fluide réfrigérant comprend une deuxième branche secondaire C reliant un deuxième point de dérivation d2 à un deuxième point de jonction j2, ladite branche deuxième branche secondaire comprenant successivement un troisième organe de détente 12 et un quatrième échangeur de chaleur 13, agencé pour être traversé par le flux d'air intérieur au véhicule  $F_i$  et destiné à l'habitacle.

Le deuxième point de dérivation d2 se situe sur la première branche de dérivation B entre le premier point de dérivation d1 et le deuxième organe de détente 8.

Selon un mode de réalisation du circuit 1 de fluide réfrigérant non représenté, le deuxième point de dérivation d2 se situe entre le premier échangeur de chaleur 4 et le premier point de dérivation d1.

Le deuxième point de jonction j2 se situe sur la boucle principale A entre le deuxième échangeur de chaleur 5 et le clapet anti-retour 11.

Le quatrième échangeur de chaleur 13 est un évaporateur disposé dans le boîtier d'une installation non représentée de ventilation, de chauffage et/ou de climatisation («HVAC») dont il fait partie, en amont du premier échangeur de chaleur 4 selon le sens de circulation du flux d'air intérieur Fi dans cet exemple de réalisation. Le flux d'air intérieur Fi est mis en circulation dans le boîtier grâce à un dispositif de mise en mouvement du flux d'air intérieur Fi. Le dispositif de mise en mouvement du flux d'air intérieur Fi est par exemple une hélice mise en rotation par un moteur électrique.

[0053] Le circuit 1 de fluide réfrigérant comprend un quatrième organe de détente 14 se situant entre le premier échangeur de chaleur 4 et la bouteille 10'.

[0054] Le circuit 1 de fluide réfrigérant comprend une vanne trois voies 15 situé sur la boucle principale A entre le premier échangeur de chaleur 4 et le quatrième organe de détente 14, ladite vanne trois voies 15 présentant une entrée 15a, une première sortie 15b et une deuxième sortie 15c. La boucle principale A comprend un passage au travers de ladite vanne trois voies 15 depuis l'entrée 15a vers la sortie 15c selon le sens de parcours du fluide réfrigérant FR. La vanne trois voies 15 est configurée pour que le fluide réfrigérant FR circule de l'entrée 15a jusqu'à la sortie 15b dans certains modes de fonctionnement du circuit 1, et pour que le fluide réfrigérant FR circule de l'entrée 15a jusqu'à la sortie 15c dans d'autres modes de fonctionnement du circuit 1.

[0055] Le circuit 1 de fluide réfrigérant comprend une troisième branche secondaire D reliant la sortie 15b de la vanne trois voies 15 à un troisième point de dérivation d3 se situant sur la boucle principale A entre le deuxième échangeur de chaleur 5 et le premier point de jonction j1, et plus particulièrement entre le deuxième échangeur 5 et le deuxième point de jonction j2.

[0056] Le circuit 1 de fluide réfrigérant comprend une quatrième branche secondaire E reliant un quatrième point de dérivation d4 et un troisième point de jonction j3. Ladite quatrième branche secondaire E comprenant successivement un deuxième clapet anti-retour 16 et un cinquième organe de détente 17. Le quatrième point de dérivation d4 se situe sur la boucle principale A entre le premier organe de détente 6 et le deuxième échangeur de chaleur 5. Le troisième point de jonction j3 se situe sur la boucle principale A entre la sortie 15c de la vanne trois voies 15 et la bouteille 10'.

[0057] Le circuit 1 de fluide réfrigérant comprend une vanne d'arrêt 18 se situant sur la

boucle principale A entre le troisième point de dérivation d3 et le deuxième point de jonction j2. La vanne d'arrêt 18 est configurée pour laisser passer le fluide réfrigérant FR du deuxième échangeur de chaleur 5 vers le deuxième point de jonction j2 dans une position ouverte de ladite vanne d'arrêt 18, et pour interdire le passage du fluide réfrigérant FR depuis le troisième point de dérivation d3 vers le deuxième point de jonction j2 dans une position fermée de ladite vanne d'arrêt 18.

- [0058] Les organes de détente 6, 8, 12, 14 et 17 sont par exemple des détendeurs électroniques à section d'ouverture variable, dans lesquels la section de passage permettant de faire passer le fluide réfrigérant FR peut être ajustée de manière continue entre une position de fermeture et une d'ouverture maximale. Pour cela, un module électronique de contrôle du détendeur pilote un moteur électrique qui déplace un obturateur mobile contrôlant la section de passage offerte au fluide réfrigérant FR et modifiant ainsi la perte de charge du fluide réfrigérant FR les traversant. En position de fermeture, encore appelée position fermée, la circulation de fluide réfrigérant FR est interrompue, c'est-à-dire que le débit de fluide réfrigérant FR traversant le détendeur électronique est nul. Les quatrième et cinquième organes de détente 14 et 17 disposent d'une position d'ouverture maximale permettant un passage du fluide réfrigérant FR sans détente.
- [0059] Le système de conditionnement thermique comprend le circuit 200 de liquide caloporteur LC comprenant l'échangeur de chaleur bifluide 7 et le dispositif de chauffage électrique 9. Ledit circuit 200 de liquide caloporteur LC comprend en outre une pompe 19 pour la mise en circulation du liquide caloporteur LC au sein du circuit 200, formant alors un flux Flc de liquide caloporteur au sein dudit circuit 200 de liquide caloporteur LC.
- [0060] Le circuit 200 de liquide caloporteur LC comprend un élément 20 de la chaîne de traction du véhicule. L'élément 20 de la chaîne de traction est par exemple une batterie et/ou un moteur électrique. Selon le mode de fonctionnement du circuit 200, le liquide caloporteur LC chauffe ou refroidit l'élément 20 de la chaîne de traction. Ledit élément 20 de la chaîne de traction se situe entre l'échangeur de chaleur bifluide 7 et le dispositif de chauffage électrique 9 selon le sens du flux de liquide caloporteur Flc.
- [0061] Le système de conditionnement thermique 100 comprend un premier capteur de température T1 de mesure de la température extérieure en amont du deuxième échangeur de chaleur 5 selon le sens de circulation du flux d'air extérieur Fe. Un signal de sortie dudit premier capteur de température T1 de mesure de la température extérieure Text est la valeur de ladite température extérieure Text.
- [0062] Le système de conditionnement thermique 100 comprend un deuxième capteur de température T2 de mesure de la température de fluide caloporteur Tfcs en aval du premier échangeur de chaleur 4 selon le sens de circulation du flux de fluide ca-

loporteur Ffc. Un signal de sortie dudit deuxième capteur de température T2 de mesure de la température de fluide caloporteur Tfcs en aval du premier échangeur de chaleur 4 est la valeur de ladite température de fluide caloporteur Tfcs en aval du premier échangeur de chaleur 4.

- [0063] Le système de conditionnement thermique 100 comprend un troisième capteur de température T3 de mesure de la température de l'air intérieur Taie en aval du quatrième échangeur de chaleur 13 selon le sens de circulation du flux d'air intérieur Fi. Un signal de sortie dudit troisième capteur de température T3 de mesure de la température de l'air intérieur Taie en aval du quatrième échangeur de chaleur 13 est la valeur de ladite température extérieure Taie. Dans cet exemple de réalisation la température de l'air intérieur en aval du quatrième échangeur de chaleur 13 selon le sens de circulation du flux d'air intérieur est aussi la température de l'air intérieur en entrée du premier échangeur de chaleur 4, le quatrième échangeur de chaleur 13 étant agencé en amont du premier échangeur de chaleur 4 selon le sens de circulation du flux d'air intérieur Fi.
- [0064] Le circuit 1 de fluide réfrigérant comprend un quatrième capteur de température T4 de mesure de la température Trce du fluide réfrigérant FR en entrée du dispositif de compression 3. Un signal de sortie dudit quatrième capteur de température T4 de mesure de la température Trce du fluide réfrigérant FR en entrée du dispositif de compression 3 est la valeur de la température Trce en entrée du dispositif de compression 3.
- [0065] Le circuit 1 de fluide réfrigérant comprend un capteur de pression P1 de mesure de la pression Prce du fluide réfrigérant FR en entrée du dispositif de compression 3, ledit capteur de pression se situant sur la boucle principale A entre le premier point de jonction j1 et l'entrée du dispositif de compression 3. Un signal de sortie dudit capteur de pression P1 de mesure de la pression Prce du fluide réfrigérant FR en entrée du dispositif de compression 3 est la valeur de la pression Prce en entrée du dispositif de compression 3.
- [0066] Selon un exemple de réalisation du circuit 1 de fluide réfrigérant, ledit circuit 1 comprend un deuxième capteur de pression P2 non représenté de mesure d'une pression Prcds du fluide réfrigérant FR en sortie du deuxième échangeur de chaleur 5, ledit capteur se situant sur la boucle principale A entre le deuxième échangeur de chaleur 5 et le premier point de jonction j1. Un signal de sortie dudit deuxième capteur de pression P2 de mesure de la pression Prcds du fluide réfrigérant FR en sortie du deuxième échangeur de chaleur 5 est la valeur de la pression Prcds en sortie du deuxième échangeur de chaleur 5.
- [0067] Le circuit 200 de liquide caloporteur LC comprend un cinquième capteur de température T5 de mesure de la température du liquide caloporteur LC en aval du

dispositif de chauffage électrique 9 selon le sens du flux de liquide caloporteur Flc. Un signal de sortie dudit cinquième capteur de température T5 de mesure de la température du liquide caloporteur LC en aval du dispositif de chauffage électrique 9 est la valeur de ladite température du liquide caloporteur LC en aval du dispositif de chauffage électrique 9.

- [0068] Selon un mode de réalisation du système de conditionnement thermique 100, le circuit 200 de liquide caloporteur LC comprend un sixième capteur de température T6, non représenté, de mesure de la température du liquide caloporteur LC en aval de l'échangeur de chaleur bifluide 7 selon le sens du flux de liquide caloporteur Flc. Un signal de sortie dudit cinquième capteur de température T6 de mesure de la température du liquide caloporteur LC en aval de l'échangeur de chaleur bifluide est la valeur de ladite température du liquide caloporteur LC en aval de l'échangeur de chaleur bifluide.
- [0069] Selon un mode de réalisation du système de conditionnement thermique 100, le système de conditionnement thermique 100 comprend un septième capteur de température T7, non représenté, de mesure de la température de fluide caloporteur Tfce en amont du premier échangeur de chaleur 4 selon le sens de circulation du flux de fluide caloporteur. Un signal de sortie dudit septième capteur de température T7 de mesure de la température de fluide caloporteur Tfce en amont du premier échangeur de chaleur 4 est la valeur de ladite température de fluide caloporteur Tfce. La présence de ce septième capteur de température T7 de mesure de la température de fluide caloporteur Tfce en amont du premier échangeur de chaleur 4 fait sens dans un mode de réalisation du système de conditionnement thermique 100 dans lequel le flux de fluide caloporteur Ffc et le flux air intérieur Fi sont deux flux distincts.
- [0070] La [Fig.2] illustre l'exemple de réalisation du système de conditionnement thermique 100 fonctionnant dans un mode de chauffage dit mode « pompe à chaleur », dans lequel l'air extérieur sert de source de chaleur pour évaporer le fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5, ladite chaleur prélevée par le deuxième échangeur de chaleur 5 étant restituée par le premier échangeur de chaleur 4 au fluide caloporteur FC le traversant, grâce à la compression du fluide réfrigérant FR au sein du dispositif de compression 3. Dans cet exemple de réalisation comme déjà indiqué précédemment, le flux de fluide caloporteur Ffc est un flux d'air interne Fi destiné à la cabine. Dans ledit mode « pompe à chaleur », le fluide réfrigérant FR circule uniquement dans la boucle principale A. Ledit fluide réfrigérant FR est comprimé dans le dispositif de compression 3, puis traverse le premier échangeur de chaleur 4 dans lequel il cède de la chaleur au flux d'air interne Fi le traversant. Le fluide réfrigérant FR rejoint ensuite l'entrée 15a de la vanne trois voies 15, traverse ladite vanne 3 voies 15 et sort par la sortie 15c de ladite vanne 3 voies 15. Le fluide réfrigérant FR traverse

ensuite le quatrième organe de détente 14 dans lequel il subit une première détente dite pré-détente, avant d'entrer dans le dispositif d'accumulation 10. Dans cet exemple de réalisation comme déjà indiqué précédemment, le dispositif d'accumulation 10 est une bouteille 10' de séparation gaz/liquide. Le fluide réfrigérant FR en sortie de la bouteille 10' entre ensuite dans le premier organe de détente 6 où il subit une seconde détente dite détente principale, avant d'entrer dans le deuxième échangeur de chaleur 5 où il s'évapore et absorbe de la chaleur du flux d'air extérieur Fe. Le fluide réfrigérant FR traverse ensuite la vanne d'arrêt 18, ladite vanne d'arrêt 18 étant alors dans une position ouverte, puis traverse le premier clapet anti-retour 11 avant de rejoindre l'entrée du dispositif de compression 3.

[0071] La [Fig.3] illustre l'exemple de réalisation du système de conditionnement thermique 100 fonctionnant dans un mode de chauffage dit mode « pompe à chaleur et chauffage électrique », dans lequel d'une part le dispositif de chauffage électrique 9 est actif et sert de source de chaleur pour chauffer le liquide caloporteur LC et évaporer le fluide réfrigérant FR dans l'échangeur de chaleur bifluide 7, et dans lequel d'autre part l'air extérieur sert de source de chaleur pour évaporer le fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5, l'ensemble de la chaleur prélevée par l'échangeur de chaleur bifluide 7 et par le deuxième échangeur de chaleur 5 étant restituée par le premier échangeur de chaleur 4 au fluide caloporteur FC le traversant, grâce à la compression du fluide réfrigérant FR au sein du dispositif de compression 3.

Dans ledit mode « pompe à chaleur et chauffage électrique », le fluide réfrigérant FR circule dans la boucle principale A et dans la première branche secondaire B. Ledit fluide réfrigérant FR est comprimé dans le dispositif de compression 3, puis traverse le premier échangeur de chaleur 4 dans lequel il cède de la chaleur au flux d'air interne Fi le traversant. Le fluide réfrigérant FR rejoint ensuite l'entrée 15a de la vanne trois voies 15, traverse ladite vanne 3 voies 15 et sort par la sortie 15c de ladite vanne 3 voies 15. Le fluide réfrigérant FR traverse ensuite le quatrième organe de détente 14 dans lequel il subit une première détente dite pré-détente, avant d'entrer dans le dispositif d'accumulation 10. Dans cet exemple de réalisation comme déjà indiqué précédemment, le dispositif d'accumulation 10 est une bouteille 10' de séparation gaz/liquide. Le débit total de fluide réfrigérant FR en sortie de la bouteille 10' est séparé en un premier débit de fluide réfrigérant FR et un deuxième débit de fluide réfrigérant FR au premier point de dérivation d1. Le premier débit entre dans le premier organe de détente 6 où il subit une seconde détente dite détente principale, avant d'entrer dans le deuxième échangeur de chaleur 5 où il s'évapore et absorbe de la chaleur du flux d'air extérieur Fe. Ledit premier débit de fluide traverse ensuite la vanne d'arrêt 18, ladite vanne d'arrêt 18 étant alors dans une position ouverte, puis traverse le premier clapet anti-retour 11 avant de rejoindre le premier point de jonction j1. Le deuxième débit de

fluide prend la première branche secondaire B depuis le point de dérivation d1 et rejoint le deuxième organe de détente 8 où il subit une détente avant d'entrer dans l'échangeur de chaleur bifluide 7 où il s'évapore et absorbe de la chaleur du flux de liquide caloporteur Flc. Ledit deuxième débit de fluide rejoint alors le premier point de jonction j1. Le premier débit se mélange avec le deuxième débit au point de jonction j1. Le débit total de fluide réfrigérant FR retrouve ensuite l'entrée du dispositif de compression 3. Au sein du circuit caloporteur 200, le pompe 19 met en circulation le liquide caloporteur LC pour créer un flux de fluide caloporteur Flc traversant successivement le dispositif de chauffage électrique 9 et l'échangeur de chaleur bifluide 7. Le dispositif de chauffage électrique étant actif et chauffant le liquide caloporteur LC quand celui-ci le traverse.

[0072] La [Fig.4] illustre l'exemple de réalisation du système de conditionnement thermique 100 fonctionnant dans un mode dit mode « chauffage électrique », dans lequel le dispositif de chauffage électrique est actif et sert de source de chaleur pour chauffer le liquide caloporteur LC et évaporer le fluide réfrigérant FR dans l'échangeur de chaleur bifluide, la chaleur étant restituée par le premier échangeur de chaleur au fluide caloporteur FC le traversant, grâce à la compression du fluide réfrigérant FR au sein du dispositif de compression 3, sans circulation de fluide réfrigérant FR au sein du deuxième échangeur de chaleur 5.

Dans ledit mode « chauffage électrique », le fluide réfrigérant FR circule dans une partie de la boucle principale A et dans la première branche secondaire B. Ledit fluide réfrigérant FR est comprimé dans le dispositif de compression 3, puis traverse le premier échangeur de chaleur 4 dans lequel il cède de la chaleur au flux d'air interne Fi le traversant. Le fluide réfrigérant FR rejoint ensuite l'entrée 15a de la vanne trois voies 15, traverse ladite vanne 3 voies 15 et sort par la sortie 15c de ladite vanne 3 voies 15. Le fluide réfrigérant FR traverse ensuite le quatrième organe de détente 14 dans lequel il subit une première détente dite pré-détente, avant d'entrer dans le dispositif d'accumulation 10. Dans cet exemple de réalisation comme déjà indiqué précédemment, le dispositif d'accumulation 10 est une bouteille 10' de séparation gaz/liquide. Le fluide réfrigérant FR prend la première branche secondaire B depuis le point de dérivation d1 et rejoint le deuxième organe de détente 8 où il subit une détente avant d'entrer dans l'échangeur de chaleur bifluide 7 où il s'évapore et absorbe de la chaleur du flux de liquide caloporteur Flc. Le fluide réfrigérant FR rejoint ensuite l'entrée du dispositif de compression 3. Au sein du circuit caloporteur 200, le pompe 19 met en circulation le liquide caloporteur LC pour créer un flux de fluide caloporteur Flc traversant successivement le dispositif de chauffage électrique 9 et l'échangeur de chaleur bifluide 7. Le dispositif de chauffage électrique étant actif et chauffant le liquide caloporteur LC quand celui-ci le traverse.

- [0073] La [Fig.5] illustre un exemple de cartographie de choix de mode entre le mode « pompe à chaleur », le mode « pompe à chaleur et chauffage électrique » et le mode « chauffage électrique », appliquée par le procédé 2 selon un aspect de l'invention, et dépendant au moins d'une puissance de chauffage de consigne HC et de la température extérieure Text.
- [0074] Dans au moins un premier intervalle I1, I1' de température extérieure, le mode de chauffage est choisi selon ladite cartographie, ce choix n'est pas modifié tant que la température extérieure reste dans ledit premier intervalle I1, I1' de température extérieure. Lorsque la température extérieure Text est par exemple inférieure à -20°, le mode choisi est le mode « chauffage électrique ».
- [0075] Dans au moins un deuxième intervalle I2 de température extérieure, par exemple entre -20°C et 0°C, le mode de chauffage initial est choisi dans un premier temps selon ladite au moins une cartographie dépendant de la température extérieure Text et de la puissance de chauffage de consigne HC, puis dans un second temps selon des conditions de passage d'un mode de chauffage vers un autre. Lors du fonctionnement du système de conditionnement thermique 100, le choix de mode est de nouveau appliqué selon la cartographie dès lors que la température extérieure Text et/ou la puissance de chauffage de consigne sont modifiées depuis le dernier choix issu de la cartographie et suggèrent un changement de mode selon ladite cartographie. Dans ledit second intervalle I2 de température, tant que la température extérieure Text et la puissance de chauffage de consigne HC sont figées, le procédé 2 vérifie des conditions de passage d'un mode de chauffage vers selon un aspect du procédé 2 de l'invention.
- [0076] Dans le au moins premier intervalle I1, I1' de température extérieure Text, la cartographie indique le mode de fonctionnement à exécuter qui est capable d'atteindre la performance de chauffage souhaitée avec le moins de consommation électrique possible. On entend par consommation électrique la somme de la consommation du dispositif de compression 3 et du dispositif de chauffage électrique 9. Dans le au moins deuxième intervalle I2 de température extérieure Text, la cartographie indique dans un premier temps en première approximation le mode de fonctionnement à exécuter qui est capable d'atteindre la performance de chauffage souhaitée avec le moins de consommation possible. Ce sont ensuite les vérifications de critères de conditions de passage d'un mode vers un autre qui viennent préciser dans un second temps le mode de fonctionnement à exécuter qui est capable d'atteindre la performance de chauffage souhaitée avec le moins de consommation possible.
- [0077] La cartographie est définie préalablement et enregistrée sur une mémoire de l'unité de commande centrale UC.
- [0078] La définition préalable de ladite cartographie est basée par exemple sur des calculs théoriques et/ou des tests en laboratoire et/ou en conditions réelles.

- [0079] Le procédé 2 détermine la température extérieure Text. Dans cet exemple de réalisation du système de conditionnement thermique 100, la température extérieure Text est mesurée avec le premier capteur de température T1 de mesure de la température extérieure Text en amont du deuxième échangeur de chaleur 5 selon le sens de circulation du flux d'air extérieur Fe.
- [0080] Dans cet exemple du système de conditionnement thermique 100 de réalisation du système de conditionnement thermique 100, le procédé 2 détermine la puissance de chauffage de consigne à partir d'une valeur de niveau Lvl du pulseur l'installation de chauffage, ventilation et/ou climatisation du véhicule communiquée par un réseau de messagerie du véhicule, à partir de la valeur de température de consigne de chauffage Tsp d'air interne en aval du premier échangeur de chaleur 4, et à partir de la valeur de température Taie en amont du premier échangeur de chaleur 4.
- [0081] Un débit d'air interne Qai est évalué à partir du niveau Lvl du pulseur grâce à une matrice définie au préalable et enregistrée dans la mémoire de l'unité de commande centrale UC. Ladite matrice indique un débit Qai selon le niveau Lvl du pulseur et selon par exemple une température du flux d'air interne et/ou de la distribution d'air choisie en sortie de l'installation de chauffage, ventilation et/ou climatisation.
- [0082] Dans cet exemple de réalisation du système de conditionnement thermique 100, la température Taie d'air interne en amont du premier échangeur de chaleur 4 est déterminée avec le troisième capteur de température T3 de mesure de la température de l'air interne en aval du troisième échangeur de chaleur 13. En effet l'agencement du premier échangeur de chaleur 4 et du troisième échangeur de chaleur 13 au sein de l'installation de chauffage, ventilation et/ou climatisation est telle que l'aval du troisième échangeur de chaleur 13 est l'amont du premier échangeur de chaleur 4.
- [0083] La [Fig.5] est un logigramme illustrant les étapes du procédé 2 selon un aspect de l'invention.
- Le procédé 2 comprend une étape préliminaire de choix du mode de chauffage selon la cartographie.
- Quand la température extérieure Text est par exemple égale ou inférieure à  $-20^{\circ}\text{C}$ , dit premier intervalle froid I1, le mode « chauffage électrique est choisi ». Ce choix reste valide tant que la température extérieure Text reste inférieure ou égale à  $-20^{\circ}\text{C}$ .
  - Quand la température extérieure Text est par exemple égale ou supérieure à  $0^{\circ}\text{C}$ , dit premier intervalle chaud I1' chaud, mode « pompe à chaleur est choisi ». Ce choix reste valide tant que la température extérieure Text reste supérieure ou égale à  $0^{\circ}\text{C}$ .
  - Quand la température est comprise par exemple entre  $-20^{\circ}\text{C}$  et  $0^{\circ}\text{C}$ , dit second intervalle I2, le mode de chauffage choisi dépend de la cartographie,

notamment de la valeur de la température extérieure Text et de la puissance de chauffage de consigne HC.

[0084] Dès lors qu'un mode de chauffage est choisi à partir de la cartographie dans ledit second intervalle I2 de température, le procédé 2 applique des étapes pour s'assurer que le mode de chauffage en cours d'exécution est bien le mode de chauffage capable d'atteindre la puissance de chauffage de consigne avec le minimum de consommation électrique possible, ou si un changement de mode vers un mode capable d'atteindre la puissance de chauffage de consigne ou capable d'atteindre la puissance de chauffage de consigne avec une consommation inférieure à celle du mode de chauffage en cours d'exécution est nécessaire.

[0085] Quand le mode en cours d'exécution est le mode « chauffage électrique » et que la température extérieure Text se situe dans le second intervalle I2 de température, par exemple entre  $-20^{\circ}\text{C}$  et  $0^{\circ}\text{C}$ , le procédé 2 comprend les étapes suivantes :

- une étape de détermination d'une valeur d'une grandeur représentative G de d'une température d'évaporation Tev du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5,
- une étape de détermination de la température extérieure Text,
- une étape de comparaison entre la valeur de la grandeur représentative G de la température d'évaporation Tev du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5 avec une première valeur seuil  $G^*$  dépendant de la température extérieure Text,

Une condition de passage du mode « chauffage électrique » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » est que la valeur de la grandeur représentative G de la température d'évaporation du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5 franchisse la première valeur seuil  $G^*$  dans un premier sens.

[0086] Selon des modes de réalisations distincts, la grandeur représentative G de la température d'évaporation du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5 est une grandeur parmi les suivantes :

- une pression du fluide réfrigérant FR en sortie du deuxième échangeur de chaleur 5,
- une pression d'évaporation du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5,
- une pression du fluide réfrigérant FR en entrée du deuxième échangeur de chaleur 5,
- une pression d'interpolation du fluide réfrigérant FR entre l'entrée et la sortie du deuxième échangeur de chaleur 5,
- une température du fluide réfrigérant FR en sortie du deuxième échangeur de chaleur 5,

- une température d'évaporation du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5,
- une température du fluide réfrigérant FR en entrée du deuxième échangeur de chaleur 5,
- une température d'interpolation du fluide réfrigérant FR entre l'entrée et la sortie du deuxième échangeur de chaleur 5,

Dans le mode de réalisation décrit ici, la grandeur représentative G de la température d'évaporation  $T_{ev}$  du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5 est une pression d'évaporation  $P_{ev}$  du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5.

[0087] Dans ledit mode de réalisation, la première valeur seuil  $G^*$  de la grandeur représentative est une première pression seuil  $P^*$  égale à la pression de saturation du fluide réfrigérant FR à la température extérieure  $T_{ext}$ , moins  $k$  avec  $k$  qui est une constante comprise entre 0,15 bar et 0,25 bar et préférentiellement égale à 0,2 bar.

[0088] La pression  $P_{ev}$  du fluide réfrigérant FR est avantageusement déterminée par calcul à partir de la pression  $P_{rce}$  du fluide réfrigérant FR en entrée du dispositif de compression 3 et de la valeur d'une perte de charge  $\Delta p$  du fluide réfrigérant FR entre le deuxième échangeur de chaleur 5 et l'entrée du dispositif de compression 3, dans ce sens de circulation, dépendant d'un débit  $Q_{ref}$  de fluide réfrigérant circulant entre la sortie du deuxième échangeur de chaleur 5 et l'entrée du dispositif de compression 3.

[0089] Selon un aspect de l'invention, le débit  $Q_{ref}$  de fluide réfrigérant FR circulant entre la sortie du deuxième échangeur de chaleur 5 et l'entrée du dispositif de compression 3 est estimé à partir d'une vitesse  $N_{cp}$  du dispositif de compression 3 et de la pression  $P_{rce}$  du fluide réfrigérant FR à l'entrée du dispositif de compression 3.

[0090] Selon un autre aspect de l'invention, le débit  $Q_{ref}$  de fluide réfrigérant FR circulant entre la sortie du deuxième échangeur de chaleur 5 et l'entrée du dispositif de compression 3 est estimé à partir de la vitesse  $N_{cp}$  du dispositif de compression 3, de la pression  $P_{rce}$  du fluide réfrigérant FR à l'entrée du dispositif de compression 3 et de la température  $T_{rce}$  du fluide réfrigérant FR à l'entrée du dispositif de compression 3.

[0091] Selon un autre exemple de réalisation du circuit 1 et du procédé 2, la pression d'évaporation  $P_{ev}$  dans le deuxième échangeur de chaleur 5 est déterminée à partir de la mesure faite par le deuxième capteur de pression P2 non représenté de mesure de la pression  $P_{rcds}$  du fluide réfrigérant FR en sortie du deuxième échangeur de chaleur 5. On considère alors que la pression d'évaporation  $P_{ev}$  dans le deuxième échangeur de chaleur 5 est égale à la pression  $P_{rcds}$  du fluide réfrigérant FR en sortie du deuxième échangeur de chaleur 5.

[0092] La condition de passage du mode « chauffage électrique » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » est que la pression  $P_{ev}$  du fluide réfrigérant FR dans le

deuxième échangeur de chaleur 5 soit inférieure à la valeur de première pression seuil  $P^*$ .

[0093] Selon un autre mode de réalisation, la grandeur représentative  $G$  est une température d'évaporation  $T_{ev}$  du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5. Dans ledit autre mode de réalisation la première valeur seuil  $G^*$  de la grandeur représentative est une température seuil  $T^*$  égale à la température extérieure  $T_{ext}$  moins  $x$  avec  $x$  qui est une constante comprise entre  $1,5^\circ\text{C}$  et  $2,5^\circ\text{C}$  et préférentiellement égale à  $2^\circ\text{C}$ . Dans ledit autre mode de réalisation, la condition de passage du mode « chauffage électrique » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » est que la température d'évaporation  $T_{ev}$  du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5 soit inférieure à la valeur de température seuil  $T^*$ . Dans ledit autre mode de réalisation, la température d'évaporation  $T_{ev}$  dans le deuxième échangeur de chaleur 5 est avantageusement mesurée par un capteur de température non représenté.

[0094] Le procédé 2 exécute le passage du mode « chauffage électrique » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » quand la condition de passage du mode « chauffage électrique » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » est remplie. Ainsi la condition de passage du mode « chauffage électrique » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » est nécessaire. Dans cet exemple de réalisation du procédé 2, la condition de passage du mode « chauffage électrique » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » est nécessaire et suffisante.

[0095] Cet aspect de l'invention permet de passer du mode « chauffage électrique » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » quand il s'avère que le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » est capable d'assurer la performance de chauffage demandée, tout en consommant moins que le mode « chauffage électrique ».

[0096] Quand le mode en cours d'exécution est le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » et que la température extérieure  $T_{ext}$  se situe dans le second intervalle  $I_2$  de température, par exemple entre  $-20^\circ\text{C}$  et  $0^\circ\text{C}$ , le procédé 2 comprend les étapes suivantes :

- une étape de détermination de la valeur de la grandeur représentative  $G$  de la température d'évaporation du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5,
- une étape de détermination de la température extérieure  $T_{ext}$ ,
- une étape de comparaison entre la valeur de la grandeur représentative  $G$  de la température d'évaporation du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5 avec une deuxième valeur seuil  $G^{**}$  dépendant de la température extérieure  $T_{ext}$ ,
- une étape de détermination de la température  $T_{fcs}$  de fluide caloporteur

traversant le premier échangeur de chaleur 4, en aval dudit premier échangeur de chaleur 4,

- une étape de comparaison entre la température  $T_{fcs}$  de fluide caloporteur en aval du premier échangeur de chaleur 4 et une valeur de température de consigne de chauffage  $T_{sp}$  communiquée par le véhicule.

Le procédé 2 comprend une condition de passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique », ladite condition de passage étant que la valeur de la grandeur représentative  $G$  de la température d'évaporation du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5 franchisse une deuxième valeur seuil  $G^{**}$  dans un second sens, opposé au premier sens.

- [0097] Dans le mode de réalisation décrit ici, la grandeur représentative  $G$  de la température d'évaporation du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5 est la pression d'évaporation  $P_{ev}$  du fluide réfrigérant FR en sortie du deuxième échangeur de chaleur 5.
- [0098] Dans ledit mode de réalisation, la deuxième valeur seuil  $G^{**}$  de la grandeur représentative est une valeur de deuxième pression seuil  $P^{**}$  égale à la pression de saturation du fluide réfrigérant FR à la température extérieure  $T_{ext}$ , plus une valeur  $k'$  avec  $k'$  qui est une constante comprise entre 0,05 bar et 0,2 bar et préférentiellement égale à 0,1 bar.
- [0099] Dans ledit mode de réalisation, la condition de passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique » est que la pression d'évaporation  $P_{ev}$  du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5 soit supérieure à la valeur de deuxième pression seuil  $P^{**}$ .
- [0100] Selon un autre mode de réalisation, la grandeur représentative  $G$  est la température d'évaporation  $T_{ev}$  du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5. Dans ledit autre mode de réalisation, la deuxième valeur seuil  $G^{**}$  de la grandeur représentative est une température seuil  $T^{**}$  égale à la température extérieure  $T_{ext} + x'$  avec  $x'$  qui est une constante comprise entre 0,5°C et 2°C et préférentiellement égale à 1°C. Dans ledit autre mode de réalisation, la condition de passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique » est que la température d'évaporation  $T_{ev}$  du fluide réfrigérant FR dans le deuxième échangeur de chaleur 5 soit supérieure à la valeur de température seuil  $T^{**}$ . Dans ledit autre mode de réalisation, la température d'évaporation  $T_{ev}$  dans le deuxième échangeur de chaleur 5 est avantageusement mesurée par un capteur de température non représenté.
- [0101] Le procédé 2 exécute le passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique » quand la condition de passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique » est remplie.

- [0102] La condition de passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique » est suffisante pour le passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique ».
- [0103] Cet aspect de l'invention permet de passer du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique » quand il s'avère que le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » n'est pas capable d'assurer la performance de chauffage demandée dans le respect des contraintes du circuit 1 ou quand le mode « chauffage électrique est capable d'assurer la même performance de chauffage tout en consommant moins que le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur ».
- [0104] Le procédé 2 comprend une condition de passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « pompe à chaleur », ladite condition de passage étant que la valeur de la température de fluide caloporteur  $T_{fcs}$  en aval du premier échangeur de chaleur soit supérieure à la température de consigne de chauffage  $T_{sp} + \alpha$ , avec  $\alpha$  qui est une constante ayant une valeur comprise entre  $0,5^{\circ}\text{C}$  et  $2^{\circ}\text{C}$  et préférentiellement égale à  $1^{\circ}\text{C}$ ,
- [0105] Le procédé 2 exécute le passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « pompe à chaleur » quand la condition de passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « pompe à chaleur » est remplie.
- [0106] La condition de passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « pompe à chaleur » est nécessaire pour le passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « pompe à chaleur ». Dans cet exemple de réalisation du procédé 2, ladite condition de passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « pompe à chaleur » est nécessaire et suffisante.
- [0107] Cet aspect de l'invention permet de passer du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « pompe à chaleur » quand il s'avère que le mode « pompe à chaleur » est capable d'assurer la performance de chauffage demandée avec une consommation électrique inférieure au mode « chauffage électrique et pompe à chaleur ».
- [0108] Quand le mode en cours d'exécution est le mode « pompe à chaleur » et que la température extérieure  $T_{ext}$  se situe dans le second intervalle I2 de température, par exemple entre  $-20^{\circ}\text{C}$  et  $0^{\circ}\text{C}$ , le procédé 2 comprend les étapes suivantes :
- une étape de détermination de la pression  $P_{rce}$  du fluide réfrigérant FR à l'entrée du dispositif de compression 3,
  - une étape de comparaison entre la pression  $P_{rce}$  du fluide réfrigérant FR à l'entrée du dispositif de compression avec une valeur seuil minimale de pression  $P_{rce\_min}$  en entrée du dispositif de compression 3 enregistrée dans la mémoire de l'unité de commande central UC,
  - une étape de détermination de la température  $T_{fcs}$  de fluide caloporteur

- traversant le premier échangeur de chaleur 4, en aval dudit premier échangeur de chaleur 4,
- une étape de comparaison entre la température  $T_{fcs}$  de fluide caloporteur en aval du premier échangeur de chaleur 4 et la valeur de température de consigne de chauffage  $T_{sp}$  communiquée par le véhicule.
  - une étape de comparaison entre la vitesse  $N_{cp}$  du dispositif de compression 3 et une valeur seuil maximale de vitesse  $N_{cp\_max}$  enregistrée dans la mémoire de l'unité de commande central UC.

Le procédé 2 comprend une première condition de passage du mode « pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur », ladite première condition de passage étant que la température  $T_{fcs}$  de fluide caloporteur en aval du premier échangeur de chaleur 4 soit inférieure à la température de consigne de chauffage  $T_{sp} - \alpha$ , avec  $\alpha$  qui est une constante ayant une valeur comprise entre  $0,5^{\circ}\text{C}$  et  $2^{\circ}\text{C}$ , et préférentiellement égale à  $1^{\circ}\text{C}$ .

[0109] Le procédé 2 comprend une deuxième condition de passage du mode « pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur », ladite deuxième condition de passage étant que la vitesse  $N_{cp}$  du dispositif de compression soit égale à la valeur seuil maximale de vitesse  $N_{cp\_max}$  ou que la pression  $P_{rce}$  en entrée du dispositif de compression 3 soit égale ou inférieure à la valeur seuil minimale  $P_{rce\_min}$  de pression en entrée du dispositif de compression 3.

[0110] Le procédé 2 exécute le passage du mode « pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » quand au moins la première condition de passage du mode « pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » et la deuxième condition de passage du mode « pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » sont remplies.

[0111] Les première et deuxième conditions de passage du mode « pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » sont nécessaires pour le passage du mode « pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur ».

[0112] Cet aspect de l'invention permet de passer du mode « pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » quand il s'avère que le mode « pompe à chaleur » n'est capable d'assurer la performance de chauffage demandée dans le respect des contraintes du circuit 1 de fluide réfrigérant.

[0113] Quel que soit le mode en cours d'exécution, le procédé 2 exécute un changement de mode de chauffage selon la cartographie dès lors qu'un changement de la température extérieure  $T_{ext}$  et/ou de la puissance de chauffage de consigne HC depuis le moment du précédent choix à partir de la cartographie justifie ledit changement de mode selon ladite cartographie.

## Revendications

[Revendication 1]

Procédé (2) de contrôle d'un système de conditionnement thermique (100) d'un véhicule, ledit système comprenant un circuit (1) de fluide réfrigérant (FR), ledit circuit (1) de fluide réfrigérant (FR) comprenant :

- une boucle principale (A), ladite boucle principale (A) comprenant successivement selon le sens de circulation du fluide réfrigérant :
  - un dispositif de compression (3) du fluide réfrigérant (FR),
  - un premier échangeur de chaleur (4) agencé pour être traversé par un flux (Ffc) d'un fluide caloporteur (FC) et destiné à chauffer ledit fluide caloporteur (FC),
  - un deuxième échangeur de chaleur (5) se situant entre le premier échangeur de chaleur (4) et le dispositif de compression (3), agencé pour être traversé par un flux d'air extérieur (Fe) au véhicule et destiné notamment à évaporer le fluide réfrigérant (FR),
  - un premier organe de détente (6) se situant entre le premier échangeur de chaleur (4) et le deuxième échangeur de chaleur (5),
- une première branche secondaire (B), reliant un premier point de dérivation (d1) à un premier point de jonction (j1), ladite première branche secondaire (B) comprenant successivement selon le sens de circulation du fluide réfrigérant un deuxième organe de détente (8) et un échangeur de chaleur bifluide (7) agencé dans un circuit (200) de liquide caloporteur (LC) et destiné à évaporer le fluide réfrigérant (FR), ledit premier point de dérivation (d1) se situant entre le premier échangeur de chaleur (4) et le premier organe de détente (6), ledit premier point de jonction (j1) se situant entre le deuxième échangeur de chaleur (4) et le dispositif de compression (3),

ledit circuit (200) de liquide caloporteur (LC) comprenant un dispositif de chauffage électrique (9) pour chauffer ledit liquide caloporteur (LC), ledit du système de conditionnement thermique (100) étant configuré pour fonctionner selon un mode « chauffage électrique », selon un mode « pompe à chaleur » ou selon un mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » :

- ledit mode «chauffage électrique» étant un mode dans lequel le dispositif de chauffage électrique (9) est actif et sert de source de chaleur pour chauffer le liquide caloporteur (LC) et évaporer le fluide réfrigérant (FR) dans l'échangeur de chaleur bifluide (7), la chaleur étant restituée par le premier échangeur de chaleur (4) au fluide caloporteur (FC) le traversant, grâce à la compression du fluide réfrigérant (FR) au sein du dispositif de compression (3), et dans lequel le deuxième échangeur de chaleur (5) est inactif,
- ledit mode «pompe à chaleur» étant un mode où l'air extérieur sert de source de chaleur pour évaporer le fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5), ladite chaleur prélevée par le deuxième échangeur de chaleur (5) étant restituée par le premier échangeur de chaleur (4) au fluide caloporteur (FC) le traversant, grâce à la compression du fluide réfrigérant (FR) au sein du dispositif de compression (3), et dans lequel l'échangeur de chaleur bifluide (7) est inactif,
- ledit mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» étant un mode dans lequel d'une part le dispositif de chauffage électrique (9) est actif et sert de source de chaleur pour chauffer le liquide caloporteur (LC) et évaporer le fluide réfrigérant (FR) dans l'échangeur de chaleur bifluide (7), et dans lequel d'autre part l'air extérieur sert de source de chaleur pour évaporer le fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5), l'ensemble de la chaleur prélevée par l'échangeur de chaleur bifluide (7) et par le deuxième échangeur de chaleur (5) étant restituée par le premier échangeur de chaleur (4) au fluide caloporteur (FC) le traversant, grâce à la compression du fluide réfrigérant (FR) au sein du dispositif de compression (3),

ledit procédé (2) comprenant :

- une étape de détermination d'une valeur d'une grandeur représentative (G) d'une température d'évaporation ( $T_{ev}$ ) du fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5),
- une étape de détermination d'une température extérieure au véhicule ( $T_{ext}$ ),

- une étape de comparaison entre la valeur de la grandeur représentative (G) de la température d'évaporation ( $T_{ev}$ ) du fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5) avec une première valeur seuil ( $G^*$ ),
- une condition de passage du mode «chauffage électrique» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur», ladite condition de passage étant que la grandeur représentative (G) de la température d'évaporation ( $T_{ev}$ ) du fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5) franchisse la première valeur seuil ( $G^*$ ) dans un premier sens.

le procédé exécutant le passage du mode «chauffage électrique» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» quand ladite condition de passage du mode «chauffage électrique» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» est remplie.

[Revendication 2]

Procédé (2) de contrôle selon la revendication précédente dans lequel la grandeur représentative (G) de la température d'évaporation ( $T_{ev}$ ) du fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5) est une pression ( $P_{ev}$ ) du fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5), ladite première valeur seuil ( $G^*$ ) étant une valeur de première pression seuil ( $P^*$ ), égale à la pression de saturation du fluide réfrigérant (FR) à la température extérieure au véhicule ( $T_{ext}$ ) moins (k) avec (k) qui est une constante comprise entre 0,15 bar et 0,25 bar et préférentiellement égale à 0,2 bar, ladite condition de passage du mode «chauffage électrique» vers le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» étant que la pression ( $P_{ev}$ ) du fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5) soit inférieure à la valeur de première pression seuil ( $P^*$ ).

[Revendication 3]

Procédé (2) de contrôle selon la revendication 1 dans lequel la grandeur représentative (G) de la température d'évaporation ( $T_{ev}$ ) du fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5) est la température d'évaporation ( $T_{ev}$ ) du fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5), ladite première valeur seuil ( $G^*$ ) étant une valeur de première température seuil ( $T^*$ ), égale à la température extérieure au véhicule ( $T_{ext}$ ) moins (x) avec (x) qui est une constante comprise entre 1,5°C et 2,5°C et préférentiellement égale à 2°C, ladite condition de passage du mode «chauffage électrique» vers

le mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» étant que la température ( $T_{ev}$ ) du fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5) soit inférieure à la valeur de première température seuil ( $T^*$ ).

[Revendication 4] Procédé (2) de contrôle selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant :

- une condition de passage du mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» vers le mode «chauffage électrique», ladite condition de passage étant que la grandeur représentative (G) de la température d'évaporation ( $T_{ev}$ ) du fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5) franchisse une deuxième valeur seuil ( $G^{**}$ ) dans un second sens, opposé au premier sens,

dans lequel ledit procédé (2) exécute le passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « pompe à chaleur » quand la condition de passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « pompe à chaleur » est remplie.

[Revendication 5] Procédé (2) de contrôle selon la revendication précédente dans lequel la grandeur représentative (G) de la température d'évaporation ( $T_{ev}$ ) du fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5) est une pression ( $P_{ev}$ ) du fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5), ladite deuxième valeur seuil ( $G^{**}$ ) étant une valeur de deuxième pression seuil ( $P^{**}$ ), égale à la pression de saturation du fluide réfrigérant (FR) à la température extérieure au véhicule ( $T_{ext}$ ) plus ( $k'$ ) avec ( $k'$ ) qui est une constante comprise entre 0,05 bar et 0,2 bar et préférentiellement égale à 0,1 bar, ladite condition de passage du mode «chauffage électrique et pompe à chaleur» vers le mode «chauffage électrique» étant que la pression ( $P_{ev}$ ) du fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5) soit supérieure à la valeur de deuxième pression seuil ( $P^{**}$ ).

[Revendication 6] Procédé (2) de contrôle selon la revendication 4 dans lequel la grandeur représentative (G) de la température d'évaporation ( $T_{ev}$ ) du fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5) est la température d'évaporation ( $T_{ev}$ ) du fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5), ladite deuxième valeur seuil ( $G^{**}$ ) étant une valeur de deuxième température seuil ( $T^{**}$ ), égale à la température extérieure au véhicule ( $T_{ext}$ ) plus ( $x'$ ) avec ( $x'$ ) qui est une

constante comprise entre  $0,5^{\circ}\text{C}$  bar et  $2^{\circ}\text{C}$  et préférentiellement égale à  $1^{\circ}\text{C}$ , ladite condition de passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique » étant que la température ( $T_{ev}$ ) du fluide réfrigérant (FR) dans le deuxième échangeur de chaleur (5) soit supérieure à la valeur de deuxième température seuil ( $T^{**}$ ).

[Revendication 7]

Procédé (2) de contrôle selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant :

- une étape de détermination d'une température ( $T_{fcs}$ ) de fluide caloporteur (FC) traversant le premier échangeur de chaleur (4), en aval dudit premier échangeur de chaleur (4),
- une étape de comparaison entre la température ( $T_{fcs}$ ) de fluide caloporteur (FC) en aval du premier échangeur de chaleur (4) et une valeur de température de consigne de chauffage ( $T_{sp}$ ),
- une condition de passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « pompe à chaleur », ladite condition de passage étant que la valeur de la température ( $T_{fse}$ ) de fluide caloporteur en aval du premier échangeur de chaleur (4) soit supérieure à la température de consigne de chauffage ( $T_{sp}$ ) +  $\alpha$ , avec  $\alpha$  qui est une constante ayant une valeur comprise entre  $0,5^{\circ}\text{C}$  et  $2^{\circ}\text{C}$  et préférentiellement égale à  $1^{\circ}\text{C}$ ,

dans lequel ledit procédé (2) exécute le passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « pompe à chaleur » quand la condition de passage du mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » vers le mode « pompe à chaleur » est remplie.

[Revendication 8]

Procédé (2) de contrôle selon la revendication précédente comprenant :

- une étape de comparaison entre la vitesse ( $N_{cp}$ ) du dispositif de compression (3) et une valeur seuil maximale de vitesse ( $N_{cp\_max}$ ),
- une étape de comparaison entre la pression ( $P_{rce}$ ) du fluide réfrigérant (FR) à l'entrée du dispositif de compression (3) avec une valeur seuil minimale de pression ( $P_{rce\_min}$ ) en entrée du dispositif de compression (3),
- une première condition de passage du mode « pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur »,

ladite première condition de passage étant que la température ( $T_{fcs}$ ) de fluide caloporteur en aval du premier échangeur de chaleur (4) soit inférieure à la température de consigne de chauffage ( $T_{sp}$ ) -  $\alpha$ , avec  $\alpha$  qui est une constante ayant une valeur comprise entre  $0,5^{\circ}\text{C}$  et  $2^{\circ}\text{C}$ , et préférentiellement égale à  $1^{\circ}\text{C}$ .

- une deuxième condition de passage du mode « pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur », ladite deuxième condition de passage étant que la vitesse ( $N_{cp}$ ) du dispositif de compression soit égale à la valeur seuil maximale de vitesse ( $N_{cp\_max}$ ) ou que la pression ( $P_{rce}$ ) en entrée du dispositif de compression (3) soit égale ou inférieure à la valeur seuil minimale ( $P_{rce\_min}$ ) de pression en entrée du dispositif de compression (3),

dans lequel ledit procédé (2) exécute le passage du mode « pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » quand au moins la première condition de passage du mode « pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » et la deuxième condition de passage du mode « pompe à chaleur » vers le mode « chauffage électrique et pompe à chaleur » sont remplies.

[Revendication 9] Procédé (2) de contrôle selon l'une quelconque des revendications précédentes comprenant une cartographie de choix d'un mode parmi les modes « chauffage électrique », « chauffage électrique et pompe à chaleur » et « pompe à chaleur ».

[Revendication 10] Procédé (2) de contrôle selon la revendication précédente dans lequel la cartographie dépend d'une puissance de chauffage de consigne ( $HC$ ) et de la température extérieure ( $Text$ ).

[Revendication 11] Procédé (2) de contrôle selon la revendication précédente dans lequel dans au moins un premier intervalle ( $I1$ ;  $I1'$ ) de température extérieure, le mode de chauffage est choisi selon ladite cartographie, ce choix n'étant pas modifié tant que la température extérieure ( $Text$ ) reste dans ledit premier intervalle ( $I1$  ;  $I1'$ ) de température extérieure, et dans lequel dans au moins un deuxième intervalle ( $I2$ ) de température extérieure, le mode de chauffage est choisi selon ladite cartographie, puis selon lesdites conditions de passage d'un mode de chauffage vers un autre.

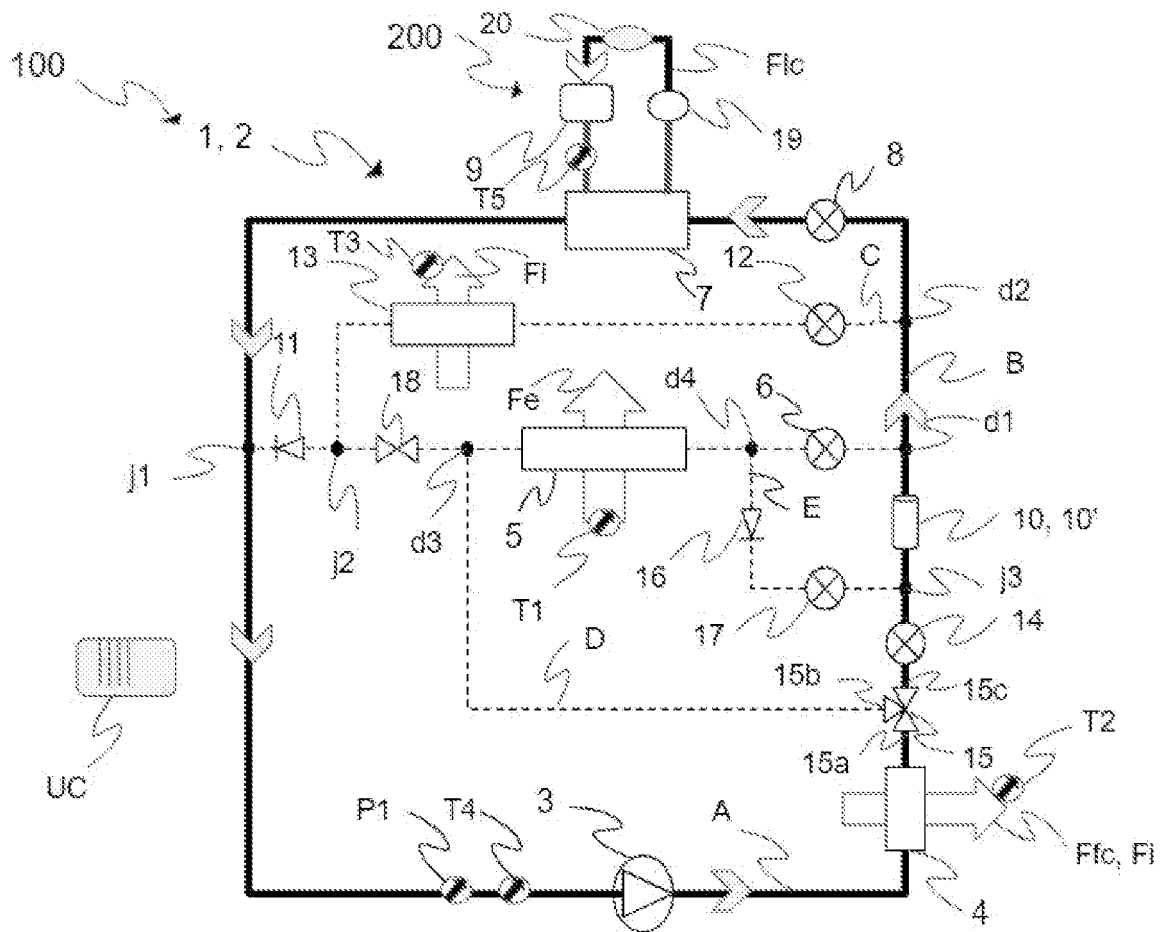
- [Revendication 12] Procédé (2) de contrôle selon la revendication précédente dans lequel dans ledit second intervalle (I2) de température extérieure, un changement de la température extérieure (Text) et/ou de la puissance de chauffage de consigne (HC) entraîne un changement de mode selon ladite cartographie.
- [Revendication 13] Procédé (2) de contrôle d'un système de conditionnement thermique (100) d'un véhicule selon l'une quelconque des revendications précédentes, le circuit (1) comprenant un dispositif de réserve (10) de fluide réfrigérant (FR) dans la boucle principale (A) se situant entre le premier échangeur de chaleur (4) et le dispositif de compression (3).
- [Revendication 14] Programme d'ordinateur comprenant des instructions qui conduisent le système de conditionnement thermique (100) à exécuter le procédé (2) de contrôle selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- [Revendication 15] Système de conditionnement thermique 100 comprenant une unité de commande centrale (UC), ladite unité (UC) comprenant au moins un calculateur, une mémoire et le programme d'ordinateur stocké dans la mémoire, le programme d'ordinateur étant selon la revendication précédente.





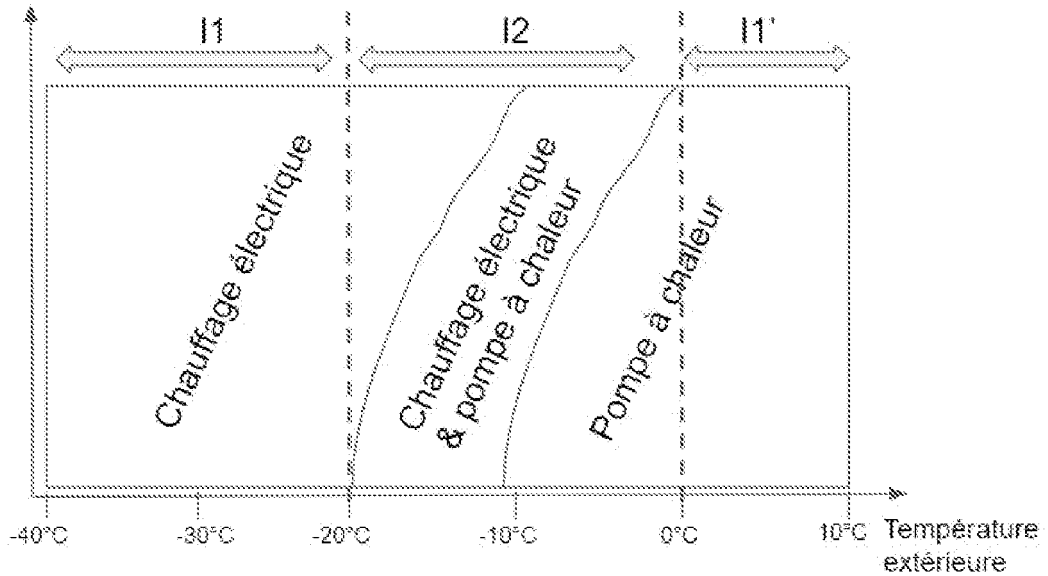


[Fig. 4]

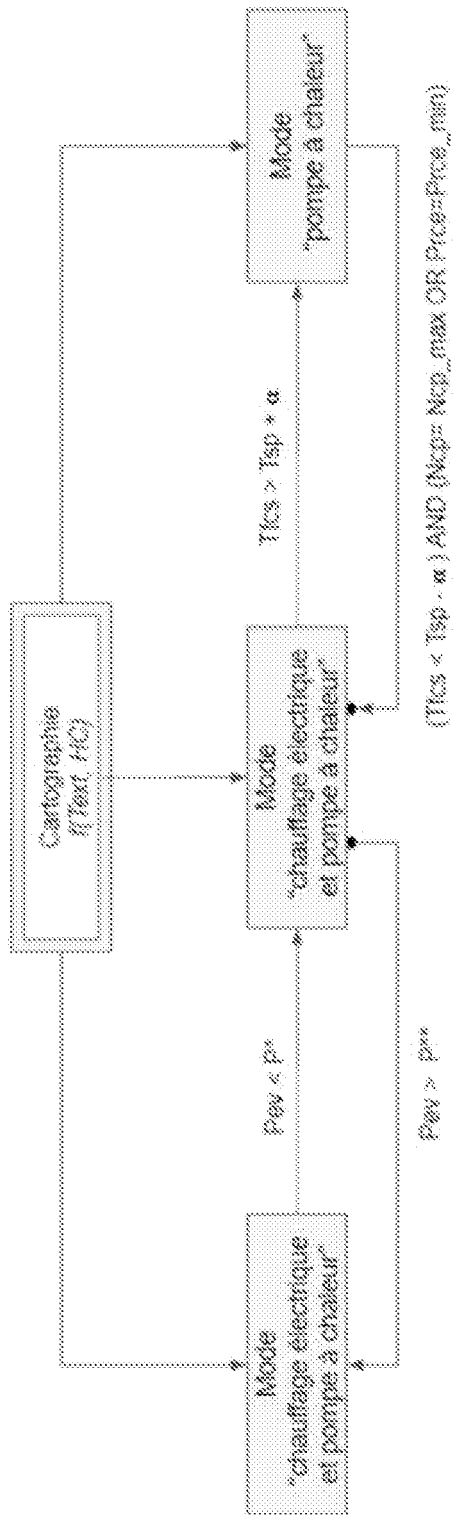


[Fig. 5]

Puissance de chauffage de consigne



[Fig. 6]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

**FA 920873**  
**FR 2305220**

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		
<b>A</b>	<b>US 11 613 165 B2 (SANDEN AUTOMOTIVE CLIMATE SYSTEMS CORP [JP]; SANDEN CORP [JP]) 28 mars 2023 (2023-03-28) * colonnes 12,21-22; revendications 1-7; figures 14-19 *</b> -----	<b>1-15</b>	<b>B60H 1/00</b> <b>F25B 41/30</b>
<b>A</b>	<b>US 2020/346520 A1 (ISHIZEKI TETSUYA [JP] ET AL) 5 novembre 2020 (2020-11-05) * alinéas [0101] - [0140]; revendication 1; figures 3,7-10 *</b> -----	<b>1-15</b>	
<b>A</b>	<b>FR 3 097 472 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 25 décembre 2020 (2020-12-25) * alinéas [0077] - [0095]; revendication 1; figures 1-2 *</b> -----	<b>1-15</b>	
			<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</b>
			<b>B60H</b>
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
<b>19 janvier 2024</b>		<b>Kristensen, Julien</b>	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention                      E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.                      D : cité dans la demande                      L : cité pour d'autres raisons                      .....                      &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2305220 FA 920873**

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 **19-01-2024**  
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	
<b>US 11613165</b>	<b>B2</b>	<b>28-03-2023</b>	<b>CN 110536808 A</b>	<b>03-12-2019</b>
			<b>DE 112018002250 T5</b>	<b>23-01-2020</b>
			<b>JP 6884028 B2</b>	<b>09-06-2021</b>
			<b>JP 7095848 B2</b>	<b>05-07-2022</b>
			<b>JP 2018184108 A</b>	<b>22-11-2018</b>
			<b>JP 2021121542 A</b>	<b>26-08-2021</b>
			<b>US 2020047583 A1</b>	<b>13-02-2020</b>
			<b>US 2022134842 A1</b>	<b>05-05-2022</b>
			<b>WO 2018198581 A1</b>	<b>01-11-2018</b>
-----				
<b>US 2020346520</b>	<b>A1</b>	<b>05-11-2020</b>	<b>CN 111615464 A</b>	<b>01-09-2020</b>
			<b>DE 112018006981 T5</b>	<b>08-10-2020</b>
			<b>JP 6925288 B2</b>	<b>25-08-2021</b>
			<b>JP 2019130981 A</b>	<b>08-08-2019</b>
			<b>US 2020346520 A1</b>	<b>05-11-2020</b>
			<b>WO 2019150830 A1</b>	<b>08-08-2019</b>
-----				
<b>FR 3097472</b>	<b>A1</b>	<b>25-12-2020</b>	<b>AUCUN</b>	
-----				