

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 078 391

21 N° d'enregistrement national : 18 51568

51 Int Cl⁸ : F 25 B 13/00 (2018.01), B 60 H 1/00, B 60 L 1/00

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 23.02.18.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 30.08.19 Bulletin 19/35.

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) : PSA AUTOMOBILES SA Société ano-
nyme — FR.

72 Inventeur(s) : LEFEBVRE LUDOVIC, PINTAT
BRUNO et ROUF HUGO.

73 Titulaire(s) : PSA AUTOMOBILES SA Société ano-
nyme.

74 Mandataire(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMO-
BILES SA Société anonyme.

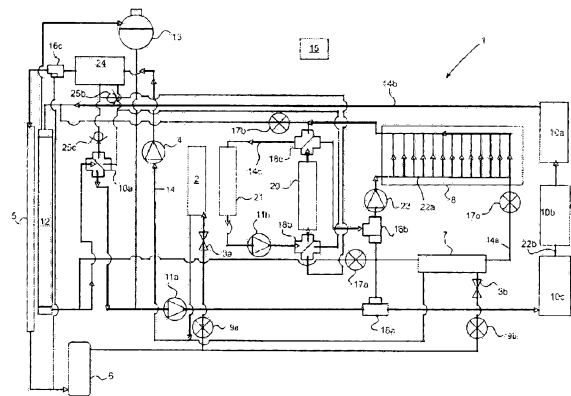
54 SYSTEME D'ECHANGE THERMIQUE POUR UN VEHICULE AUTOMOBILE ELECTRIQUE, GENERATEUR
D'UNE SYNERGIE ENTRE UNE BOUCLE FROIDE ET UNE BOUCLE CHAUDE.

57 L'invention concerne un système d'échange thermique (1) comprenant un premier réseau hydraulique (14) constitué d'un circuit frigorigène, un second réseau hydraulique composé de boucles thermiques de liquide caloporteur (14a), (14b), (14c) et un module de commande (15) de leurs fonctionnements, caractérisé en ce que :

-) le second réseau hydraulique (14a-14c) est muni :
i) d'un premier moyen de raccordement (18b, 18c, 16b, 22a, 24) sélectif via au moins un condenseur annexe (24) à liquide caloporteur, entre une boucle thermique à hautes températures (14c) et une boucle thermique à très basses températures (14a),

ii) d'un deuxième moyen de de raccordement (18a-18c, 25c, 25b, 9a, 9b) sélectif entre d'une part le condenseur annexe (24) et d'autre part la boucle thermique à hautes températures (14c), de la boucle thermique à très basses températures (14a) et d'une boucle thermique à basses températures (14b), et en ce que

-) le premier réseau hydraulique (14) est muni d'un moyen de contournement (16c) sélectif d'un condenseur principal (5) à air par le fluide réfrigérant circulant à travers le circuit frigorigène via le condenseur annexe (24).



FR 3 078 391 - A1



SYSTEME D'ECHANGE THERMIQUE POUR UN VEHICULE AUTOMOBILE ELECTRIQUE, GENERATEUR D'UNE SYNERGIE ENTRE UNE BOUCLE FROIDE ET UNE BOUCLE CHAUDE.

5 La présente invention relève du domaine des systèmes d'échange thermique configurés pour équiper les véhicules automobiles dont la propulsion et/ou la traction est fournie par une motorisation électrique. L'invention relève plus particulièrement d'un tel système d'échange thermique pourvue d'un condenseur à liquide caloporteur interposé entre une boucle thermique chaude et une boucle thermique froide.

10 Les véhicules automobiles sont couramment équipés d'un système d'échange thermique pour refroidir divers organes du véhicule en fonctionnement et/ou pour assurer le confort thermique requis dans l'habitacle du véhicule. Le système d'échange thermique comporte au moins deux réseaux hydrauliques à travers lesquels circulent des fluides différents.

15 Un premier réseau hydraulique est constitué d'un circuit frigorigène, au sein duquel circule un fluide réfrigérant, qui contribue non seulement au traitement thermique de l'air de l'habitacle du véhicule mais aussi à la gestion thermique de certains composants de la motorisation électrique du véhicule, dont notamment une réserve d'énergie électrique. Le circuit frigorigène est notamment équipé de divers organes hydrauliques générateurs d'un changement de phase du fluide réfrigérant et/ou configurés en échangeur de calories.

20 Un second réseau hydraulique est constitué de plusieurs circuits caloporteurs ou boucles thermiques à des niveaux de température différents, au sein desquelles circule un liquide caloporteur différent du fluide réfrigérant du circuit frigorigène et habituellement composé notamment d'un mélange d'eau et d'antigel. Ce second réseau hydraulique, au sein duquel le liquide caloporteur ne subit aucun changement de phase, est équipé de divers organes hydrauliques, générateurs de débits de liquide caloporteur dans les différentes boucles thermiques, orientant le liquide caloporteur entre les différentes branches des circuits caloporteurs ou boucles thermiques, et/ou configurés en échangeur de calories.

30 Parmi les véhicules automobiles, il est connu ceux dont la propulsion et/ou la traction est fournie en tout ou partie par une motorisation électrique, comprenant au moins un moteur électrique de propulsion ou de traction du véhicule qui est alimenté à partir d'une réserve en énergie électrique, et divers équipements électriques et/ou électroniques de régulation de son fonctionnement. Les différents organes de la motorisation électrique sont soumis en fonctionnement à une élévation en température, et le système d'échange thermique est alors exploité pour les refroidir.

A cette fin, le liquide caloporteur porté à basses températures est notamment exploité au sein d'un premier circuit caloporteur ou boucle thermique à basses températures pour refroidir certains équipements électriques et/ou électroniques du véhicule, notamment ceux que comprend la motorisation électrique. Cette boucle thermique est dite à basses températures

5 compte-tenu des niveaux de température de liquide caloporteur à garantir en entrée des organes en fonctionnement de la motorisation électrique du véhicule. Les calories émises par ces organes en fonctionnement sont dissipées au liquide caloporteur mis en mouvement au sein de la boucle thermique à basses températures par au moins une pompe à liquide caloporteur basse température le propulsant à travers différentes branches de la boucle thermique, comportant au

10 moins un échangeur thermique au travers duquel le liquide caloporteur est exploité pour fournir des échanges thermiques utiles au véhicule. Un tel échangeur thermique est par exemple un radiateur, dit alors basse température, en échange thermique entre le liquide caloporteur à basses températures et l'air extérieur pour y dissiper des calories.

Par ailleurs, pour réaliser le confort thermique requis au sein de l'habitacle, le véhicule

15 est équipé d'une installation de conditionnement d'air ou autrement dit d'une installation de ventilation, de chauffage et/ou de climatisation. Le système de conditionnement d'air est configuré pour traiter thermiquement l'air de l'habitacle et le système à échange thermique est aussi exploité à cet effet.

En particulier, l'installation de conditionnement de l'air habitacle exploite le circuit

20 frigorigène en réalisant un changement de phase du fluide réfrigérant modifiant sa température, classiquement procuré par divers organes hydrauliques équipant le circuit frigorigène. Suivant le sens de circulation du fluide réfrigérant à travers le circuit, de tels organes hydrauliques comprennent notamment au moins un compresseur, un condenseur principal refroidi par un flux d'air extérieur, un détendeur et au moins un échangeur thermique via lequel le fluide réfrigérant

25 est exploité pour fournir des échanges thermiques utiles au véhicule. Un tel échangeur thermique est par exemple un évaporateur, en échange thermique entre le fluide réfrigérant et l'air entrant dans l'habitacle et absorbant la chaleur de l'habitacle du véhicule.

L'installation de conditionnement de l'air habitacle exploite également le liquide caloporteur porté à hautes températures au sein d'un second circuit caloporteur ou boucle

30 thermique à hautes températures, pour dissiper à l'air entrant dans l'habitacle du véhicule, à travers un échangeur thermique appelé aérotherme, en échange thermique entre le liquide caloporteur haute température et l'air entrant dans l'habitacle, les calories nécessaires pour traiter thermiquement l'air de l'habitacle et notamment y prodiguer le chauffage requis par une ambiance extérieure froide et/ou pour en assurer le désembuage. Cette boucle thermique est dite à hautes

35 températures compte-tenu des niveaux de température de liquide caloporteur à garantir en entrée de l'aérotherme. Les calories dissipées à l'air entrant dans l'habitacle à travers l'aérotherme sont véhiculées au sein de la boucle thermique à hautes températures par un liquide caloporteur mis

en mouvement au sein de la boucle thermique par au moins une pompe à liquide caloporteur à haute température.

Enfin, dans le cadre d'un véhicule automobile dont la propulsion et/ou la traction est fournie par une motorisation électrique, la gestion thermique de la réserve d'énergie électrique requiert, compte-tenu des exigences de températures minimales et maximales, de disponibilité et de durabilité, la mise en œuvre du circuit frigorigène. Ce circuit peut être impliqué directement, par contact thermique entre les composants internes de la réserve d'énergie électrique et un échangeur thermique où circule le fluide réfrigérant. Le circuit frigorigène est plus judicieusement impliqué indirectement à travers une boucle thermique intermédiaire à liquide caloporteur constituant un troisième circuit caloporteur ou boucle thermique à très basses températures. Cette boucle thermique est dite à très basses températures compte-tenu des niveaux de température à garantir au sein de la réserve d'énergie électrique. La boucle thermique à très basses températures comporte alors notamment un premier échangeur thermique entre le fluide réfrigérant et le liquide caloporteur à très basses températures, un second échangeur thermique entre le liquide caloporteur à très basses températures et les composants internes de la réserve d'énergie électrique, et au moins une pompe à liquide caloporteur à très basses températures.

Dans ce contexte, le second réseau hydraulique est ainsi également équipé de divers organes hydrauliques régulant la circulation du liquide caloporteur à son travers et plus spécifiquement sélectivement à travers les diverses boucles thermiques ménagées au sein de ce réseau hydraulique. Les boucles thermiques sont traversées par du liquide caloporteur porté à des plages de températures différenciées selon les échanges thermiques à réaliser par le système d'échange thermique au regard des différentes fonctions qu'il procure. Les boucles thermiques comprennent notamment un circuit caloporteur à très basses températures, un circuit caloporteur à basses températures et un circuit caloporteur à hautes températures. Ces boucles thermiques sont sélectivement exploitées selon divers modes de fonctionnement du système d'échange thermique, qui sont régulés par un module de commande de la mise en œuvre du système d'échange thermique.

Un problème posé réside dans le fait qu'un véhicule automobile est susceptible de progresser sous diverses conditions climatiques à des températures ambiantes significativement différentes. Dès lors, la mise en situation du véhicule à des températures ambiantes diverses affecte les conditions de fonctionnement du système d'échange thermique.

Par exemple à des températures ambiantes tempérées, le désembuage de l'habitacle requiert les mises en œuvre simultanées d'une boucle thermique froide, par exemple le circuit frigorigène à fluide réfrigérant, pour déshumidifier l'air de l'habitacle, et d'un système de chauffage électrique de l'air extérieur admis dans l'installation de conditionnement d'air et/ou d'une boucle thermique chaude, par exemple la boucle thermique de liquide caloporteur à hautes

températures, alimentant un échangeur thermique dédié au chauffage de l'air de l'habitacle. Sous une telle situation climatique, le système d'échange thermique est alors fortement consommateur d'énergie électrique au détriment de l'autonomie en énergie électrique du véhicule, ce qui est particulièrement préjudiciable dans le cas d'un véhicule à motorisation électrique.

5 Par exemple encore à des températures ambiantes chaudes, une performance insuffisante de condensation du fluide réfrigérant pénalise la prestation de réfrigération de l'habitacle du véhicule et génère des insatisfactions et/ou des gênes pour les passagers. Il est notamment à relever un inconfort thermique lié à une prestation de climatisation de l'air de l'habitacle qui est inférieure aux attentes des passagers, la génération de nuisances sonores par
10 la mise en œuvre à des seuils élevés de rotation d'un groupe moto-ventilateur du module de façade aérothermique et d'un pulseur d'air de l'installation de conditionnement d'air, et/ou une consommation excessive d'énergie par cette dernière.

En outre, un refroidissement efficace de la réserve d'énergie électrique est délicat à obtenir, notamment dans le cas où une forte puissance de propulsion et/ou de traction du véhicule
15 est requise par le conducteur. La boucle thermique froide, en particulier le circuit frigorigène et la boucle thermique de liquide caloporteur à très basses températures sont alors fortement sollicités, ce qui affecte encore la performance obtenue du traitement de l'air de l'habitacle pour sa réfrigération.

L'intégration d'une boucle thermique frigorigène au système d'échange thermique
20 fonctionnant en pompe à chaleur est susceptible d'améliorer son fonctionnement et son bilan énergétique selon les conditions de températures ambiantes auxquelles le véhicule est soumis. Il est par exemple connu à cet effet d'interposer un condenseur à liquide caloporteur entre une boucle thermique chaude et une boucle thermique froide du système d'échange thermique, tel qu'il ressort par exemple du document FR 3 027 849 (VALEO SYSTEME THERMIQUE)
25 concernant une installation de conditionnement d'air.

Cependant, une telle intégration est coûteuse et accroît la masse du véhicule, en raison de l'apport de divers organes supplémentaires, tels que notamment des vannes d'inversion du sens de circulation du fluide réfrigérant, un échangeur thermique, et/ou un circuit caloporteur intermédiaire avec une pompe additionnelle.

30 En outre, une telle intégration pose d'autres problèmes spécifiques à résoudre, tels que notamment les modalités de son implantation sur le véhicule et/ou sur le système d'échange thermique, ou par exemple encore un givrage éventuel du condenseur principal lorsqu'il est utilisé comme évaporateur, celui-ci étant classiquement placé en face avant du véhicule pour son refroidissement par l'air. De surcroît, une telle solution ne satisfait pas à l'ensemble des besoins
35 de chauffage de l'air de l'habitacle, puisque l'efficacité d'une pompe à chaleur chute à une température ambiante inférieure ou égale à -10°C (moins 10° Celsius).

Dans ce contexte, l'invention a pour objet un système d'échange thermique agencé en équipement thermique d'un véhicule automobile, configuré pour pouvoir sélectivement connecter et déconnecter fluidiquement le premier réseau hydraulique, via un échangeur thermique qu'il comprend, à au moins une boucle thermique du second réseau hydraulique de liquide caloporteur. L'invention a aussi pour objet un procédé de mise en œuvre d'un système d'échange thermique conforme à l'invention selon différents modes de fonctionnement. L'invention a aussi pour objet un véhicule automobile équipé d'un système d'échange thermique conforme à l'invention.

Ledit véhicule automobile est notamment un véhicule équipé d'une motorisation électrique de propulsion et/ou de traction du véhicule. La motorisation électrique est susceptible d'équiper un véhicule électrique dont la propulsion et/ou la traction est typiquement fournie exclusivement par la motorisation électrique ou un véhicule hybride dont la propulsion et/ou la traction est typiquement fournie par la motorisation électrique et/ou par une motorisation à combustion.

L'invention a pour but de proposer un tel un système d'échange thermique pouvant connecter et déconnecter fluidiquement le premier réseau hydraulique à au moins une boucle thermique du second réseau hydraulique de liquide caloporteur le constituant, en limitant les effets indésirables induits dans le cadre des problèmes à résoudre et des contraintes précédemment évoquées à titre indicatif non restrictif.

Le système d'échange thermique de l'invention comprend un premier réseau hydraulique constitué d'un circuit frigorigène d'acheminement d'un fluide réfrigérant, un second réseau hydraulique composé de boucles thermiques de liquide caloporteur et un module de commande de son fonctionnement selon divers modes de fonctionnement adaptant son architecture respectivement en diverses configurations, notamment selon les besoins de traitement thermique requis par le véhicule.

-) le premier réseau hydraulique constitué d'un circuit frigorigène comportant successivement, suivant le sens de circulation du fluide réfrigérant à son travers, au moins un compresseur, un condenseur principal refroidi par un flux d'air, au moins un détendeur et au moins un échangeur thermique, dont au moins un évaporateur,

-) le second réseau hydraulique de liquide caloporteur, constitué de plusieurs boucles thermiques à des niveaux de température différents, dont au moins :

i) un circuit caloporteur à très basses températures, destiné à être affecté au refroidissement d'une réserve d'énergie électrique que comprend la motorisation électrique du véhicule et/ou au traitement thermique de l'air de l'habitacle du véhicule, et constitué d'au moins une pompe à liquide caloporteur et d'une première branche de traitement thermique de la réserve d'énergie électrique, classiquement configurée en un

échangeur thermique interne, par exemple de type plaque froide, notamment pour le refroidissement et le chauffage de la réserve d'énergie électrique par le liquide caloporteur circulant à son travers ;

- 5 ii) un circuit caloporteur à basses températures, destiné à être affecté au refroidissement des équipements électriques et/ou électroniques du véhicule, dont au moins ceux de la motorisation électrique et particulièrement dans certains cas la réserve d'énergie électrique, et subsidiairement destiné à être affecté au traitement thermique de l'air de l'habitacle du véhicule, et constitué d'au moins une pompe à liquide caloporteur et d'un échangeur thermique, dont au moins un radiateur classiquement configuré en organe de traitement thermique du liquide caloporteur circulant à son travers, notamment pour son refroidissement, et typiquement prévu d'être installé en façade du véhicule, en étant lui-même refroidi par un flux d'air le traversant depuis l'extérieur du véhicule et dans certains cas pulsé à travers le radiateur via le groupe moto-ventilateur du module de façade aérothermique ;
- 10 iii) et un circuit caloporteur à hautes températures, notamment au moins affecté au chauffage de l'air de l'habitacle du véhicule, et constitué d'au moins une pompe à liquide caloporteur et d'un échangeur thermique, dont au moins un aérotherme classiquement configuré en un organe apte à être traversé par le liquide caloporteur pour traiter thermiquement un flux d'air le traversant et entrant dans l'habitacle du véhicule.
- 15 -) des organes hydrauliques de régulation sous dépendance du module de commande, des modalités de circulation des fluides sélectivement à travers les réseaux hydrauliques de fluides portés à des températures respectives ménagées par le système d'échange thermique.
- 20 -) au moins un condenseur annexe à liquide caloporteur monté sur le premier réseau hydraulique et sélectivement participant de l'une au moins des boucles thermiques du second réseau hydraulique sous contrôle du module de commande.
- 25

Les notions relatives qui sont notamment affectées aux boucles thermiques, au fluide réfrigérant, au liquide caloporteur et/ou à la température ambiante extérieure au véhicule, et qui précisent les températures froides, tempérées et chaudes, ainsi que les températures très basses, basses et/ou hautes, sont classiquement considérées sur des plages de températures différenciées au regard des conditions climatiques dans lesquelles le véhicule est potentiellement placé et/ou des diverses fonctions procurées par le système d'échange thermique.

30

Le système d'échange thermique présente une architecture comme précédemment décrite. Typiquement, les configurations de l'architecture du système d'échange thermique varient selon ses modes de fonctionnement sous contrôle du module de commande qui régule la mise en œuvre des divers organes et/ou équipements intégrés aux premier et second réseaux hydrauliques. A cet effet, le module de commande est typiquement en relation avec divers

35

capteurs de température et/ou organe(s) de commande transmettant des informations relatives au(x) traitement(s) thermique(s) requis par le véhicule.

Selon l'invention, le système d'échange thermique est reconnaissable en ce que :

-) le second réseau hydraulique de liquide caloporteur est muni :

5 i) d'un premier moyen de raccordement sélectif, sous contrôle du module de commande et via au moins le condenseur annexe, entre la boucle thermique à hautes températures et la boucle thermique à très basses températures,

10 ii) d'un deuxième moyen de raccordement sélectif sous contrôle du module de commande, entre d'une part le condenseur annexe et d'autre part l'une au moins de la boucle thermique à hautes températures, de la boucle thermique à très basses températures et d'une boucle thermique à basses températures, et en ce que

-) le premier réseau hydraulique est muni d'au moins un moyen de contournement sélectif, sous contrôle du module de commande, du condenseur principal par le fluide réfrigérant circulant à travers le circuit frigorigène via le condenseur annexe.

15 De tels premier et/ou deuxième moyens de raccordement sélectif, ainsi qu'un tel dit moyen de contournement sélectif, sont ménagés par des organes hydrauliques de régulation des modalités de circulation respectivement du liquide caloporteur et du fluide réfrigérant à travers leur réseau hydraulique. Typiquement, de tels organes hydrauliques de régulation sont par exemple à titre non restrictif constitués de vannes à au moins deux voies, dont les mises en œuvre sont sélectivement contrôlées par le module de commande, isolément et/ou en combinaison, et/ou peuvent être constitués par des clapets anti-retour diversement répartis sur l'un ou l'autre réseau hydraulique.

20

Selon une forme de réalisation, le condenseur annexe est monté sur le circuit frigorigène en aval du compresseur suivant le sens de circulation du fluide réfrigérant à leur travers.

25

Selon une forme de réalisation, le condenseur annexe est monté sur une branche du deuxième réseau hydraulique de liquide caloporteur, interposée entre au moins une première vanne dite principale disposée sur la boucle thermique à basses températures et une deuxième vanne dite principale disposée sur la boucle thermique à hautes températures, des clapets anti-retour étant interposées sur ladite branche du deuxième réseau hydraulique entre le condenseur annexe et des voies respectives de la première vanne principale.

30

Selon une forme de réalisation, le condenseur annexe est monté sur le circuit frigorigène via au moins une première vanne dite secondaire de raccordement sélectif du condenseur annexe, sous contrôle du module de commande, soit en série avec le condenseur principal soit en contournement du condenseur principal.

35

Selon une forme de réalisation, le condenseur annexe et l'aérotherme sont sélectivement placés en série, sous contrôle du module de commande, via la deuxième vanne principale de raccordement de l'aérotherme en entrée du liquide caloporteur à son travers et via une troisième vanne principale de raccordement de l'aérotherme en sortie du liquide caloporteur hors de l'aérotherme.

Selon une forme de réalisation, l'aérotherme est hydrauliquement relié à la première branche de traitement thermique de la réserve d'énergie électrique via la troisième vanne principale et via une deuxième vanne secondaire interposée entre la troisième vanne principale et la première branche de traitement thermique.

La première branche de traitement thermique est notamment affectée au traitement thermique de ladite réserve d'énergie électrique.

Selon une forme de réalisation, la première branche de traitement thermique de la réserve d'énergie électrique est reliée hydrauliquement à une deuxième branche de traitement thermique solidaire de la boucle thermique à basses températures via notamment la troisième vanne principale et, en sortie de liquide caloporteur hors d'équipements électriques et/ou électroniques de la motorisation électrique, par la deuxième vanne secondaire et une troisième vanne secondaire interposée entre la deuxième vanne secondaire et la boucle thermique à basses températures. La deuxième branche de traitement thermique est notamment affectée au traitement thermique d'équipements électriques et/ou électroniques de la motorisation électrique.

Selon une forme de réalisation, la première vanne principale, la deuxième vanne principale et troisième vanne principale sont chacune constituées d'une vanne quatre voies à deux positions. La première vanne secondaire, la deuxième vanne secondaire et la troisième vanne secondaire sont chacune constituées d'une vanne trois voies à deux positions.

Selon au moins un mode de fonctionnement du système d'échange thermique dans lequel une configuration du circuit frigorigène génère une double condensation étagée du fluide réfrigérant, le condenseur annexe et le condenseur principal sont reliés en série entre eux via au moins une vanne interposée entre eux, en plaçant le condenseur annexe en amont du condenseur principal suivant le sens de circulation du fluide réfrigérant à leur travers.

L'invention a aussi pour objet un véhicule automobile équipé d'un système d'échange thermique conforme à l'invention.

Un tel agencement du système d'échange thermique permet notamment :

-) sous conditions climatiques tempérées, de réduire la consommation énergétique du traitement thermique de l'air de l'habitacle pour son chauffage,
-) sous conditions climatiques à températures chaudes, d'améliorer significativement le traitement thermique de l'air de l'habitacle pour son refroidissement,

-) d'éviter une organisation complexe du système d'échange thermique et le surcoût induits par sa potentielle configuration en pompe à chaleur.

Le condenseur annexe est notamment refroidi en usage conventionnel par un flux de liquide caloporteur pour faire se condenser le fluide réfrigérant circulant à son travers. Le condenseur annexe est notamment intégré au circuit frigorigène en sortie du compresseur et est sélectivement relié à une quelconque boucle thermique de liquide caloporteur du deuxième réseau hydraulique par activation d'organes de répartition de la circulation de liquide caloporteur à travers le deuxième réseau hydraulique sous contrôle du module de commande.

Par exemple selon un mode de fonctionnement, le liquide caloporteur circule à travers le condenseur annexe qui est alors participant d'une boucle thermique à basses températures, pour refroidir les équipements électriques et/ou électroniques de la motorisation électrique, comme par exemple le moteur électrique de propulsion du véhicule, des onduleurs, voire aussi la réserve d'énergie électrique et son chargeur.

Par exemple encore selon un autre mode de fonctionnement, le liquide caloporteur circule à travers le condenseur annexe qui est alors participant d'une boucle thermique à très basses températures pour refroidir la réserve d'énergie électrique.

Par exemple encore selon un autre mode de fonctionnement, le liquide caloporteur circule à travers le condenseur annexe qui est alors participant d'une boucle thermique à hautes températures pour chauffer via l'aérotherme l'air de l'habitacle du véhicule. La chaleur dégagée par la compression du fluide réfrigérant et dissipée au liquide caloporteur à travers le condenseur annexe est mise à profit pour chauffer l'air de l'habitacle, en étant dissipée sur le liquide caloporteur de la boucle thermique à hautes températures et/ou sur les équipements de la motorisation électrique en situation de chauffage, notamment la réserve d'énergie électrique.

La dissipation de la chaleur à travers le condenseur annexe au liquide caloporteur d'une boucle thermique à hautes températures est préférable plutôt que d'être perdue par dissipation dans l'air extérieur au véhicule à travers le condenseur principal.

Selon les modes de fonctionnement, de telle modalités de dissipation de la chaleur procurent notamment :

-) sous certaines conditions climatiques, une amélioration de la disponibilité de la motorisation électrique et une réduction des pertes thermiques induites. Ceci permet notamment d'améliorer les prestations de la motorisation électrique tout en réduisant sa consommation électrique et en augmentant son autonomie.

-) sous conditions climatiques chaudes, le refroidissement du condenseur annexe réalise une première phase de condensation du fluide réfrigérant, préalablement à une deuxième phase de condensation du fluide réfrigérant par le condenseur principal, ce qui permet d'améliorer la réfrigération de l'habitacle du véhicule.

Ainsi selon une forme spécifique de réalisation et au regard d'une autre approche de l'invention, le système d'échange thermique comprend :

-) un moyen de raccordement sélectif sous contrôle du module de commande entre la boucle thermique à hautes températures et la boucle thermique à très basses températures.
- 5 -) ledit condenseur annexe initiant une synergie entre les premier et deuxième réseaux hydrauliques pour réaliser une thermorégulation de la motorisation électrique, en dissipant ou en absorbant les calories de l'un sur l'autre et vice-versa,
-) un moyen de raccordement sélectif entre le condenseur annexe et les différentes boucles thermiques de liquide caloporteur,
- 10 -) un contournement par le fluide réfrigérant du condenseur principal, pour d'une part récupérer, dans le liquide caloporteur à travers le condenseur annexe, la chaleur produite par le compresseur et la restituer notamment à l'aérotherme, et d'autre part pour privilégier la condensation du fluide réfrigérant par le condenseur annexe sous conditions climatiques tempérées,
- 15 -) un double étage de condensation du fluide réfrigérant successivement et isolément via le condenseur annexe et le condenseur principal qui sont montés en série en plaçant le condenseur annexe en amont du condenseur principal suivant le sens de circulation du fluide réfrigérant, pour améliorer la réfrigération de l'habitacle sous conditions climatiques chaudes, notamment durant la phase de convergence du confort thermique à la consigne requise lorsque
- 20 le véhicule progresse via la motorisation électrique.

En plus des avantages procurés par l'invention déjà mentionnés, le système d'échange thermique procure les résultats et/ou avantages suivants :

-) une meilleure autonomie énergétique du véhicule sous conditions climatiques froides et/ou tempérées,
- 25 -) une amélioration de la performance de condensation du fluide réfrigérant, utile à l'amélioration de la réfrigération de l'habitacle du véhicule et à la gestion thermique de la réserve d'énergie électrique, y compris en cas de fortes sollicitations de la motorisation électrique,
-) une réduction de la consommation électrique par l'installation de conditionnement d'air à iso-prestations, ce qui permet d'augmenter l'autonomie énergétique du véhicule sous conditions
- 30 climatiques chaudes,
-) d'obtenir un désembuage performant de l'habitacle du véhicule, en permettant une recirculation de l'air de l'habitacle sous conditions climatiques froides,
-) d'autoriser un pré-conditionnement thermique de la réserve d'énergie électrique pendant la phase de pré-conditionnement thermique de l'habitacle, alors que le véhicule est
- 35 raccordé à une source d'énergie externe, et pendant le roulage du véhicule, avec une réduction de la consommation électrique et finalement une augmentation de l'autonomie énergétique du véhicule,

-) d'améliorer les performances du confort thermique de l'habitacle, notamment en mode de chauffage de l'air de l'habitacle, avec une efficacité énergétique obtenue au regard du bilan performance de chauffage pour une consommation électrique donnée, qui est intermédiaire par rapport à l'efficacité énergétique des systèmes d'échange thermique de l'art antérieur mettant en œuvre un chauffage électrique et/ou une pompe à chaleur, et cela avec un coût du système d'échange thermique de l'invention qui est intermédiaire par rapport à ceux de l'art antérieur et qui est abordable avec une performance de réfrigération supérieure.

Une description détaillée d'un exemple de réalisation d'une architecture d'un système d'échange thermique de la présente invention va être exposée en relation avec les figures 1 à 11 des planches annexées, qui représentent respectivement diverses configurations du système d'échange thermique illustré en relation avec divers exemples potentiels de modes de son fonctionnement.

Sur les figures 1 à 11, un système d'échange thermique 1 relevant d'un exemple de réalisation de l'invention est organisé pour équiper un véhicule, en ménageant au moins un circuit frigorifique 14 configuré en boucle fermée pour la réfrigération et/ou le désembuage de l'air de l'habitacle du véhicule. A cet effet, le circuit frigorifique 14 comprend un premier évaporateur 2 au sein duquel le fluide réfrigérant absorbe la chaleur de l'air habitacle en changeant de phase, notamment en passant d'une phase liquide à une phase gazeuse, par l'action d'un premier détendeur 3a, potentiellement de type électronique ou de type thermostatique. Le fluide réfrigérant circule alors dans des conduits vers un compresseur 4, dans lequel le fluide réfrigérant est comprimé.

Dans le cadre notamment d'un véhicule à motorisation électrique de propulsion et/ou de traction, le compresseur 4 est entraîné électriquement. Le fluide réfrigérant est ainsi à hautes pressions en sortie du compresseur 4, et est introduit dans un condenseur principal 5 à travers lequel le fluide réfrigérant cède des calories à de l'air extérieur traversant le condenseur principal 5 grâce à l'avancement du véhicule et/ou via l'activation du groupe moto-ventilateur du module de façade aérothermique placé en face avant du véhicule.

Le fluide réfrigérant change alors de phase depuis sa phase gazeuse en phase liquide. Le circuit frigorifique 14 intègre un réservoir 6 déshydratant dont la fonction est de séparer les phases liquide et gazeuse du fluide réfrigérant, pour ne libérer que la phase liquide du fluide. En sortie du condenseur principal 5, le fluide réfrigérant s'achemine à travers des conduits jusqu'au premier évaporateur 2 en traversant au préalable le premier détendeur 3a.

Le circuit frigorifique 14 intègre aussi un deuxième évaporateur 7 disposé en parallèle du premier évaporateur 2, en procurant la gestion thermique d'une réserve d'énergie électrique 8 que comprend la motorisation électrique de propulsion du véhicule. Les exigences de

température maximale au titre de la fiabilité de la réserve d'énergie électrique 8, de température moyenne au titre de sa durabilité et de température minimale au titre de sa disponibilité, requièrent alors la mise en œuvre du circuit frigorigène 14 à travers le deuxième évaporateur 7.

5 Comme le premier évaporateur 2, le deuxième évaporateur 7 est géré par son propre deuxième détendeur 3b et les conduits du circuit frigorigène 14 sur lesquels sont respectivement installés les premier et deuxième évaporateurs 2,7 intègrent en amont un moyen de déconnection 9a, 9b, tel que par exemple une vanne on/off, de chacun des conduits sur lesquels sont installés respectivement les premier et deuxième évaporateurs 2, 7 par rapport aux autres conduits du circuit frigorigène 14.

10 Ces moyens de déconnection 9a, 9b permettent de rendre inactifs l'un et/ou l'autre des évaporateurs 2, 7 lorsque le besoin associé, comme notamment la réfrigération de l'habitacle par le premier évaporateur 2 et le traitement thermique de la réserve d'énergie électrique 8 par le deuxième évaporateur 7, n'est pas requis. Ceci permet de s'affranchir des risques de givrage/glaçage de l'évaporateur 2 ou 7 non sollicité et d'accumulation dans les conduits rendus
15 inactifs de l'huile de lubrification du compresseur 4 contenue dans le fluide réfrigérant, si en amont le compresseur 4 ou le circuit frigorigène 14 ne sont pas dotés d'un moyen de séparation de l'huile du fluide réfrigérant et de rétention de l'huile pour réduire la circulation de l'huile dans le circuit frigorigène 14 et limiter la perte d'huile lors des opérations de maintenance du circuit frigorigène 14.

20 Dans ce contexte sur la figure 1, il est par exemple considéré un premier mode de fonctionnement du système d'échange thermique 1 conforme à l'invention. Selon ce premier mode de fonctionnement du système d'échange thermique 1, le circuit frigorigène 14 est initialement inopérant et :

-) la réserve d'énergie électrique 8 nécessite d'être réchauffée, et/ou
- 25 -) les équipements 10a, 10b, 10c électriques de la motorisation électrique, étant compris en excluant la réserve d'énergie électrique 8 et comprenant notamment le ou les moteur(s) électrique(s) et les équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c de régulation de son fonctionnement, nécessitent d'être refroidis, et/ou
-) il est requis un réchauffement de l'air de l'habitacle.

30 Le circuit frigorigène 14 étant inopérant, le compresseur 4 est désactivé. Un moyen de contournement 16c du condenseur principal 5, formé d'une première vanne trois voies 16c, est en position de repos, activant ce contournement, et les vannes 9a, 9b respectivement associées aux évaporateurs 2,7 sont également en position de repos. Une boucle thermique de liquide caloporteur à basses températures 14b exploitée pour le refroidissement des équipements
35 10a-10c électriques et/ou électroniques de la motorisation électrique, est associée en série avec

une deuxième branche de traitement thermique 22b affecté au traitement thermique desdits équipements 10a-10c.

5 Selon des formes alternatives de réalisation, certains équipements 10a-10c à refroidir peuvent être placés en parallèle avec d'autres, ou tous les équipements 10a-10c à refroidir peuvent être placés en parallèle les uns des autres.

10 Une première pompe à liquide caloporteur 11a procure une circulation dans la boucle thermique à basses températures, dans le sens conventionnel de circulation du liquide caloporteur depuis l'organe le plus sensible thermiquement requérant la température la plus faible du liquide caloporteur à basses températures, typiquement jusqu'à 60°C, vers l'organe le moins sensible thermiquement autorisant une température plus élevée du liquide caloporteur à basses températures à son entrée, typiquement jusqu'à 80 à 100°C.

15 De tels niveaux de températures, que ne pourrait satisfaire la boucle thermique hautes températures 14c durablement et sur l'exhaustivité des conditions climatiques, requièrent la mise en œuvre de la boucle thermique à basses températures 14b, que vient compléter un radiateur 12 basses températures disposé en face avant du véhicule en face des entrées d'air de sa calandre, préférentiellement disposé en aval du condenseur principal 5 suivant le sens du flux d'air extérieur. Le radiateur 12 à basses températures peut aussi être disposé en amont du condenseur principal 5, dans la mesure où la surface d'échange thermique du radiateur 12 à basses températures ne recouvre pas celle de la passe de sous-refroidissement ménagée au sein du condenseur principal 5, notamment dans sa partie inférieure.

20 La boucle thermique à basses températures 14b est de préférence connectée à une boîte de dégazage 13, afin de permettre lors d'une opération de maintenance et/ou en usine, le remplissage en liquide caloporteur de boucles thermiques à très basses températures 14a, à basses températures 14b et à hautes températures 14c en une seule opération, mais aussi de sorte à n'autoriser aucun échange de liquide caloporteur entre elles au cours et hors de leur fonctionnement.

30 La gestion thermique de la réserve d'énergie électrique 8 est assurée sous contrôle d'un module de commande 15, selon son état thermique et la capacité de gestion thermique offerte par l'adaptation de la motorisation électrique du véhicule selon les modalités suivantes conformément aux modes de fonctionnement du système à échange thermique :

35 -) soit via la boucle thermique à basses températures 14b, de préférence par circulation du liquide caloporteur à travers un conduit disposé en sortie du radiateur 12 à basses températures, en parallèle du deuxième circuit de traitement thermique 22b, ou en série avec des équipements 10a-10c électriques et/ou électroniques de la motorisation électrique, et alors placée en amont suivant le sens d'écoulement du liquide caloporteur à basses températures, compte-tenu des niveaux de température requis pour la réserve d'énergie électrique 8 à titre

indicatif inférieur ou égal à 40°C au regard de sa durabilité. Dans les deux cas susvisés de montage en série ou en parallèle, ledit conduit disposé en sortie du radiateur 12 à basses températures est connecté hydrauliquement au deuxième évaporateur 7 du fluide réfrigérant, compte-tenu du niveau thermique requis pour la réserve d'énergie électrique 8 et des possibilités de refroidissement procurées par la boucle thermique à basses températures 14b.

-) soit via une boucle thermique à très basses températures 14a, alors en échange thermique avec le circuit frigorifique 14 via le deuxième évaporateur 7.

Afin de réaliser les différentes configurations des boucles thermiques à basses températures 14b et à très basses températures 14a dans les différentes conditions climatiques potentielles, en étant mises en œuvre selon d'autres modes de fonctionnement du système à échange thermique, et compte-tenu des besoins requis pour le traitement thermique de la réserve d'énergie électrique 8 et des capacités offertes par l'adaptation de la motorisation du véhicule, le conduit dédié à la boucle thermique basses températures 14b procurant la gestion thermique de la réserve d'énergie électrique 8 est de plus doté :

-) de moyens de connexion 16a, 16b sélectives au reste de la boucle thermique basses températures 14b, pour réaliser la boucle thermique à très basses températures 14a, qui est alors indépendante de la boucle thermique à basses températures 14b, et au deuxième évaporateur 7, comprenant deux vannes trois voies 16a, 16b respectivement quand la disponibilité de refroidissement de la boucle thermique basses températures 14b permet d'assurer seule la gestion thermique de la réserve d'énergie électrique 8 et quand celle-ci nécessite que le conduit de liquide caloporteur basses températures qui lui est dédiée soit retiré de la boucle thermique basses températures 14b et connecté au deuxième évaporateur 7, formant alors la boucle thermique à très basses températures 14a.

Ainsi selon le premier mode de fonctionnement, des vannes trois voies 16a, 16b dissocient la réserve d'énergie électrique 8 des boucles thermiques respectivement à basses températures 14b et à très basses températures 14a, tandis que des vannes on/off 17a, 17b, 17c font obstacle au passage du liquide caloporteur à basses températures vers la réserve d'énergie électrique 8. La thermorégulation de la réserve d'énergie électrique 8 peut être procurée différemment sans sortir du cadre de l'invention, mais dont les fonctionnalités peuvent s'en trouver réduites.

Par exemple la thermorégulation de la réserve d'énergie électrique 8 peut être réalisée via l'air de l'habitacle ou par une installation de conditionnement d'air dédiée, ou par exemple encore par une mise en contact thermique direct de composants de la réserve d'énergie électrique 8 avec le deuxième évaporateur 7, notamment sans l'intermédiaire d'un liquide caloporteur tel que celui mis en œuvre au sein de la boucle thermique à très basses températures 14a.

Une boucle thermique à hautes températures 14c peut être mise en œuvre au sein du système d'échange thermique 1, pour transporter les calories dissipées dans le liquide caloporteur porté à hautes températures par un réchauffeur 21 électrique, par exemple de type CTP (cellules à coefficient de température positif), grâce à l'activation d'une deuxième pompe à liquide caloporteur à hautes températures 11b jusqu'à un aérotherme 20 qui transfère lesdites calories à l'air admis dans l'habitacle.

En variante non préférentielle dans le cadre d'un véhicule à motorisation électrique de propulsion et/ou de traction du véhicule, le réchauffeur électrique 21 est remplacé par un brûleur à carburant ou éthanol.

La boucle thermique à hautes températures 14c est munie d'une deuxième vanne quatre voies 18b à deux positions en tant que moyen de connexion d'un condenseur à liquide caloporteur 24 annexe à la boucle thermique à hautes températures 14c en amont de l'aérotherme 20. Dans ce mode de fonctionnement, la deuxième vanne quatre voies 18b prend une position de contournement du condenseur annexe 24 par le liquide caloporteur à hautes températures refoulé par la pompe 11b, et relie la sortie du réchauffeur 21 à l'entrée de l'aérotherme 20. Ainsi si le réchauffeur 21 est actif, les calories dissipées par effet Joule sont transmises au liquide caloporteur à hautes températures traversant l'aérotherme 20 par activation de la pompe 11b à hautes températures pour réchauffer l'habitacle.

La boucle thermique à hautes températures 14c porte une troisième vanne 18c quatre voies à deux positions, du même type que la deuxième vanne 18b, en tant que moyen de connexion 18c de la réserve d'énergie électrique 8 à la boucle thermique à hautes températures 14c, en aval de l'aérotherme 20. La troisième vanne quatre voies 18c prend dans ce mode de fonctionnement une position qui transfère au sein de la réserve d'énergie électrique 8 les calories résiduelles encore présentes dans le liquide caloporteur à hautes températures en sortie de l'aérotherme 20.

Une deuxième vanne trois voies 16b occupe alors une position connectant une sortie de la troisième vanne quatre voies 18c en entrée d'une première branche de traitement thermique 22a pour traiter thermiquement la réserve d'énergie électrique 8. La troisième vanne quatre voies 18c ramène en sortie de la réserve d'énergie électrique 8 le liquide caloporteur à hautes températures en entrée du réchauffeur 21 pour y être à nouveau réchauffé.

Une troisième pompe à liquide caloporteur 23, exploitée pour le refroidissement de la réserve d'énergie électrique 8, est préférentiellement inactive si la deuxième pompe à liquide caloporteur 11b assure seule un débit de liquide caloporteur à hautes températures suffisant à travers le réchauffeur 21, l'aérotherme 20 et le premier circuit de traitement thermique 22a équipant la réserve d'énergie électrique 8.

Dans le cas contraire, la troisième pompe 23 est activée, afin d'assister le fonctionnement de la deuxième pompe 11b pour fournir le débit de liquide caloporteur à hautes températures requis. Ce mode de fonctionnement permet ainsi de réchauffer également la réserve d'énergie électrique 8 si sa température est inférieure à un premier seuil prédéterminé, à titre d'exemple compris entre 10°C et 15°C.

Le moyen de connexion 18a du condenseur annexe à liquide caloporteur 24 à la boucle thermique à basses températures 14b, formé d'une première vanne 18a quatre voies à deux positions, est disposé en sortie du radiateur basses températures 12 et prend selon le premier mode de fonctionnement une position de contournement du condenseur annexe 24, en reliant la sortie en liquide caloporteur du radiateur basses températures 12 à l'entrée de la première pompe à liquide caloporteur 11a, qui aspire le liquide caloporteur à basses températures en sortie du radiateur basses températures 12 et le refoule vers la deuxième branche de traitement thermique 22b.

La connexion fluide du condenseur annexe à liquide caloporteur 24 aux boucles thermiques 14a, 14b ou 14c est réalisée par la mise en œuvre, en plus des vannes à quatre voies 18a, 18b, 18c, de deux clapets anti-retour 25c, 25b situés sur les conduits d'entrée dans le condenseur 24 annexe. Un premier clapet anti retour 25c est placé sur le trajet du liquide caloporteur provenant de la première vanne quatre voies 18a et de la boucle thermique à basses températures 14b, et un deuxième clapet anti retour 25b est placé sur le trajet du liquide caloporteur provenant de la deuxième vanne quatre voies 18b et de la boucle thermique à hautes températures 14c.

Selon le premier mode de fonctionnement, les vannes quatre voies 18a et 18b isolent le condenseur annexe 24, alors inactif côté fluide réfrigérant et circuit frigorigène 14, de la boucle thermique basses températures 14b et de la boucle thermique hautes températures 14c. Les deux clapets anti-retours 25c et 25b, non sollicités par un différentiel de pression entre leurs amont et aval, sont fermés en position de repos.

Sur la figure 2, il est par exemple encore considéré un deuxième mode de fonctionnement du système d'échange thermique 1, qui présente alors une configuration selon laquelle il est requis :

-) un réchauffement de la réserve d'énergie électrique 8,
-) un refroidissement des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c du véhicule, notamment ceux que comprend la motorisation électrique,
-) un chauffage de l'air de l'habitacle et un désembuage des parois vitrées du véhicule.

Par climat tempéré, s'il est nécessaire de déshumidifier l'habitacle, la réfrigération de l'habitacle nécessite la mise en œuvre du compresseur 4 et du premier évaporateur 2. Le premier détendeur 3a est activé et la vanne on/off 9 associée est en position d'ouverture. Il est visé

d'assécher l'air de l'habitacle tout en le réchauffant, via l'aérotherme 20, par exemple et de façon non préférentielle via l'activation du réchauffeur 21 de forte puissance électrique, afin de maintenir une température adaptée dans l'habitacle. La réserve d'énergie électrique 8 ne requérant pas de refroidissement, le deuxième évaporateur 7 est inactif, via notamment la désactivation du deuxième détendeur 3b. La vanne on/off 9b associée condamne la circulation du fluide réfrigérant et éventuellement de l'huile de lubrification du compresseur 4 dans cette branche du circuit frigorigène 14.

Dans ce deuxième mode de fonctionnement, le besoin de refroidissement des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c de la motorisation électrique est assuré par l'activation de la première pompe à liquide caloporteur 11a, qui propulse le liquide caloporteur à basses températures au sein de la deuxième branche de traitement thermique 22b. Les calories dissipées par le fonctionnement des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c ainsi absorbées par transfert thermique convectif par le liquide caloporteur à basses températures, sont ensuite évacuées à l'air extérieur à travers le radiateur 12 basses températures.

La première vanne quatre voies 18a fait contourner le condenseur à eau 24 par le liquide de refroidissement à basses températures, et relie la sortie du liquide refroidissement à basses températures du radiateur à basses températures 12 à l'entrée de la première pompe à liquide caloporteur 11a, qui aspire alors le liquide caloporteur à basses températures en sortie du radiateur 12 à basses températures et le refoule au sein de la deuxième branche de traitement thermique 22b. Dans ce mode de fonctionnement, la boucle thermique basses températures 14b conserve la même configuration que celle décrite en relation avec la figure 1, notamment en ce qui concerne la position des vannes 16a, 16b, 17b, 17a et 17c.

Dans ce deuxième mode de fonctionnement, le chauffage de l'habitacle est de façon non préférentielle assuré alors par le réchauffeur 21 sur le liquide caloporteur à hautes températures, en amont de l'aérotherme 20, et qui requiert alors une consommation électrique élevée. La réfrigération requiert elle aussi une consommation électrique importante, notamment pour l'entraînement du compresseur 4 et éventuellement l'activation du groupe moto-ventilateur, si la puissance aéraulique sur le condenseur principal 5 due à la progression du véhicule est insuffisante pour assurer la condensation du fluide réfrigérant. En plus de fournir toute l'énergie électrique nécessaire à la progression du véhicule, la réserve d'énergie électrique 8 doit de plus fournir l'énergie électrique nécessaire à la réfrigération, la déshumidification et/ou au chauffage de l'habitacle, d'où s'ensuit une réduction drastique de l'autonomie énergétique du véhicule.

Dans ce deuxième mode de fonctionnement, la première vanne trois voies 16c occupe une position permettant au fluide réfrigérant de contourner le condenseur principal 5 en traversant un conduit de contournement. Le condenseur annexe à liquide caloporteur 24 est hydrauliquement connecté à la boucle thermique à hautes températures 14c en entrée de

l'aérotherme 20 : la deuxième vanne quatre voies 18b prend une position qui autorise la traversée du condenseur annexe 24 par le liquide caloporteur à hautes températures propulsé par la deuxième pompe à liquide caloporteur 11b, et le retour du liquide caloporteur à hautes températures sortant du condenseur annexe 24 à l'entrée de l'aérotherme 20.

5 La position alors prise par la deuxième vanne quatre voies 18b communique en amont du deuxième clapet anti retour 25b, via l'activation de la pompe 11b, la pression de la boucle thermique à hautes températures 14c, qui fait se soulever de son siège la partie mobile du deuxième clapet anti retour 25b, libérant le passage du liquide caloporteur à hautes températures à travers le deuxième clapet anti retour 25b.

10 Dans le même temps, les configurations prises par les vannes quatre voies 18b et 18a plaquent sur son siège la partie mobile du premier clapet anti retour 25c, obturant le passage du liquide caloporteur à hautes températures à travers le premier clapet anti retour 25c et les voies de la première vanne quatre voies 18a reliées à la boucle thermique à basses températures 14b. Sans de telles obturations, le liquide caloporteur à hautes températures propulsé par la
15 deuxième pompe à liquide caloporteur aurait contourné le condenseur annexe à liquide caloporteur 24 et serait retourné en entrée de l'aérotherme 20 via la deuxième vanne à quatre voies 18b sans traverser le condenseur annexe 24.

 Ainsi, la fermeture du premier clapet anti-retour 25c force le liquide caloporteur à hautes températures provenant du deuxième clapet anti-retour 25b à traverser le condenseur
20 annexe à liquide caloporteur 24, à l'issue duquel, compte-tenu de la perte de charge du condenseur annexe 24, la pression du liquide caloporteur à hautes températures est insuffisante pour lui permettre de traverser les voies correspondantes de la première vanne quatre voies 18a et de soulever de son siège la partie mobile du premier clapet anti-retour 25c.

 Le liquide caloporteur à hautes températures est ainsi forcé de traverser la deuxième
25 vanne quatre voies 18b et l'aérotherme 20 dont l'entrée est alors connectée hydrauliquement à la sortie du condenseur annexe 24 grâce à la position prise par la deuxième vanne quatre voies 18b.

 Dans le même temps, la troisième vanne quatre voies 18c et la deuxième vanne trois
30 voies 16b permettent de transférer au sein de la réserve d'énergie électrique 8 les calories résiduelles encore présentes dans le liquide caloporteur à hautes températures à la sortie de l'aérotherme 20, au travers duquel le liquide caloporteur à hautes températures issu du condenseur annexe 24 a dissipé à l'air entrant dans l'habitacle une partie de ses calories. Dans ce mode de fonctionnement, la troisième pompe à liquide caloporteur 23 est préférentiellement inactive si la deuxième pompe à liquide caloporteur 11b assure seule un débit suffisant de liquide
35 caloporteur à hautes températures à travers la boucle thermique à hautes températures 14c et à

travers la première branche de traitement thermique 22a de la réserve d'énergie électrique 8, sinon la troisième pompe 23 est activée afin d'assister la deuxième pompe à eau 11b.

5 Ainsi dans ce deuxième mode de fonctionnement, le contournement du condenseur principal 5 par le fluide réfrigérant, grâce à la position prise par la première vanne trois voies 16c, force la condensation du fluide réfrigérant dans le condenseur annexe à liquide caloporteur 24, à l'issue duquel le fluide réfrigérant emprunte principalement le conduit de contournement. Ce faisant, sous conditions climatiques présentant une température extérieure d'environ 3°C à 20°C avec un besoin de déshumidification de l'habitacle, la condensation se fait exclusivement au sein du condenseur annexe 24 en répondant aux besoins d'un chauffage important dans l'habitacle et 10 d'un besoin de condensation faible, et/ou d'une condensation au sein du condenseur annexe 24 puis du condenseur principal 5 pour une température extérieure supérieure à 20°C environ avec un besoin de chauffage faible dans l'habitacle et un besoin de condensation plus important.

La chaleur issue du travail de compression du fluide réfrigérant prodigué par le compresseur de climatisation 4 est alors en grande partie récupérée dans le liquide caloporteur 15 à hautes températures traversant le condenseur annexe 24 plutôt qu'elle ne soit inutilement évacuée à l'air extérieur, d'autant plus que cette chaleur est alors utile pour réchauffer l'habitacle à travers l'aérotherme 20. Ce faisant, l'énergie n'est plus gaspillée et le dispositif alors mis en œuvre assure la déshumidification de l'habitacle à travers l'évaporateur 2 et le chauffage au moins partiel de l'habitacle via le condenseur annexe à liquide caloporteur 24.

20 En effet, les calories ainsi récupérées permettent de réduire voire d'annuler, selon les conditions extérieures, le besoin de chauffage et les calories ainsi récupérées, la consommation électrique du réchauffeur 21 sur le liquide caloporteur à hautes températures en amont de l'aérotherme 20, et donc d'augmenter l'autonomie du véhicule.

Dans le même temps, le liquide caloporteur à hautes températures assure le 25 refroidissement du condenseur annexe 24, comme le fait conventionnellement l'air extérieur pour le condenseur principal 5, mais sans qu'il soit ici nécessaire d'activer le groupe moto-ventilateur si la progression du véhicule est insuffisante pour ventiler le condenseur principal 5, d'où une réduction de la consommation électrique et une nouvelle contribution à l'augmentation de l'autonomie du véhicule. Il est à noter que la consommation électrique d'un groupe moto-ventilateur dédié au refroidissement du condenseur principal 5, même à vitesse réduite, est 30 supérieure à celle de la pompe à liquide caloporteur 11b assurant le débit de liquide caloporteur nécessaire à la même condensation du fluide réfrigérant, la masse volumique et la capacité calorifique du liquide caloporteur étant, en vue d'un échange convectif, plus intéressantes que celles de l'air extérieur.

35 Enfin, les calories résiduelles absorbées par le liquide caloporteur à hautes températures et non dissipées à l'air de l'habitacle à travers l'aérotherme 20, restent disponibles

pour réchauffer la réserve d'énergie électrique 8 lors de sa traversée de la première branche de traitement thermique 22a par le liquide caloporteur à hautes températures à la sortie de l'aérotherme 20. Le liquide caloporteur à hautes températures assure ainsi le refroidissement du condenseur annexe 24 à travers les échangeurs thermiques que constituent l'aérotherme 20 et la réserve d'énergie électrique 8.

La réserve d'énergie électrique 8, réchauffée par les calories résiduelles du liquide caloporteur à hautes températures non dissipées à l'air de l'habitacle à travers l'aérotherme 20, est ainsi pré-conditionnée thermiquement par le liquide caloporteur à hautes températures plus chaud qui la traverse, va ainsi présenter une disponibilité supérieure de puissance électrique et de capacité en réduisant ses pertes thermiques par effet Joule, compte-tenu de la sensibilité à la température des résistances internes de la réserve d'énergie électrique 8, et ainsi permettre la propulsion et/ou la traction du véhicule en contribuant directement à son autonomie.

Sur la figure 3, il est par exemple encore considéré un troisième mode de fonctionnement du système d'échange thermique 1, qui présente alors une configuration selon laquelle il est requis :

-) un refroidissement important de la réserve d'énergie électrique 8,
-) un refroidissement des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c du véhicule, notamment ceux de la motorisation électrique,
-) une réfrigération de l'habitacle.

Selon ce troisième mode de fonctionnement, le circuit frigorifique 14 est actif afin d'assurer le besoin important de réfrigérer l'habitacle du véhicule et/ou de refroidir la réserve d'énergie électrique 8 qui, en plus de fournir l'énergie électrique requise par la progression du véhicule via la motorisation électrique, doit aussi fournir l'énergie électrique nécessaire à la réfrigération devant être fournie, avec en corollaire une consommation électrique conséquente pour notamment entraîner le compresseur 4 et le groupe moto-ventilateur activé pour notamment refroidir le radiateur à basses températures 12 et/ou le condenseur principal 5.

Le compresseur 4 et le premier évaporateur 2, via le premier détendeur 3a et la première vanne on/off 9a, sont activés. Le deuxième évaporateur 7 est également activé, via le deuxième détendeur 3b et la seconde vanne on/off 9b, afin d'assurer en même temps le refroidissement de la réserve d'énergie électrique 8, par la mise en œuvre de la boucle thermique très basses températures 14a, via la troisième pompe à liquide caloporteur 23 et la position prise par les vannes trois voies 16a, 16b et les vannes on/off 17a, 17b, qui isolent la boucle thermique très basses températures 14a et la réserve d'énergie électrique 8 de la boucle thermique à basses températures 14b, ainsi que via l'ouverture de la troisième vanne on/off 17c qui autorise la circulation du liquide caloporteur à très basses températures au sein de la boucle thermique à très basses températures 14a.

Ainsi, l'activation de la troisième pompe 23 aspire le liquide caloporteur à très basses températures en sortie du deuxième évaporateur 7, grâce à la position de la troisième vanne trois voies 16a et de la troisième vanne on/off 17c, qui séparent la boucle thermique à très basses températures 14a de la boucle thermique à basses températures 14b, et à la position de la
5 deuxième vanne trois voies 16b qui interdit le passage du liquide caloporteur de la boucle thermique à hautes températures 14c.

La troisième pompe 23 refoule ensuite le liquide caloporteur à très basses températures vers la première branche de traitement thermique 22a affectée au traitement thermique de la réserve d'énergie électrique 8, pour y absorber les calories dissipées par le
10 fonctionnement de la réserve d'énergie électrique 8. La deuxième vanne on/off 17b et la première vanne on/off 17a étant respectivement fermée et ouverte, le liquide caloporteur à très basses températures est aspiré par la troisième pompe 23 en sortie de la première branche de traitement thermique 22a de la réserve d'énergie électrique 8 à travers la troisième vanne on/off 17c et le
15 deuxième évaporateur 7 où le fluide réfrigérant absorbe les calories dissipées par le liquide caloporteur à très basses températures.

La configuration alors prise par la première vanne à quatre voies 18a communique en amont du premier clapet anti-retour 25c l'aspiration fournie par la première pompe 11a, qui fait se soulever de son siège la partie mobile du premier clapet anti-retour 25c, libérant le passage
20 du liquide caloporteur à basses températures à travers le premier clapet anti-retour 25c. Dans le même temps, la position de la première vanne à quatre voies 18a applique en aval du deuxième clapet anti-retour 25b la pression du liquide caloporteur à basses températures qui plaque contre son siège la partie mobile du deuxième clapet anti-retour 25b qui, de par la configuration alors prise par la deuxième vanne à quatre voies 18b, ne se voit pas appliquer en amont, contrairement
25 au cas de fonctionnement décrit en figure 2, la pression du liquide caloporteur de la boucle thermique à hautes températures 14c.

Le deuxième clapet anti-retour 25b est donc fermé et fait obstacle au passage du liquide caloporteur à basses températures à travers le deuxième clapet anti-retour 25b vers la deuxième vanne à quatre voies 18b. Sans cet obstacle, le liquide caloporteur à basses températures aspiré par la première pompe à eau 11a aurait contourné le condenseur annexe à
30 liquide caloporteur 24 en traversant la deuxième vanne à quatre voies 18b et serait retourné à la boucle thermique à basses températures 14b vers les équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c via la première vanne quatre voies 18a, sans traverser le condenseur annexe 24.

Ainsi, l'ouverture du premier clapet 25c et la fermeture du deuxième clapet 25b forcent
35 le liquide caloporteur à basses températures provenant du premier clapet 25c à traverser le condenseur annexe à liquide caloporteur 24, en sortie duquel la pression du liquide caloporteur

à basses températures est insuffisante pour lui permettre de traverser la deuxième vanne à quatre voies 18b et de soulever de son siège la partie mobile du deuxième clapet 25b, compte-tenu de la perte de charge du condenseur annexe 24.

5 Le liquide caloporteur à basses températures est ainsi forcé de traverser la première vanne quatre voies 18a, permettant son retour dans la boucle thermique basses températures 14b vers les équipements 10a-10c électriques et/ou électroniques. Ainsi, le condenseur annexe 24 est hydrauliquement connecté à la boucle thermique basses températures 14b en sortie du radiateur 12 et à l'aspiration de la première pompe 11a, alors que la deuxième vanne à quatre 10 voies 18b contourne le condenseur annexe 24 en le déconnectant de la boucle thermique à hautes températures 14c qui est inactive par désactivation de la deuxième pompe à liquide caloporteur 11b. Dans le même temps, la première vanne à quatre voies 18a autorise la traversée du condenseur annexe 24 par le liquide caloporteur à basses températures en sortie du radiateur 12, en reliant la sortie du radiateur 12 à l'entrée du condenseur annexe 24, puis le liquide 15 caloporteur à basses températures en sortie du condenseur annexe 24 à l'aspiration de la première pompe 11a à liquide caloporteur qui le refoule en entrée de la deuxième branche de traitement thermique 22b pour refroidir les équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c.

Ainsi, dans ce troisième mode de fonctionnement, le condenseur annexe à liquide caloporteur 24 est associé à la boucle thermique basses températures 14b en sortie immédiate du radiateur 12 et en amont des autres organes 10a-10c de la motorisation électrique. Le liquide 20 caloporteur à basses températures refroidissant les équipements 10a-10c électriques et/ou électroniques a donc ainsi préalablement été réchauffé par le condenseur annexe 24 lors de sa traversée.

La première vanne trois voies 16c fait contourner le condenseur principal 5 par le fluide réfrigérant qui traverse également le conduit de contournement. Ainsi, la position prise par 25 la première vanne trois voies 16c autorise le passage du fluide réfrigérant en sortie du compresseur 4 dans le condenseur annexe à fluide caloporteur 24, puis pour partie dans le condenseur principal 5.

Le circuit frigorigène 14 ainsi formé dispose alors de deux étages de condensation du fluide réfrigérant : d'abord dans le condenseur annexe 24 refroidi par le liquide caloporteur à 30 basses températures, le plus froid possible puisque prélevé à la sortie du radiateur 12. Puis une partie du fluide réfrigérant issu du condenseur annexe 24 subit une deuxième évaporation à travers le condenseur principal 5, où la chaleur résiduelle est évacuée à l'air extérieur. La condensation du fluide réfrigérant est ainsi améliorée, la performance de réfrigération également, tant au profit du refroidissement de la réserve d'énergie électrique 8 qu'en faveur de la 35 réfrigération de l'habitacle.

Cette opportunité autorise de moindres occurrences de sollicitation du groupe moto-ventilateur affecté au refroidissement du radiateur 12 et du condenseur principal 5, et de délestage du compresseur de climatisation 4, au titre de la priorisation du refroidissement des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c, ou des prestations dynamiques du véhicule tel que par exemple le décollage en pente du véhicule sous des températures extérieures élevées. Cette opportunité offre également, à puissance de condensation identique, de moindres sollicitations dudit groupe moto-ventilateur et du compresseur 4, permettant de réduire leur consommation électrique et donc ainsi d'augmenter l'autonomie énergétique du véhicule.

La quantité de chaleur alors évacuée à l'air extérieur à travers le condenseur principal à air 5 se trouve :

-) soit identique à l'état de l'art présentant un seul condenseur, alors de type à air comme pour le condenseur principal 5, mais alors avec une puissance bien supérieure de condensation, apportée sans augmenter la température de l'air extérieur en aval du condenseur principal 5 qui se trouve être la température de l'air en amont du radiateur 12, donc sans dégrader le potentiel de refroidissement des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c,

-) soit de beaucoup moindre à puissance de condensation identique, ce qui permet, par réduction de la température d'air extérieur en amont du radiateur à basses températures 12, d'améliorer le potentiel de refroidissement des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c : passage à une classe d'échangeur inférieure et/ou diminution de l'occurrence, de la durée et de l'intensité d'actionnement du groupe moto-ventilateur requis à ces titres,

-) soit intermédiaire entre ces deux options extrêmes, par exemple à iso-matériel de refroidissement en façade aérothermique : puissance supérieure de condensation avec une réduction de la température d'air extérieur en amont du radiateur à basses températures 12 qui, sans permettre le gain d'une classe d'échangeurs, permet de réduire la consommation électrique du groupe moto-ventilateur.

Sur la figure 4, il est par exemple encore considéré un quatrième mode de fonctionnement du système d'échange thermique 1, qui présente alors une configuration selon laquelle il est requis :

-) une absence de chauffage de réserve d'énergie électrique 8,
-) un refroidissement équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c,
-) un chauffage de l'habitacle et un désembuage des parois vitrées du véhicule.

Ce quatrième mode de fonctionnement peut se situer chronologiquement à la suite du deuxième mode de fonctionnement lorsqu'il est mis en œuvre, le besoin de réchauffer la réserve d'énergie électrique 8 disparaissant car celle-ci a atteint sa température minimale de fonctionnement optimal, ou être mis en œuvre par le module de commande 15 sans mode de fonctionnement antérieur. Dans ce quatrième mode de fonctionnement, le besoin de refroidissement des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c est assuré de façon

analogue au deuxième mode de fonctionnement et la réfrigération est activée par exemple si, par climat tempéré, il est nécessaire de déshumidifier l'habitacle. L'activation du compresseur 4 et du premier évaporateur 2 permet d'assécher l'air de l'habitacle, simultanément réchauffé afin de maintenir une température adaptée dans l'habitacle.

5 Dans ce mode de fonctionnement, le chauffage de l'habitacle est, de façon préférentielle, assuré de façon analogue à celle mise en œuvre dans le deuxième mode de fonctionnement, via le raccordement fluidique du condenseur annexe à liquide caloporteur 24 à la boucle thermique à hautes températures 14c en entrée de l'aérotherme 20, avec les mêmes
10 bénéfiques en termes de réduction de la consommation électrique, notamment par réduction drastique du recours aux consommateurs que sont alors le réchauffeur 21 et le groupe moto-ventilateur, et au regard du gain en autonomie énergétique du véhicule.

Ainsi, le fluide réfrigérant contourne, via la position de la première vanne trois voies 16c, le condenseur principal 5, ce qui force sa condensation quasiment exclusivement dans le condenseur annexe à liquide caloporteur 24 et ce qui permet, tout en assurant la
15 déshumidification de l'habitacle à travers le premier évaporateur 2, de réchauffer l'habitacle par la chaleur issue du travail de compression prodigué par le compresseur de climatisation 4, récupérée dans le liquide caloporteur à hautes températures traversant le condenseur annexe 24.

Dans ce quatrième mode de fonctionnement, la réserve d'énergie électrique 8 ne
20 requiert pas de refroidissement car sa température n'atteint pas un seuil prédéterminé, par exemple de 30°C. Le deuxième évaporateur 7 est inactif et la vanne on/off 9b condamne la branche associée du circuit frigorigène 14. La troisième vanne quatre voies 18c dissocie la réserve d'énergie électrique 8 de la boucle thermique à hautes températures 14c, en aval de l'aérotherme 20 : la vanne 18c achemine à son issue le liquide caloporteur à hautes températures
25 en entrée du réchauffeur 21, qui est alors inactif, et à l'aspiration de la deuxième pompe à liquide caloporteur 11b, puis à travers la deuxième vanne quatre voies 18b qui renvoie alors le liquide caloporteur en entrée du condenseur annexe 24 pour y être à nouveau réchauffé. Par ailleurs, la deuxième vanne quatre voies 18b contribue également, avec la position alors occupée par la deuxième vanne trois voies 16b et la fermeture des deuxième et troisième vannes trois voies 17b,
30 17c, à la formation de la boucle thermique à très basses températures 14a.

L'activation de la troisième pompe à liquide caloporteur 23 établit au sein de la boucle thermique à très basses températures 14a une circulation minimale de liquide caloporteur à très basses températures nécessaire pour mettre à jour une information fournie par un capteur de la température du liquide caloporteur à très basses températures implanté au sein de la boucle
35 thermique à très basses températures 14a, en entrée ou en sortie de la première branche de traitement thermique 22a, et pour homogénéiser à travers la première branche de traitement

thermique 22a la température en surface de contact avec les composants internes de la réserve d'énergie électrique 8, et permet d'acquérir par un ou plusieurs capteurs de température la température du liquide caloporteur à très basses températures, notamment en sortie de la première branche de traitement thermique 22a.

5 En effet, des gradients thermiques inter- et intra-composants de la réserve d'énergie électrique 8, de 3 à 5°C, doivent être respectés au sein des composants internes de la réserve d'énergie électrique 8, afin de favoriser l'homogénéité de leur vieillissement. La troisième pompe à liquide caloporteur 23 peut également être temporairement désactivée, inhibant ainsi temporairement la circulation de liquide caloporteur dans la boucle thermique à très basses
10 températures 14a, afin d'en réduire la consommation électrique, les températures internes de la réserve d'énergie électrique 8 étant surveillées par des capteurs placés en contact thermique avec certains de ces composants internes, puis réactivée.

Sur la figure 5, il est par exemple encore considéré un cinquième mode de fonctionnement du système d'échange thermique 1, qui présente alors une configuration selon
15 laquelle il est requis :

-) un réchauffement de la réserve d'énergie électrique 8,
-) un refroidissement des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c du véhicule, notamment ceux de la motorisation électrique,
-) un chauffage de l'habitacle et un désembuage des parois vitrées du véhicule.

20 Selon ce cinquième mode de fonctionnement, la réfrigération est là encore activée pour assécher l'air de l'habitacle simultanément réchauffé pour maintenir une température adaptée dans l'habitacle. Le chauffage de l'habitacle est assuré de façon similaire à celle mise en œuvre dans le deuxième mode de fonctionnement. Le condenseur annexe à liquide caloporteur 24 est connecté à la boucle thermique à hautes températures 14c en série et en
25 entrée de l'aérotherme 20.

Le fluide réfrigérant contourne le condenseur principal 5 et sa condensation est forcée dans le condenseur annexe 24 afin de déshumidifier l'habitacle tout en le réchauffant par la chaleur issue du travail de compression prodigué par le compresseur de climatisation 4, récupérée dans le liquide caloporteur à hautes températures à travers le condenseur annexe 24.
30 La réserve d'énergie électrique 8 requérant d'être réchauffée, le deuxième évaporateur 7 est désactivé, en particulier via la désactivation du deuxième détendeur 3b qui lui est associé et la position fermée de la vanne on/off 9b.

Comme dans le quatrième mode de fonctionnement, la troisième vanne quatre voies
35 18c dissocie de la boucle thermique à hautes températures 14c la réserve d'énergie électrique 8. La boucle thermique à hautes températures 14c constituée par l'association en série du

réchauffeur 21 alors préférentiellement inactif, de la deuxième vanne quatre voies 18b, du condenseur annexe à liquide caloporteur 24, de l'aérotherme 20, et de la troisième vanne quatre voies 18c, est mis en action par l'activation de la deuxième pompe à liquide caloporteur 11b.

5 Ce cinquième mode de fonctionnement procure une mise à profit des pertes thermiques dissipées au liquide caloporteur de la boucle thermique à basses températures 14b par les équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c alors en fonctionnement, pour participer à la propulsion et/ou à la traction du véhicule.

10 La réserve d'énergie électrique 8 et la boucle thermique à très basses températures 14a sont ainsi connectées à la boucle thermique à basses températures 14b alors configurée pour dissiper à la réserve d'énergie électrique 8 les calories absorbées dans le liquide caloporteur à basses températures à travers les équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c, sans les dissiper à l'air extérieur à travers le radiateur 12.

A cet effet :

15 -) la troisième vanne à quatre voies 18c et la position alors occupée par la deuxième vanne trois voies 16b isolent la boucle thermique à basses températures 14b de la boucle thermique à hautes températures 14c,

-) la première vanne on/off 17a et la troisième vanne on/off 17c restent fermées et contribuent à déconnecter, avec la position également prise par la troisième vanne trois voies 16a, le radiateur 12 de la boucle thermique à basses températures 14b,

20 -) la première pompe à liquide caloporteur 11a est désactivée, et

-) la troisième vanne trois voies 16a connecte la sortie de la deuxième branche de traitement thermique 22b affectée au traitement thermique des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c, à l'entrée de la première branche de traitement thermique 22a de la réserve d'énergie électrique 8.

25 L'activation de la troisième pompe à liquide caloporteur 23 aspire via les vannes trois voies 16, 16b le liquide caloporteur à basses températures à travers la deuxième branche de traitement thermique 22b, dans un sens de circulation inverse à celui mis en œuvre conventionnellement, et le refoule au sein de la première branche de traitement thermique 22a de la réserve d'énergie électrique 8. Par suite, les calories absorbées dans le liquide caloporteur
30 à basses températures à travers les équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c sont dissipées à la réserve d'énergie électrique 8 et contribuent ainsi à son réchauffage.

35 La troisième vanne on/off 17c condamne la sortie de la première branche de traitement thermique 22a vers le deuxième évaporateur 7. L'aspiration du liquide caloporteur fournie par la troisième pompe 23 à travers la deuxième vanne trois voies 16b et l'ouverture de la deuxième vanne on/off 17b, orientent le liquide caloporteur à basses températures en sortie de la première branche de traitement thermique 22a en direction du radiateur 12 à basses

températures que le liquide caloporteur ne peut traverser puisque tous les passages sont condamnés, d'une part par la fermeture de la première vanne on/off 17a qui interdit alors une aspiration du liquide caloporteur par la troisième pompe 23, d'autre part par la position prise par la vanne trois voies 16a, et enfin en désactivant la première pompe à liquide caloporteur 11a.

5 Aussi, le liquide caloporteur à basses températures refoulé par la troisième pompe 23 en sortie de la première branche de traitement thermique 22a est dirigé à l'entrée de la deuxième branche de traitement thermique 22b en contournant le radiateur à basses températures 12, sans ainsi y dissiper les calories résiduelles encore présentes dans le liquide caloporteur à basses températures en sortie de la première branche de traitement thermique 22a.

10 Tant que sa température reste inférieure à un seuil intermédiaire entre ses deux seuils de température évoqués précédemment, la réserve d'énergie électrique 8, par la première branche de traitement thermique 22a et son importante capacité thermique, accumule la chaleur dissipée par les équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c et se substitue donc au moins temporairement au radiateur à basses températures 12 en en assurant le refroidissement
15 sans évacuer à l'air extérieur les calories qui sont ainsi récupérées et non plus gaspillées.

Sur la figure 6, il est par exemple encore considéré un sixième mode de fonctionnement du système d'échange thermique 1, qui présente alors une configuration selon laquelle il est requis :

-) une absence de traitement thermique de la réserve d'énergie électrique 8,
- 20 -) un refroidissement des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c du véhicule, notamment ceux de la motorisation électrique,
-) une absence de chauffage de l'habitacle et/ou une réfrigération de l'habitacle modérée.

Dans ce sixième mode de fonctionnement, le circuit frigorigène 14 procure la réfrigération de l'habitacle du véhicule. Le compresseur de climatisation 4 et le premier
25 évaporateur 2 sont activés, ce dernier en particulier via l'activation du détendeur 3a et l'ouverture de la vanne on/off 9a associée. Le deuxième évaporateur 7 est désactivé en l'absence de besoin de refroidir la réserve d'énergie électrique 8, en particulier via la désactivation du détendeur 3b et la fermeture de la vanne on/ff 9b associés. La boucle thermique à très basses températures 14a est mise en œuvre de façon analogue au quatrième mode de fonctionnement et aux mêmes
30 fins, via la troisième pompe à liquide caloporteur 23 susceptible d'être au besoin activée et via les positions prises par la troisième vanne quatre voies 18c ainsi que les vannes trois voies 16a, 16b et les première et deuxième vannes on/off 17a, 17b, qui isolent la réserve d'énergie électrique 8 de la boucle thermique à hautes températures 14c et la boucle thermique à basses températures 14b, et par la troisième vanne on/off 17c qui condamne l'accès du liquide
35 caloporteur à très basses températures au deuxième évaporateur 7.

Comme ce qui est réalisé selon le troisième mode de fonctionnement, la configuration alors prise par la première vanne à quatre voies 18a selon ce sixième mode de fonctionnement, connecte hydrauliquement, par l'intermédiaire des clapets 25c, 25b et de la première pompe à liquide caloporteur à basses températures 11a, le condenseur annexe 24 à la boucle thermique basses températures en sortie du radiateur 12, à l'aspiration du liquide caloporteur par la première pompe 11a et en amont des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c, de sorte que le liquide caloporteur à basses températures refroidissant les équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c a préalablement été réchauffé par le condensateur annexe 24 à sa traversée.

La boucle thermique à hautes températures 14c est dans le même temps désactivé en l'absence de besoin de chauffage de l'habitacle. Le réchauffeur 21 et la deuxième pompe à liquide caloporteur à hautes températures 11b sont désactivés. La deuxième vanne quatre voies 18b fait contourner le condenseur annexe 24 au liquide caloporteur à hautes températures et le déconnecte de la boucle thermique à hautes températures 14c inactive. Les troisièmes vannes quatre voies 18c et on/off 17c contribuent à former la boucle thermique à très basses températures 14a. En variante, la survenue entretemps d'un faible besoin de chauffage, par exemple pour réguler la température de l'habitacle à une consigne déterminée nécessitant de refroidir et réchauffer en même temps l'air entrant dans l'habitacle, le module de commande configure le système d'échange thermique 1 selon le quatrième mode de fonctionnement.

Selon le sixième mode de fonctionnement, le contournement du condenseur principal 5 par le fluide réfrigérant, via la position de la première vanne trois voies 16c, en force la condensation dans le condensateur annexe 24 refroidi par le liquide caloporteur de la boucle thermique 14b à basses températures en sortie du radiateur 12. Ainsi, dans ce mode de fonctionnement, le groupe moto-ventilateur est très peu voire pas du tout activé, permettant de réduire voire d'annuler sa consommation électrique et donc d'augmenter l'autonomie du véhicule, et de fortement réduire, par le contournement du condenseur principal 5 par le fluide réfrigérant, la quantité de chaleur alors évacuée à l'air extérieur et pénétrant en sous capot du véhicule, et notamment la température de l'air extérieur en amont du radiateur 12 assurant également le refroidissement des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c.

Sur la figure 7, il est par exemple encore considéré un septième mode de fonctionnement du système d'échange thermique 1. Le véhicule étant sous conditions climatiques à températures chaudes, le système d'échange thermique 1 présente une configuration selon laquelle il est requis un refroidissement de la réserve d'énergie électrique 8, notamment modéré, un refroidissement des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c et un rafraîchissement de l'habitacle du véhicule.

Dans ce septième mode de fonctionnement, le circuit frigorifique 14 est actif afin d'assurer le besoin important de réfrigérer l'habitacle du véhicule. La réserve d'énergie électrique 8 fournit l'énergie électrique requise pour le roulage du véhicule et la réfrigération (compresseur de climatisation 4 et groupe moto-ventilateur électrique). Le premier évaporateur 2 est activé (détendeur 3a actif et vanne on/off 9a ouverte) mais pas le deuxième évaporateur 7 qui reste alors inactif (détendeur 3b désactivé, vanne on/off 9b fermée) malgré le besoin de refroidir la réserve d'énergie électrique 8.

Le fluide réfrigérant contourne majoritairement le condenseur principal 5 grâce à la première vanne trois voies 16c qui, en autorisant le passage de fluide réfrigérant dans le condenseur annexe à liquide caloporteur 24 puis dans le condenseur à air 5, dote le circuit frigorifique 14 de deux étages de condensation : d'abord dans le condenseur annexe 24, refroidi par le liquide caloporteur de la boucle thermique à basses températures 14b en sortie du radiateur 12, puis au sein du condenseur à air 5 qui évacue la chaleur résiduelle du fluide réfrigérant à l'air extérieur.

La performance de condensation est ainsi améliorée, au profit de la réfrigération de l'habitacle, avec les bénéfices déjà évoqués en termes d'autonomie du véhicule, de confort thermique et acoustique dans l'habitacle, de refroidissement du radiateur 12 et du liquide caloporteur de la boucle thermique à basses températures 14b, et de dynamique du véhicule.

La configuration alors prise par la première vanne quatre voies 18a connecte hydrauliquement le condenseur annexe 24 à la boucle thermique à basses températures 14b en sortie du radiateur 12 et à l'aspiration de la première pompe à liquide caloporteur 11a, tandis que la deuxième vanne quatre voies 18b déconnecte le condenseur annexe 24 de la boucle thermique hautes températures 14c qui dans cette situation est inactive par désactivation de la deuxième pompe à liquide caloporteur à hautes températures 11b.

La première pompe 11a refoule le liquide caloporteur à basses températures issu du condenseur annexe 24 en entrée de la deuxième branche de traitement thermique 22b. Ainsi, dans ce mode de fonctionnement, le condenseur annexe 24 est associé à la boucle thermique basses températures 14b, en sortie du radiateur 12 et en amont des autres organes 10a-10c de la motorisation électrique : le liquide caloporteur basses températures refroidissant les équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c a donc ainsi préalablement été réchauffé par le condenseur annexe 24 à sa traversée.

Dans ce mode de fonctionnement, la réserve d'énergie électrique 8 est refroidie par le liquide caloporteur à basses températures prélevé en sortie du radiateur 12, en une branche de la boucle thermique à basses températures 14b disposée en parallèle de celle assurant le refroidissement du condenseur annexe 24 et des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c.

Plus particulièrement, l'alimentation de la branche de refroidissement de la réserve d'énergie électrique 8 par le liquide caloporteur à basses températures en sortie du radiateur 12 se trouve sur la boucle thermique à basses températures 14b, en amont de celle de refroidissement du condenseur annexe à liquide caloporteur 24 et des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c, de sorte que le liquide caloporteur à basses températures refroidissant la réserve d'énergie électrique 8 soit alors prélevé immédiatement en sortie du radiateur à basses températures 12, sans avoir été préalablement réchauffé par le condenseur annexe 24. La réserve d'énergie électrique 8 et le condenseur annexe 24 sont refroidis par le liquide caloporteur le plus froid de la boucle thermique à basses températures 14b.

10 A cette fin, la boucle thermique très basses températures 14a est donc connectée à la boucle thermique à basses températures 14b en une branche de liquide caloporteur à basses températures disposée en parallèle de celle assurant le refroidissement du condenseur annexe 24 et des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c.

15 Pour ce faire, les positions prises par la troisième vanne à quatre voies 18c et par la deuxième vanne trois voies 16b isolent la boucle thermique à très basses températures 14a de la boucle thermique à hautes températures 14c. La troisième vanne on/off 17c inhibe la sortie de la première branche de traitement thermique 22a vers le deuxième évaporateur 7. La première vanne trois voies 16a soustrait le refoulement de la première pompe 11a à l'aspiration de la troisième pompe 23 et l'ouverture des premières et deuxièmes vannes on/off 17a, 17b connecte 20 la première branche de traitement thermique 22a à la boucle thermique à basses températures 14b en entrée et en sortie du radiateur 12.

Ainsi, l'activation de la troisième pompe 23 ne peut aspirer que le liquide caloporteur à basses températures en sortie du radiateur 12 et en amont de la première vanne quatre voies 18a, de par la position des premières et deuxièmes vannes trois voies 16a, 16b et des première et troisième vannes on/off 17a, 17c, et le refoule vers la première branche de traitement thermique 22a pour y absorber les calories dissipées par le fonctionnement de la réserve d'énergie électrique 8. En sortie de la première branche de traitement thermique 22a, le liquide caloporteur à basses températures est refoulé via la deuxième vanne on/off 17b, la position de la troisième vanne quatre voies 18c, de la deuxième vanne trois voies 16b et de la troisième vanne on/off 17c, 30 le privant des autres issues sur les boucles thermiques basses températures 14b et très basses températures 14a, en entrée du radiateur 12 pour y évacuer à l'air extérieur les calories précédemment dissipées par la réserve d'énergie électrique 8.

Ainsi, la réserve d'énergie électrique 8 d'une part, le condenseur annexe à liquide caloporteur 24 et les équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c d'autre part, sont 35 disposés au sein de la boucle thermique à basses températures 14b sur deux branches en parallèle, chacune animée par sa propre pompe à liquide caloporteur : pompe 23 pour le

refroidissement de la réserve d'énergie électrique 8 et pompe 11a pour le refroidissement du condenseur annexe 24 et des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c.

5 Par ce septième mode de fonctionnement, la boucle thermique à basses températures 14b satisfait un besoin modéré de refroidissement de la réserve d'énergie électrique 8. Si ce besoin s'avère plus important, le module de commande 15 commande la mise en œuvre du troisième mode de fonctionnement. Par ailleurs, en cas de besoin de chauffage de l'habitacle tel que par exemple pour un désembuage, alors le réchauffeur 21 électrique et la deuxième pompe 11b sont mis en service, activant la circulation du liquide caloporteur à hautes températures dans la boucle thermique hautes températures 14c à travers l'aérotherme 20.

10 Viennent d'être décrites les configurations les plus significatives du système d'échange thermique 1. Il est subsidiairement décrit différents autres cas selon les conditions climatiques auxquelles est soumis le véhicule :

15 -) Température extérieure \leq seuil_1 de Température, par ex -10°C , selon lequel cas le circuit frigorigène 14 est inactif et le réchauffeur 21 est activé pour le chauffage de l'habitacle, selon les cas au dépend de l'autonomie du véhicule, en une boucle thermique à hautes températures 14c reliant le réchauffeur 21 à l'aérotherme 20 afin de fournir à l'habitacle les calories dissipées au liquide caloporteur à hautes températures, si la température de l'air de l'habitacle et/ou la température du liquide caloporteur à hautes températures à l'entrée de l'aérotherme 20 le requiert ; il peut alors être avantageux de dissiper les calories résiduelles en sortie de l'aérotherme 20 et en amont du réchauffeur 21 à la réserve d'énergie électrique 8, pour en accélérer le réchauffage,

20 -) seuil_1 < Température extérieure < seuil_2, selon lequel le moyen de chauffage additionnel 21 est actif avec une configuration de la boucle thermiques à hautes températures 14c connectant le réchauffeur 21 à l'aérotherme 20 et optionnellement à la réserve d'énergie électrique 8, si il est opportun de consacrer la totalité du réchauffage du fluide réfrigérant à hautes températures ainsi prodigué au chauffage de l'habitacle et au pré-conditionnement thermique de la réserve d'énergie électrique 8. Le circuit frigorigène 14 est inactif.

25 -) seuil_2 < Température extérieure < seuil_3 et Température extérieure \geq seuil_3 ont été décrits plus haut.

30 En variantes sont admises les configurations ci-après :

35 -) Telle que le module de commande 15 commande la mise en œuvre du deuxième mode de fonctionnement et que, notamment, le condenseur annexe à liquide caloporteur 24 est relié à la boucle thermique hautes températures 14c de sorte à récupérer, dans le liquide caloporteur à hautes températures traversant le condenseur annexe 24, la chaleur issue du travail de compression du fluide réfrigérant prodigué par le compresseur de climatisation 4 puis la diffuser à l'air habitacle et à la réserve d'énergie électrique 8, l'ordre de circulation du liquide caloporteur à hautes températures décrite selon le deuxième mode de fonctionnement HT° (condenseur

annexe 24 en tant que source chaude => aérotherme 20 => réserve d'énergie électrique 8) en une association en série, soit différent selon la hiérarchisation des prestations véhicules associées : condenseur annexe 24 => réserve d'énergie électrique 8 => aérotherme 20 associés en série ou en parallèle.

5 -) Telle que la source froide pour refroidir le condenseur annexe à liquide caloporteur 24 n'est pas uniquement la boucle thermique à basses températures 14b (plus particulièrement le liquide caloporteur à basses températures en sortie du radiateur 12), mais peut aussi être la boucle thermique à très basses températures 14a et la réserve d'énergie électrique 8, par leur capacité thermique élevée et leur faible niveau de température. Cette variante permet une
10 moindre sollicitation de la boucle thermique à basses températures 14b et une meilleure disponibilité du condenseur annexe 24 pour condenser le fluide réfrigérant. Ainsi, cette variante autorise notamment différents modes de fonctionnement préférentiels tels que :

i) Dans un premier mode spécifique, le condenseur annexe 24 et la réserve d'énergie électrique 8 sont connectés hydrauliquement au sein de la même boucle thermique à très basses
15 températures 14a dont le liquide caloporteur est mû par l'activation de la troisième pompe 23 pour, soit récupérer dans le liquide caloporteur à très basses températures à travers le condenseur annexe 24 la chaleur issue de la compression du fluide réfrigérant et réchauffer la réserve d'énergie électrique 8, soit dédier l'inertie et la capacité thermiques de la boucle
20 thermique à très basses températures 14a (volume de liquide caloporteur dans la boucle thermique à très basses températures 14a et dans la première branche de traitement thermique 22a de la réserve d'énergie électrique 8, la réserve d'énergie électrique 8 elle-même) au profit du refroidissement du condenseur annexe 24, tant que la réserve d'énergie électrique 8 ne requiert pas d'être refroidie.

ii) Dans un deuxième mode spécifique, le condenseur annexe à liquide caloporteur 24
25 et la réserve d'énergie électrique 8 sont également connectés hydrauliquement au sein de la boucle thermique à très basses températures 14a, qui porte cette fois-ci le deuxième évaporateur 7. Le circuit frigorigène 14 est activé via le premier évaporateur 2 afin de réfrigérer l'habitacle et via le deuxième évaporateur 7 pour refroidir la réserve d'énergie électrique 8. Ainsi le liquide caloporteur à très basses températures admis dans la première branche de traitement thermique
30 22a de la réserve d'énergie électrique 8 à une température de l'ordre de 10 à 20°C, qui en ressort à une température d'au plus 40°C à 45°C, est encore à l'issue de la réserve d'énergie électrique 8 à une température suffisamment basse pour assurer le refroidissement du condenseur annexe 24.

iii) Dans un troisième mode spécifique, le condenseur annexe 24 est dissocié de la
35 boucle thermique à très basses températures 14a pour laisser la réserve d'énergie électrique 8 connectée hydrauliquement au seul deuxième évaporateur 7, et est connecté à la boucle thermique à basses températures 14b en sortie du radiateur 12. Ainsi, la réserve d'énergie

électrique 8 est connectée hydrauliquement au deuxième évaporateur 7 au sein de la boucle thermique à très basses températures 14a dont le liquide caloporteur à très basses températures est mû par l'activation de la troisième pompe 23, tandis que le condenseur annexe 24 est alors relié hydrauliquement à la boucle thermique à basses températures 14b en sortie du radiateur 12 dont le liquide caloporteur à basses températures est mû par l'activation de la première pompe 11a. Ce mode de fonctionnement permet alors la mise en œuvre du troisième mode de fonctionnement du système d'échange thermique 1 par le module de commande 15.

5
10
15
-) Telle que le condenseur annexe à liquide caloporteur 24 est associé à la boucle thermique à basses températures 14b sur une branche en parallèle de celle portant les équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c et de celle assurant le refroidissement à basses températures de la réserve d'énergie électrique 8, de sorte que dans certains modes de fonctionnement du système d'échange thermique 1 alors mis en œuvre, par exemple dans les troisième, sixième et septième modes de fonctionnement, le liquide caloporteur à basses températures refroidissant les équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c ne soit pas préalablement réchauffé par le condenseur annexe 24 à sa traversée.

15
-) Telle que le module de commande 15 est relié à un capteur d'humidité de sorte que la fonction de déshumidification de l'habitacle et les modes de fonctionnement associés ne sont activés qu'en cas d'humidité effective et non de manière systématique uniquement en fonction de la température extérieure.

20
-) Telle que les vannes quatre voies 18a-18c sont chacune remplacées par deux vannes on/off de même type que les vannes 17a-17c.

25
-) Telle que les moyens de connexion / déconnexion de la boucle thermique à très basses températures 14a à la boucle thermique à basses températures 14b, à savoir la deuxième vanne on/off 17b, la première vanne on/off 17a, la troisième vanne on/off 17c, la première vanne trois voies 16a, la deuxième vanne trois voies 16b et la troisième vanne quatre voies 18c sont regroupées en une seule vanne distributrice assurant les mêmes fonctionnalités.

30
-) Telle que les moyens de connexion et de déconnexion fluide du condenseur annexe 24 à la boucle thermique à hautes températures 14c ou bien à la boucle thermique à basses températures 14b sont absents par exemple pour des motifs économiques.

30
-) Telle que les vannes on/off 9a, 9b disposées sur les branches en parallèle du circuit frigorigène 14 portant chacune un des premier 2 ou deuxième 7 évaporateurs, peuvent être intégrées chacune à chacun des deux détendeurs 3a, 3b respectifs, formant alors un même composant disposé sur chacune de ces branches en parallèle.

35
-) Telle la première pompe à eau 11a se trouve en sortie immédiate du radiateur 12, en amont de la dérivation disposant en parallèle, dans le septième mode de fonctionnement, la branche de la boucle thermique à basses températures 14b refroidissant la réserve d'énergie électrique 8 (la boucle thermique à très basses températures 14a étant alors connectée à la

boucle thermique à basses températures 14b) avec la branche de la boucle thermique à basses températures 14b refroidissant les équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c, plutôt que, comme selon le septième mode de fonctionnement, installée sur la branche de refroidissement des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c.

5 -) Telle que le moyen de contournement (vanne 16c, conduit de contournement) sélectif par le fluide réfrigérant du condenseur principal 5, sous contrôle du module de commande 15, est absent, de sorte que le condenseur principal 5 soit disposé en série et en aval du condenseur annexe 24, sans qu'aucune vanne trois voies 16c ni aucune branche de contournement placée en parallèle du condenseur principal 5 ne soit présente, et telle que la condensation du fluide
10 réfrigérant au sein du condenseur principal 5 soit inhibée par l'obturation des entrées d'air en face avant du véhicule, par exemple par la fermeture de volets disposés en face avant du véhicule en amont du module de façade aérothermique et notamment du condenseur principal 5 dans le sens de l'écoulement de l'air depuis l'extérieur du véhicule à travers les échangeurs thermiques (condenseur à air 5, radiateur 12) disposés en face avant du véhicule.

15 -) Telle que le circuit frigorigène dispose additionnellement, entre l'amont (en sortie du compresseur de climatisation 4) et l'aval du condenseur annexe à liquide caloporteur 24, un conduit de contournement du condenseur annexe 24 optionnellement activé sélectivement par une vanne trois voies de même type que la vanne 16c et contrôlée par le module de commande 15.

20 La première vanne quatre voies 18a, la deuxième vanne quatre voies 18b et la troisième vanne quatre voies 18c autorisent dans la majorité des modes de fonctionnement une double circulation de liquide caloporteur en leur sein sans qu'il y ait transfert thermique entre les fractions de liquide caloporteur traversant leurs voies à travers le clapet de commutation.

25 Chacun des modes de fonctionnement (ainsi que de leur combinaison), peuvent être mis en œuvre en toutes situations en fonction de :

30 -) l'état thermodynamique de chacune des boucles thermiques 14a, 14b, 14c ;
 -) l'état thermique des différents organes de la motorisation électrique, notamment la réserve d'énergie électrique 8, les équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c dont le(s) moteur(s) électrique(s), de l'état de l'environnement extérieur prenant par exemple en compte la
30 température extérieure, l'ensoleillement et/ou l'hygrométrie ;

35 -) des logiques de commande acquérant des informations via différents capteurs associés au module de commande 15 pilotant notamment les différents actionneurs, tels que par exemple des volets d'entrées d'air en face avant du véhicule et/ou des volets de distribution de l'installation de conditionnement d'air dans l'habitacle, et fournissant des données à un calculateur dédié ou stockées dans un ou plusieurs calculateurs assurant d'autres fonctions du véhicule,

 -) des souhaits directement ou indirectement exprimés par l'utilisateur du véhicule, tel que par exemple les commandes de la mise en œuvre du système de conditionnement d'air comme

le chauffage, la réfrigération, le désembuage, et/ou le type de roulage, et/ou la recharge de la réserve d'énergie électrique 8 depuis une source d'énergie externe au véhicule, et/ou le pré-conditionnement thermique de l'habitacle, etc.

5 Plus particulièrement, même en l'absence de progression du véhicule, le système de traitement thermique 1 peut adopter différents modes de fonctionnement conformément aux trois modes spécifiques qui viennent d'être décrits, considérés isolément ou en combinaison.

10 Par exemple sur la figure 8, il est considéré une phase de rechargement de la réserve d'énergie électrique 8 depuis une source d'énergie extérieure au véhicule, selon un huitième mode de fonctionnement formant une variante du sixième mode de fonctionnement précédemment décrit.

15 La recharge est dite lente lorsqu'elle s'effectue depuis le réseau domestique, à une puissance de quelques kW. La recharge lente peut donc durer plusieurs heures, en fonction de la capacité de la réserve d'énergie électrique 8. Le chargeur remplit sa fonction de conversion du courant aux caractéristiques fournies par le réseau domestique en un courant de caractéristiques requises par la réserve d'énergie électrique 8 et un onduleur regroupe au moins un convertisseur de courant pour en adapter les caractéristiques fournies par le réseau domestique aux besoins requis par les composants alimentés en très basse tension (12V ou jusqu'à 48V). Leur fonctionnement requiert leur refroidissement dans toutes les conditions : la boucle thermique de liquide caloporteur à basse température est activée, notamment via la pompe 11a.

20 En recharge lente, la réserve d'énergie électrique 8 peut ne pas nécessiter d'être traitée thermiquement, selon sa température initiale, la température de son environnement, notamment selon son emplacement à bord du véhicule comme par exemple sous caisse, dans l'habitacle ou dans le coffre, l'intensité du courant qu'elle admet, l'évolution de son état de charge : la troisième pompe 23 est alors inactive.

25 En revanche, une circulation du liquide caloporteur à très basses températures au sein de la réserve d'énergie électrique 8 peut être nécessaire durant la phase de recharge lente afin d'homogénéiser les températures au sein de la première branche de traitement thermique 22a et des composants internes de la réserve d'énergie électrique 8 et afin de surveiller la température du liquide caloporteur à très basses températures en sortie de la première branche de traitement thermique 22a. La troisième pompe 23 est alors activée.

30 Dans ce cas, le circuit frigorigène 14 et la boucle thermique de liquide caloporteur à hautes températures 14c sont inactives, en particulier la troisième vanne trois voies 16a obture le conduit de contournement du condenseur à air 5. Le liquide caloporteur à basses températures circulant dans la boucle thermique à basses températures 14b par l'activation de la première pompe à eau 11a contourne via la première vanne quatre voies 18a le condenseur annexe à liquide caloporteur 24 et la réserve d'énergie électrique 8 via la première vanne trois voies 16a,

la deuxième vanne trois voies 16b, la deuxième vanne on/off 17b, la première vanne on/off 17a et la troisième vanne on/off 17c. La boucle thermique à très basses températures 14a est alors dissociée de la boucle thermique à basses températures 14b.

5 Sur la figure 9, il est considéré une nécessité de refroidir la réserve d'énergie électrique 8 et il est mis en œuvre un neuvième mode de fonctionnement, selon une variante du septième mode de fonctionnement précédemment décrit.

De même que selon le huitième mode de fonctionnement, le circuit frigorigène 14 et la boucle thermique à hautes températures 14c sont inactifs. La troisième vanne trois voies 16a obture le conduit de contournement du condenseur à air 5 et la première vanne quatre voies 18a
10 fait contourner le condenseur annexe 24 au liquide caloporteur à basses températures à travers la boucle thermique à basses températures 14b qui adopte par ailleurs la même configuration que dans le septième mode de fonctionnement précédemment décrit. La réserve d'énergie électrique 8 est alors refroidie par le liquide caloporteur à basses températures prélevé en sortie du radiateur 12, en une branche de la boucle thermique à basses températures 14b disposée en
15 parallèle de celle assurant le refroidissement des équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c. La réserve d'énergie électrique 8 et un premier équipement électrique, par exemple un chargeur, sont alors refroidis par le liquide caloporteur le plus froid de la boucle thermique à basses températures 14b.

L'activation d'un groupe moto-ventilateur procure le débit d'air extérieur à travers le
20 radiateur 12 nécessaire à l'évacuation des calories absorbées dans le liquide caloporteur à basses températures à travers la deuxième branche de traitement thermique 22b et la première branche de traitement thermique 22a de refroidissement de la réserve d'énergie électrique 8.

Toujours en recharge lente, si l'environnement extérieur, notamment selon la température ambiante, ne permet pas d'évacuer via le radiateur 12 les calories dissipées par la
25 réserve d'énergie électrique 8 et les équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c au liquide caloporteur à basses températures, le module de commande 15 :

-) soit autorise la température de la réserve d'énergie électrique 8 dépasser le seuil de température limite de la réserve d'énergie électrique 8 requis, puisqu'il s'agit alors d'un dépassement limité à 2 à 3°C au plus, et alors de ne mettre en œuvre aucun mode de
30 fonctionnement supplémentaire en conservant la mise en œuvre du neuvième mode de fonctionnement,

-) soit adopte un dixième mode de fonctionnement.

Sur la figure 10, le dixième mode de fonctionnement est une variante du troisième mode de fonctionnement précédemment décrit. La réfrigération de l'habitacle est alors inactive,
35 via la désactivation du premier évaporateur 2, du détendeur 3a et de la vanne on/off 9a qui lui sont associés, sauf si la recharge lente de la réserve d'énergie électrique 8 survient dans ces

conditions en même temps qu'un pré-conditionnement thermique de l'habitacle en mode réfrigération.

5 Ainsi, le circuit frigorifique 14 est activé et la première vanne secondaire 16c prend la position permettant au fluide réfrigérant de contourner le condenseur à air 5, de sorte à réaliser la condensation du fluide réfrigérant exclusivement au sein du condenseur annexe à liquide caloporteur 24 pour réduire voire annuler le recours au groupe moto-ventilateur, source importante de bruit et de consommation électrique.

10 Le deuxième évaporateur 7, en connexion hydraulique via la boucle thermique à très basses températures 14a avec la réserve d'énergie électrique 8, est activé via notamment le détendeur 3b et la vanne on/off 9b associés, et le premier évaporateur 2 est désactivé sauf si un pré-conditionnement de l'habitacle en mode réfrigération est en cours. Le condenseur annexe 24 est alors connecté à la boucle thermique à basses températures 14b. L'atteinte d'un seuil prédéterminé de température du liquide caloporteur à basses températures en entrée du condenseur annexe 24 ou en entrée du premier équipement électrique, ou de température et/ou
15 de pression du fluide réfrigérant, nécessite malgré tout la mise en œuvre du groupe moto-ventilateur, mais alors avec une occurrence fortement réduite, grâce à la capacité calorifique et à la masse volumique du liquide caloporteur qui est supérieure à celles de l'air extérieur, qui est désactivé avec une hystérésis prédéterminée.

20 La recharge rapide de la réserve d'énergie électrique 8 permet de lui restituer un certain niveau de son énergie utile, de l'ordre de 80%, sur une durée de l'ordre de 20 à 30 minutes. En conséquence, la puissance électrique de charge de la réserve d'énergie électrique 8 est importante, de l'ordre de plusieurs dizaines à quelques centaines de kW. Ceci provoque son fort réchauffement, si bien que son refroidissement est impératif, soit tout au long et en même temps que la recharge rapide proprement dite, soit de sorte à atteindre une température des composants
25 internes de la réserve d'énergie électrique 8 suffisamment basse avant la recharge rapide proprement dite, mais sans toutefois en altérer l'acceptation en courant, plus faible à mesure que la température de la réserve d'énergie électrique 8 descend sous un seuil de température prédéterminé, de sorte à ne plus alors avoir à refroidir pendant la recharge proprement dite.

30 Le chargeur à bord du véhicule est inactif mais la transformation des caractéristiques du courant fournies par la source extérieure, telle qu'une borne de charge rapide, aux besoins requis par les composants alimentés en très basse tension, de l'ordre compris entre 12V à 48V, requiert l'activation de la boucle thermique à basses températures 14b pour refroidir les équipements électriques et/ou électroniques 10a-10c impliqués, tel que par exemple un onduleur et/ou un convertisseur de courant.

35 En phase de pré-conditionnement thermique de l'habitacle, alors que le véhicule est toujours connecté à une source d'énergie externe au véhicule, tel que le réseau domestique à

une puissance de quelques kW, selon qu'il s'agisse du mode de chauffage ou celui de réfrigération de l'habitacle, le chargeur convertit les caractéristiques du courant fourni par le réseau domestique en un courant de caractéristiques requises par la réserve d'énergie électrique 8, que le convertisseur de courant de l'onduleur adapte à son tour, sans que préférentiellement ce courant n'alimente la réserve d'énergie électrique 8, aux besoins requis par les composants électriques alimentés en très basse tension, de l'ordre compris entre 12V et 48V. Le fonctionnement desdits composants requiert leur refroidissement dans toutes les conditions. La boucle thermique à basses températures 14b est alors activée, notamment via la première pompe à liquide caloporteur 11a.

10 Sur la figure 11, il est considéré un onzième mode de fonctionnement au regard des modalités de traitement thermique de l'habitacle du véhicule par l'installation de conditionnement d'air.

En mode de chauffage de l'habitacle du véhicule, la boucle thermique à hautes températures 14c est mise en œuvre notamment via l'activation de la deuxième pompe à liquide caloporteur 11b. Le réchauffeur 21 électrique, par exemple de type CTP, est activé et dissipe les calories générées par effet Joule dans le liquide caloporteur à hautes températures que la deuxième vanne quatre voies 18b refoule à travers l'aérotherme 20 en déconnectant le condenseur annexe à liquide caloporteur 24 de la boucle thermique à hautes températures 14c.

Si dans cette situation il apparaît pertinent d'également pré-conditionner thermiquement la réserve d'énergie électrique 8, alors la troisième vanne quatre voies 18c connecte la boucle thermique à très basses températures 14a à la boucle thermique à hautes températures 14c, de sorte que les calories résiduelles encore présentes dans le liquide caloporteur à hautes températures en sortie de l'aérotherme 20 traverse la première branche de traitement thermique 22a de la réserve d'énergie électrique 8, la troisième pompe à liquide caloporteur 23 active ou non selon l'obtention d'un débit de liquide caloporteur à hautes températures minimal à travers l'aérotherme 20 et/ou la première branche de traitement thermique 22a.

S'il n'est dans ce cas pas nécessaire de déshumidifier l'habitacle, le circuit frigorigène 14 est alors désactivé. La première vanne secondaire 16c obture le conduit de contournement du condenseur à air 5 et le condenseur annexe à liquide caloporteur 24 est déconnecté de la boucle thermique à basses températures 14b, via la première vanne quatre voies 18a, et de la boucle thermique à hautes températures 14c, via la deuxième vanne quatre voies 18b qui connecte la sortie du réchauffeur 21 à l'entrée de l'aérotherme 20, de sorte que le onzième mode de fonctionnement est mis en œuvre comme illustré.

35 En cas de besoin d'en même temps déshumidifier l'habitacle, le deuxième mode de fonctionnement précédemment décrit est mis en œuvre, le module de commande 15 activant

alors préférentiellement le réchauffeur 21 électrique dont l'effet de chauffage est complété par la mise en œuvre du condenseur annexe à liquide caloporteur 24. Dans les deux cas, si le besoin de réchauffage de la réserve d'énergie électrique 8 est absent ou disparaît, la troisième vanne quatre voies 18c adopte une position qui déconnecte la boucle thermique à très basses températures 14a de la boucle thermique à hautes températures 14c et la troisième pompe à liquide caloporteur 23 est alors désactivée si elle était préalablement active.

En variantes, dans les cas :

-) d'un réchauffeur 21 électrique par exemple de type CTP dissipant directement les calories générées par effet Joule à l'air entrant dans l'habitacle, la boucle thermique à hautes températures 14c et le circuit frigorigène 14 sont inactifs. Si la gestion thermique de la réserve d'énergie électrique 8 se fait par de l'air prélevé dans l'habitacle, alors les calories encore présentes dans l'habitacle avant leur extraction du véhicule peuvent si nécessaire réchauffer également la réserve d'énergie électrique 8, sinon la mutualisation des chauffages de l'habitacle du véhicule et de la réserve d'énergie électrique 8 n'est pas possible.

-) d'un brûleur à carburant, dissipant les calories générées par combustion dans le liquide caloporteur à hautes températures avant son entrée dans l'aérotherme 20, alors selon les cas les onzième ou deuxième modes de fonctionnement sont mis en œuvre.

En mode de réfrigération de l'habitacle du véhicule, la boucle thermique à hautes températures 14c est désactivée et le circuit frigorigène 14 est activé. La première vanne secondaire 16c permet au fluide réfrigérant de contourner le condenseur à air 5 de sorte à réaliser la condensation du fluide réfrigérant exclusivement au sein du condenseur annexe à liquide caloporteur 24. La branche du circuit frigorigène 14 portant le premier évaporateur 2 est activée afin de réfrigérer l'habitacle et celle portant le deuxième évaporateur 7 est :

-) soit préférentiellement désactivée en cas d'absence de tout autre besoin de traitement thermique, notamment en faveur de la réserve d'énergie électrique 8, ou si un éventuel besoin de pré-conditionner thermiquement la réserve d'énergie électrique 8, de sorte à abaisser la température de ses composants internes en phase de stationnement du véhicule, peut être satisfait par la mise en œuvre du septième mode de fonctionnement ;

-) soit sinon, le deuxième évaporateur 7 est activé et les différentes vannes équipant les boucles thermiques à très basses températures 14a, à basses températures 14b et à hautes températures 14c connectent la première branche de traitement thermique 22a au deuxième évaporateur 7 et le condenseur annexe à liquide caloporteur 24 est connecté à la boucle thermique à basses températures 14b, de sorte que le troisième mode de fonctionnement soit mis en œuvre. Le groupe moto-ventilateur est activé si la température du liquide caloporteur à basses températures en entrée du condenseur annexe 24, ou la température et/ou la pression du fluide réfrigérant, dépasse un seuil prédéterminé, et désactivé avec une hystérésis prédéterminée.

REVENDEICATIONS

1.- Système d'échange thermique (1) agencé en équipement thermique d'un véhicule automobile, comprenant un premier réseau hydraulique (14) constitué d'un circuit frigorigène d'acheminement d'un fluide réfrigérant, un second réseau hydraulique composé de boucles thermiques de liquide caloporteur (14a), (14b), (14c) et un module de commande (15) de leurs fonctionnements selon divers modes de fonctionnement adaptant leurs architectures respectivement en diverses configurations,

-) le premier réseau hydraulique (14) constitué d'un circuit frigorigène comportant successivement, suivant le sens de circulation du fluide réfrigérant à son travers au moins un compresseur (4), un condenseur principal (5) refroidi par un flux d'air, au moins un détendeur (3a-3b) et au moins un échangeur thermique, dont au moins un évaporateur (2, 7),

-) le second réseau hydraulique de liquide caloporteur, composé de plusieurs boucles thermiques à des niveaux de température différents, comprenant :

i) un circuit caloporteur à très basses températures (14a), destiné à être affecté au refroidissement d'une réserve d'énergie électrique (8) et/ou au traitement thermique de l'air de l'habitacle du véhicule, et constitué d'au moins une pompe à liquide caloporteur (23) et d'une première branche de traitement thermique (22a) de la réserve d'énergie électrique (8), configurée en un échangeur thermique interne pour le refroidissement de la réserve d'énergie électrique (8) par le liquide caloporteur circulant à son travers;

ii) un circuit caloporteur à basses températures (14b), destiné à être affecté au refroidissement des équipements électriques et/ou électroniques (10a-10c) du véhicule, et subsidiairement destiné à être affecté au traitement thermique de l'air de l'habitacle du véhicule, et constitué d'au moins une pompe à liquide caloporteur (11a) et d'un échangeur thermique, dont au moins un radiateur (12) refroidi par un flux d'air le traversant depuis l'extérieur du véhicule ;

iii) et un circuit caloporteur à hautes températures (14c), destiné à être affecté au chauffage de l'air de l'habitacle du véhicule, et constitué d'au moins une pompe à liquide caloporteur (11b) et d'un échangeur thermique, dont au moins un aérotherme (20),

-) des organes hydrauliques de régulation sous dépendance du module de commande (15), des modalités de circulation des fluides sélectivement à travers les divers réseaux hydrauliques (14, 14a, 14b, 14c) de fluides portés à des températures respectives ménagées par le système d'échange thermique (1),

-) au moins un condenseur annexe (24) à liquide caloporteur monté sur le premier réseau hydraulique (14) et sélectivement participant de l'une au moins des boucles thermiques (14a-14c) du second réseau hydraulique sous contrôle du module de commande (15),

caractérisé en ce que :

-) le second réseau hydraulique de liquide caloporteur (14a-14c) est de plus muni :

i) d'un premier moyen de raccordement (18b, 18c, 16b, 22a, 24) sélectif sous contrôle du module de commande (15) et via au moins le condenseur annexe (24), entre la boucle thermique à hautes températures (14c) et la boucle thermique à très basses températures (14a),

ii) d'un deuxième moyen de raccordement (18a-18c, 25c, 25b, 9a, 9b) sélectif sous contrôle du module de commande (15), entre d'une part le condenseur annexe (24) et d'autre part l'une au moins de la boucle thermique à hautes températures (14c), de la boucle thermique à très basses températures (14a) et d'une boucle thermique à basses températures (14b), et en ce que

-) le premier réseau hydraulique (14) est muni d'au moins un moyen de contournement (16c) sélectif sous contrôle du module de commande (15), du condenseur principal (5) par le fluide réfrigérant circulant à travers le circuit frigorigène via le condenseur annexe (24).

2.- Système d'échange thermique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le condenseur annexe (24) est monté sur le circuit frigorigène (14) en aval du compresseur (4) suivant le sens de circulation du fluide réfrigérant à leur travers.

3.- Système d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le condenseur annexe (24) est monté sur une branche du deuxième réseau hydraulique de liquide caloporteur (14a-14c), interposée entre au moins une première vanne principale (18a) interposée disposée sur la boucle thermique à basses températures (14b) et une deuxième vanne principale (18b) disposée sur la boucle thermique à hautes températures (14c), des clapets anti-retour (25b, 25c) étant interposées sur ladite branche du deuxième réseau hydraulique entre le condenseur annexe (24) et des voies respectives de la première vanne principale (18a).

4.- Système d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le condenseur annexe (24) est monté sur le circuit frigorigène (14) via au moins une première vanne secondaire (16c) de raccordement sélectif du condenseur annexe (24), sous contrôle du module de commande (15), soit en série avec le condenseur principal (5) soit en contournement du condenseur principal (5).

5.- Système d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le condenseur annexe (24) et l'aérotherme (20) sont sélectivement placés en série, sous contrôle du module de commande (15), via la deuxième vanne principale (18b) de raccordement de l'aérotherme (20) en entrée du liquide caloporteur à son travers et via une

troisième vanne principale (18c) de raccordement de l'aérotherme (20) en sortie du liquide caloporteur hors de l'aérotherme (20).

5 **6.-** Système d'échange thermique selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'aérotherme (20) est hydrauliquement relié à la première branche de traitement thermique (22a) de la réserve d'énergie électrique (8) via la troisième vanne principale (18c) et via une deuxième vanne secondaire (16b) interposée entre la troisième vanne principale (18c) et la première branche de traitement thermique (22a).

10 **7.-** Système d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la première branche de traitement thermique (22a) de la réserve d'énergie électrique (8) est hydrauliquement reliée à une deuxième branche de traitement thermique (22b) solidaire de la boucle thermique à basses températures (14b) via notamment la troisième vanne principale (18c) et la deuxième vanne secondaire (16b), et via une troisième
15 vanne secondaire (16a) interposée entre la deuxième vanne secondaire (16b) et la boucle thermique à basses températures (14b).

8.- Système d'échange thermique selon les revendications 3, 4, 6 et 7, caractérisé en ce que la première vanne principale (18a), la deuxième vanne principale (18b) et la troisième
20 vanne principale (18c) sont chacune constituées d'une vanne quatre voies à deux positions et en ce que la première vanne secondaire (16c), la deuxième vanne secondaire (16b) et la troisième vanne secondaire (16a) sont chacune constituées d'une vanne trois voies à deux positions.

25 **9.-** Système d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que selon au moins un mode de fonctionnement du système d'échange thermique dans lequel une configuration du circuit frigorigène (14) génère une double condensation étagée du fluide réfrigérant, le condenseur annexe (24) et le condenseur principal (5) sont reliés en série entre eux via au moins une vanne (16c) interposée entre eux, en plaçant
30 le condenseur annexe (24) en amont du condenseur principal (5) suivant le sens de circulation du fluide réfrigérant à leur travers.

10.- Véhicule automobile équipé d'un système d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

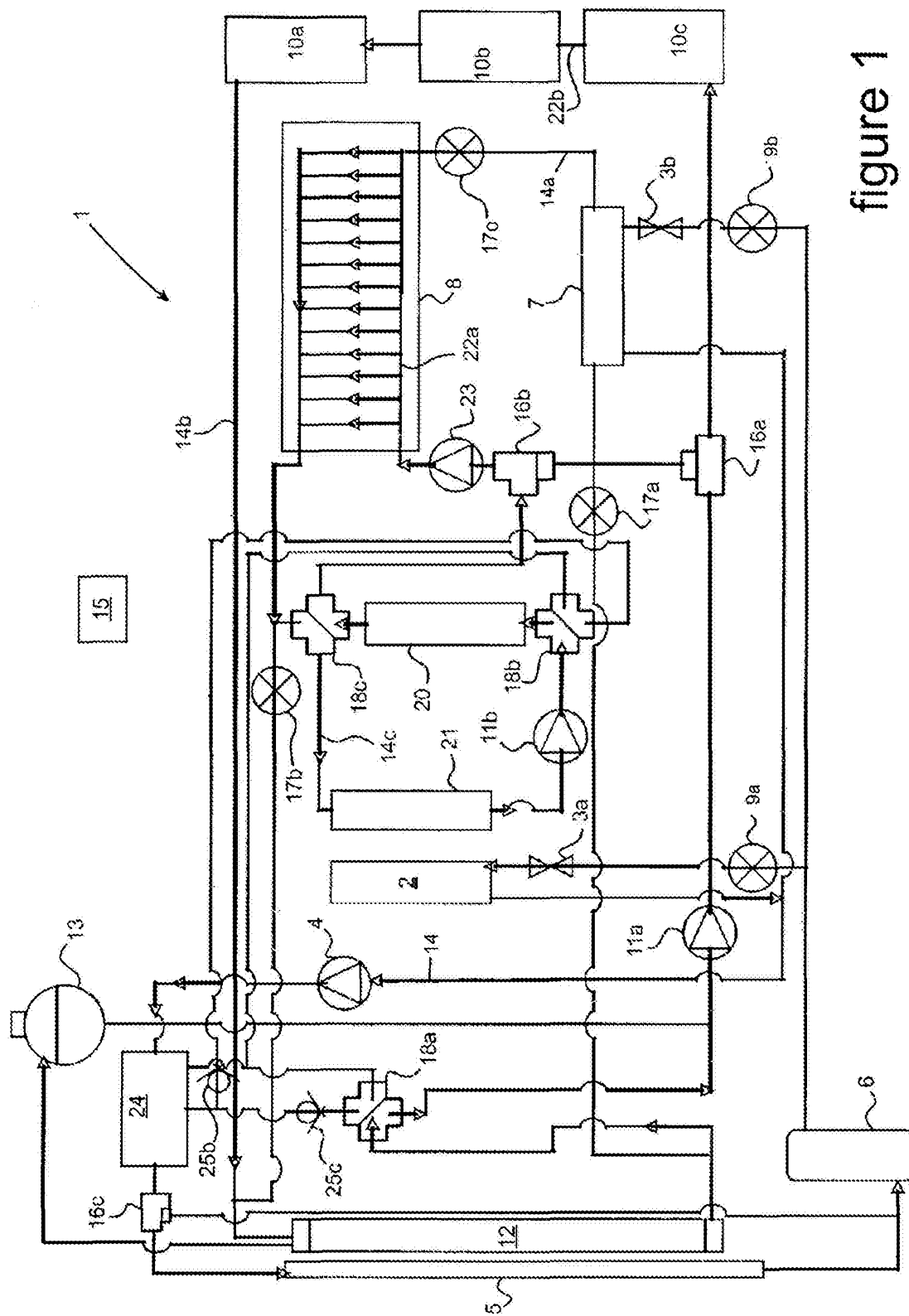


figure 1

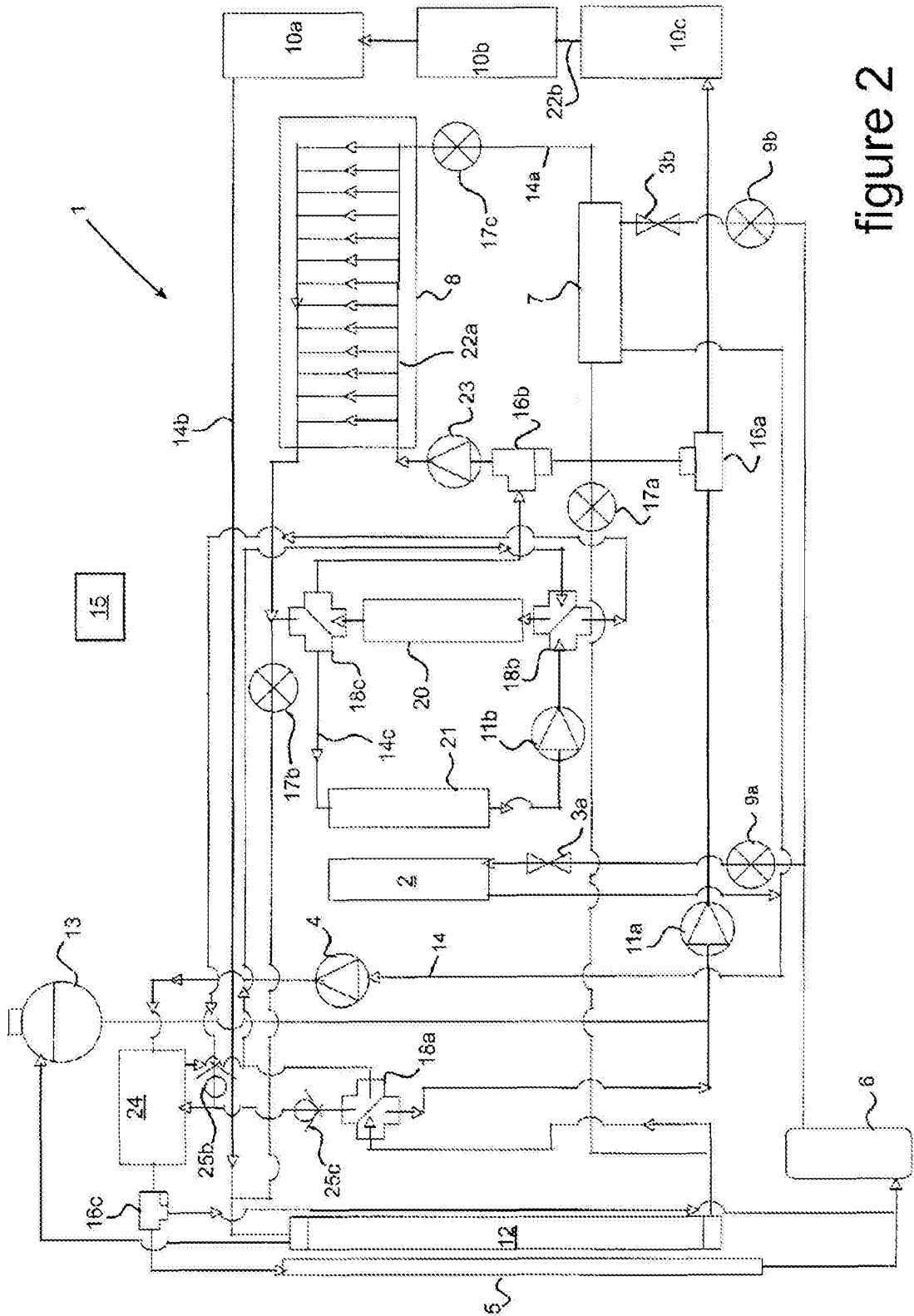


figure 2

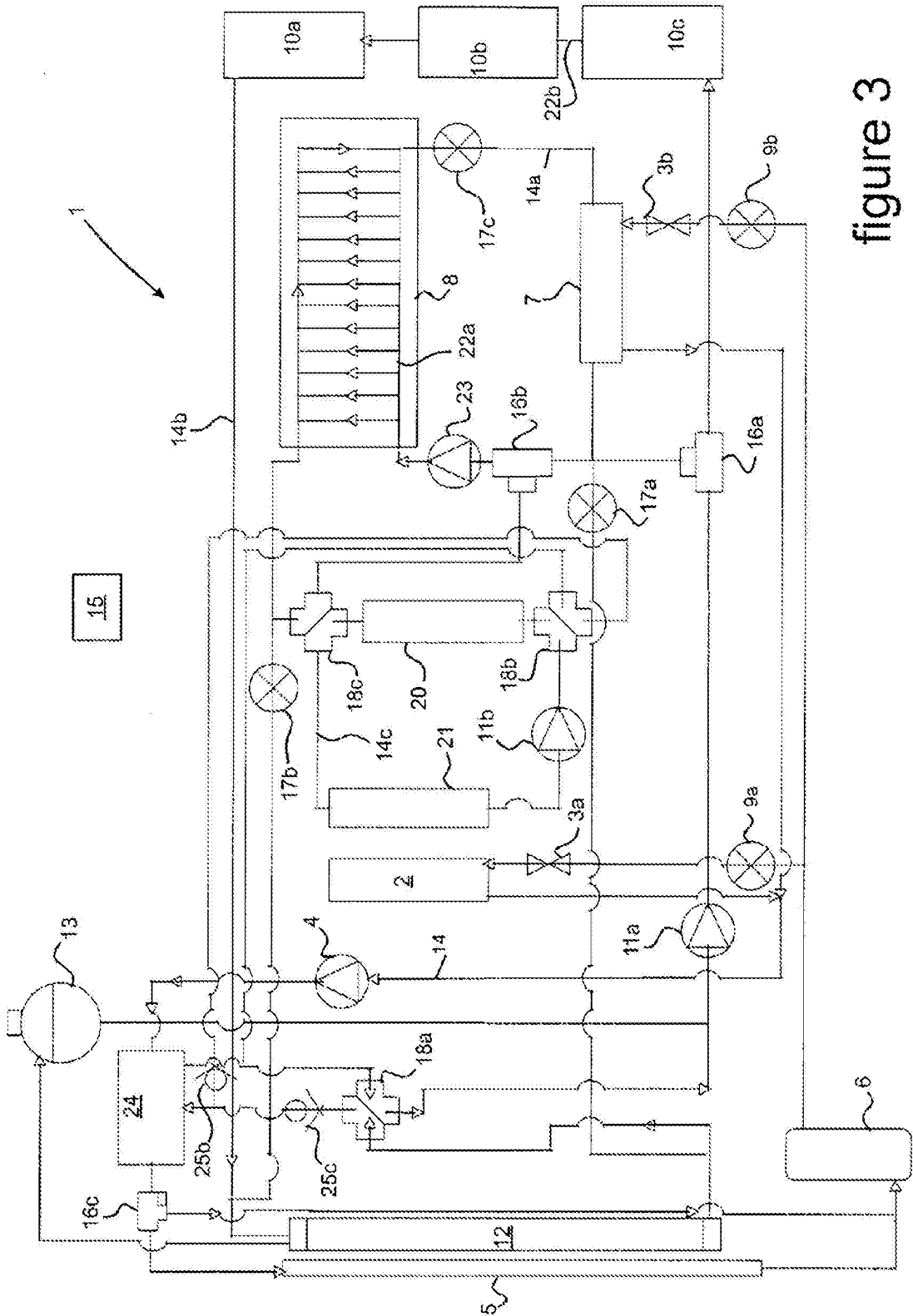


figure 3

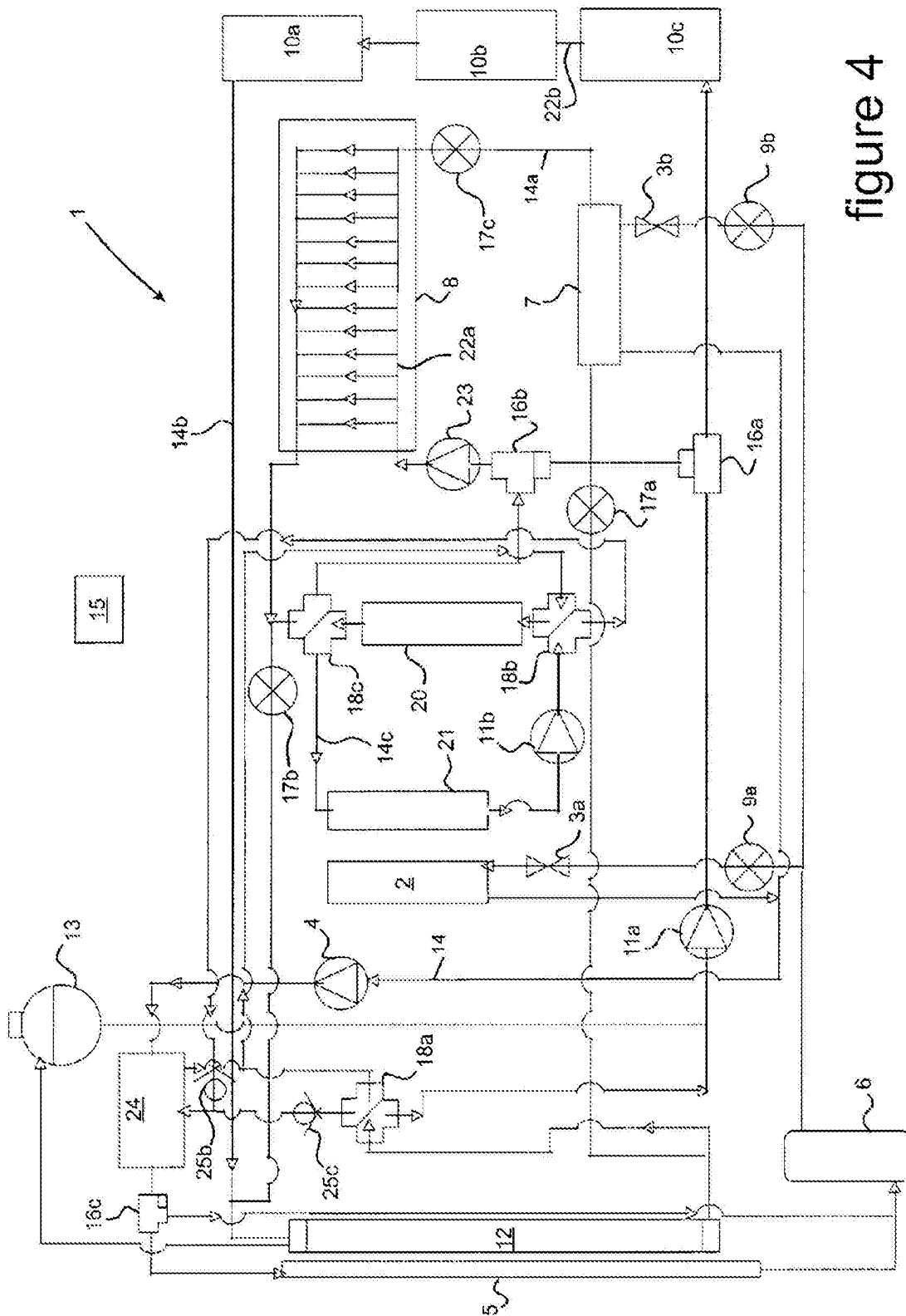


figure 4

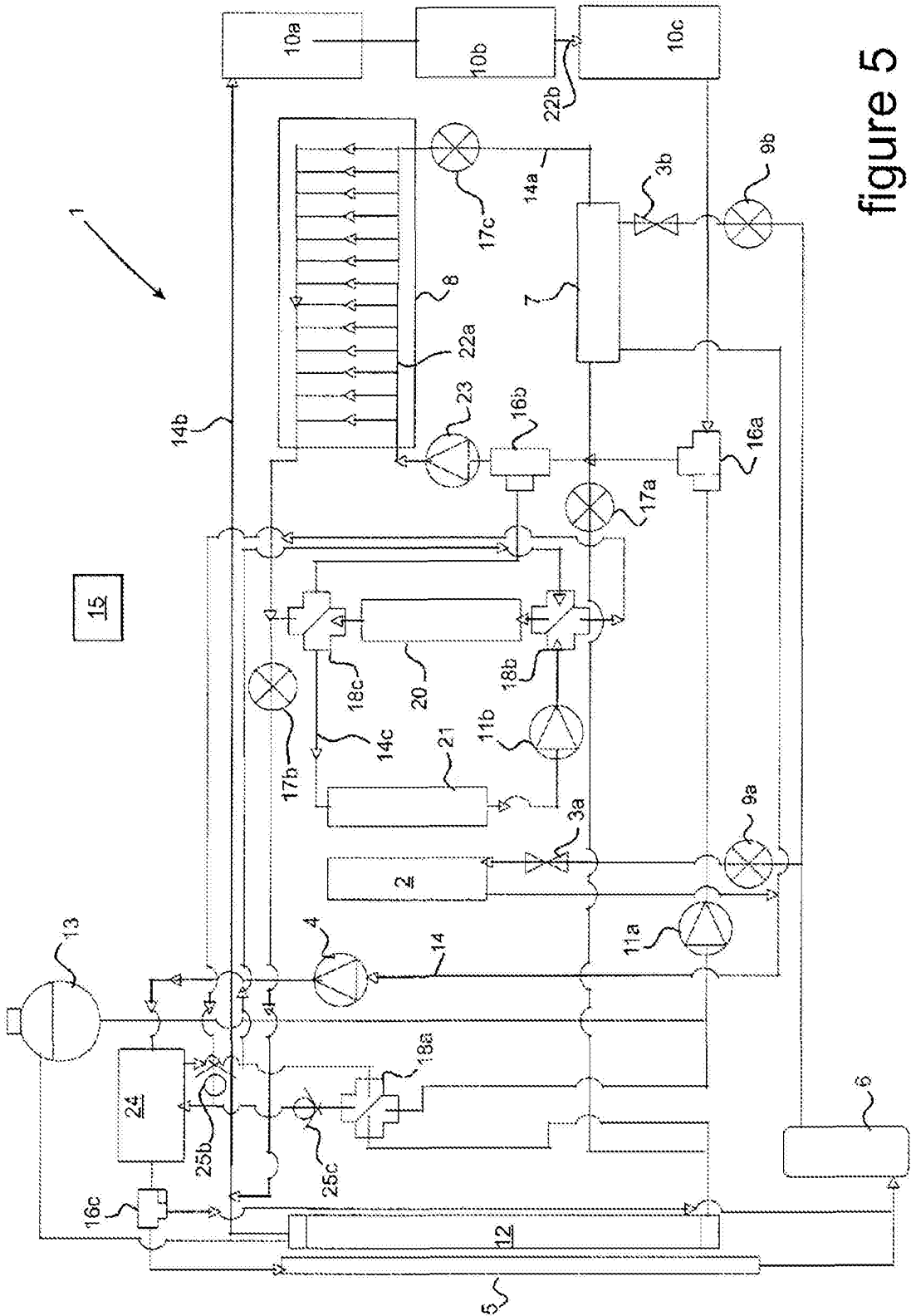


figure 5

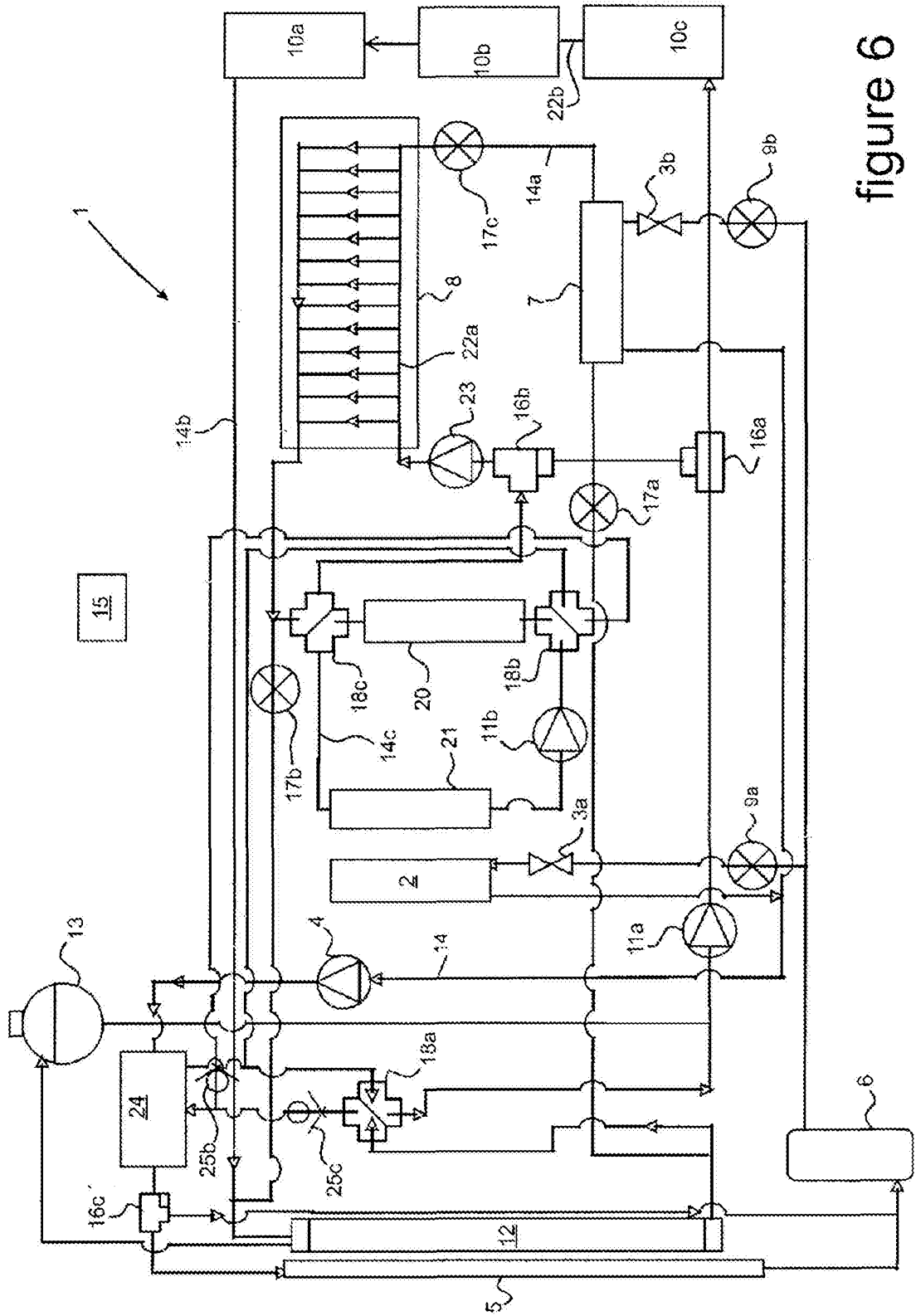


figure 6

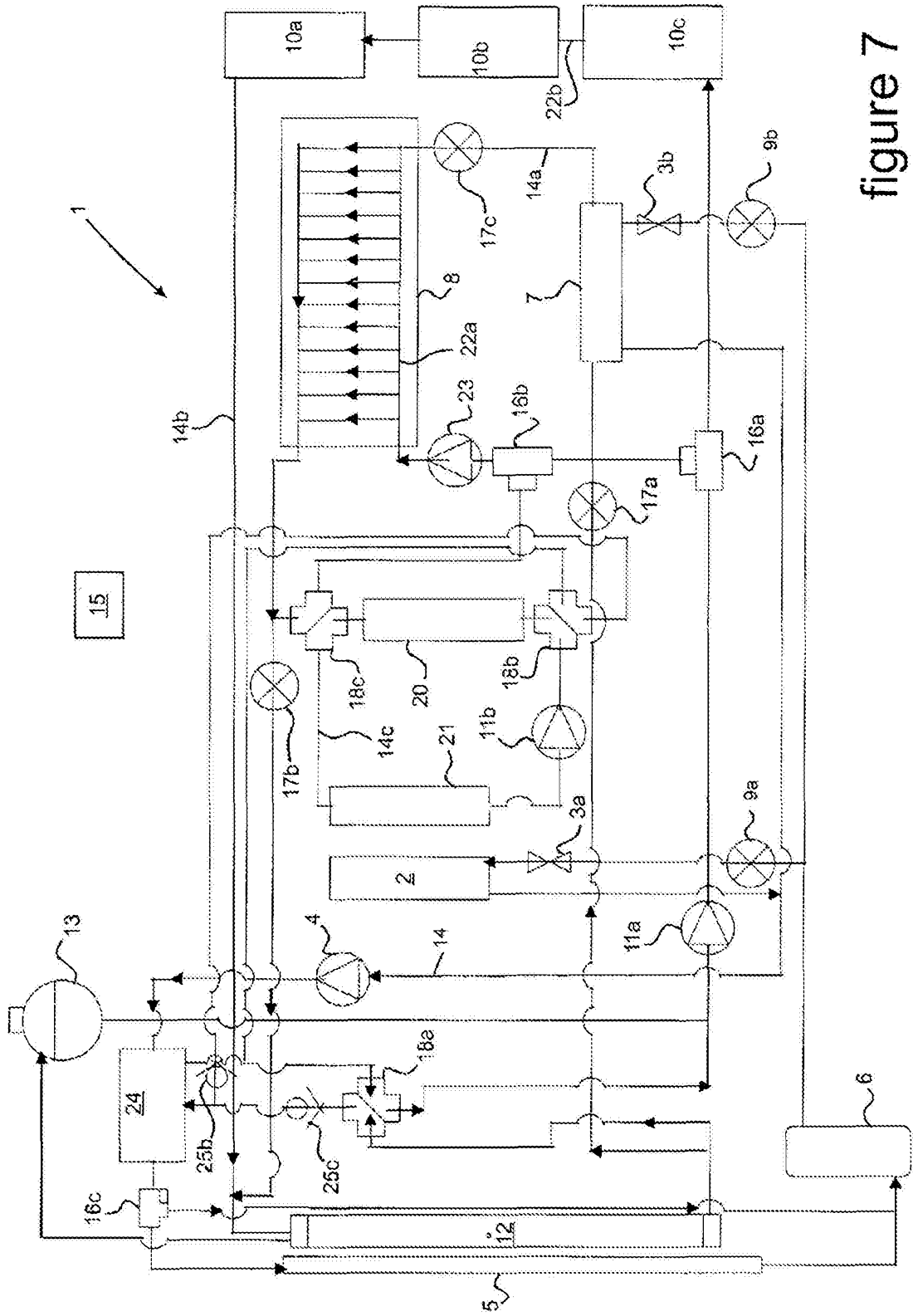


figure 7

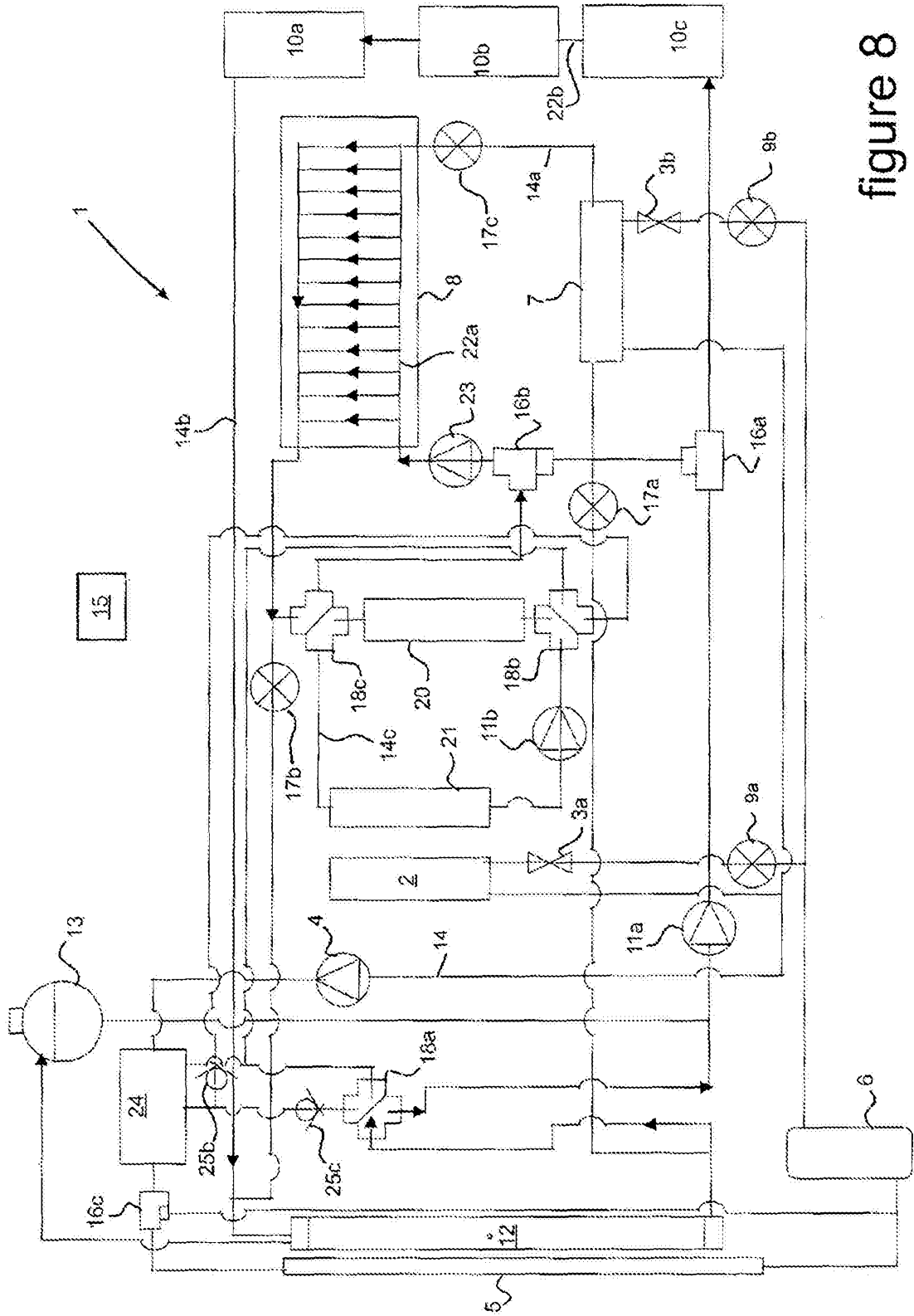


figure 8

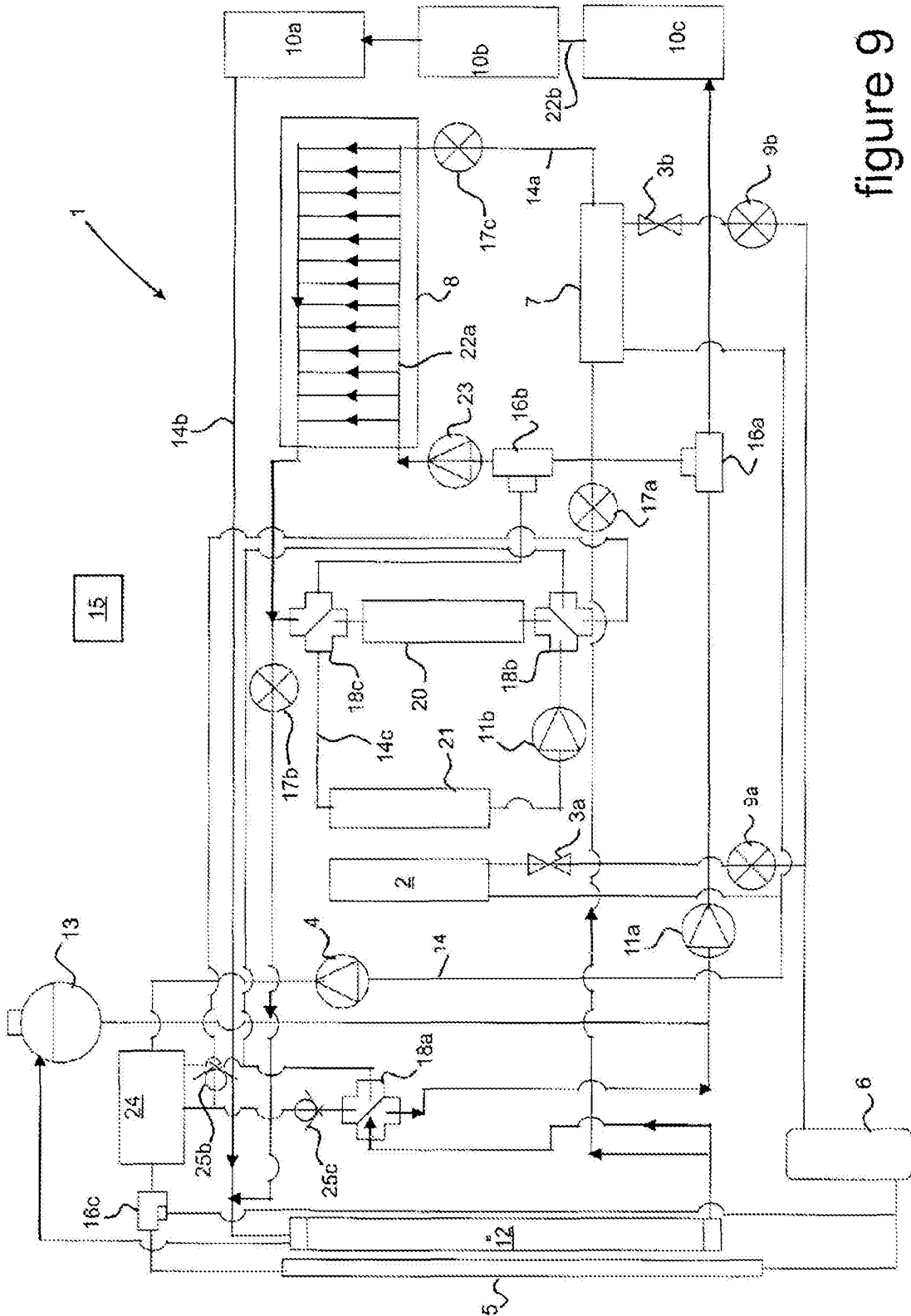


figure 9

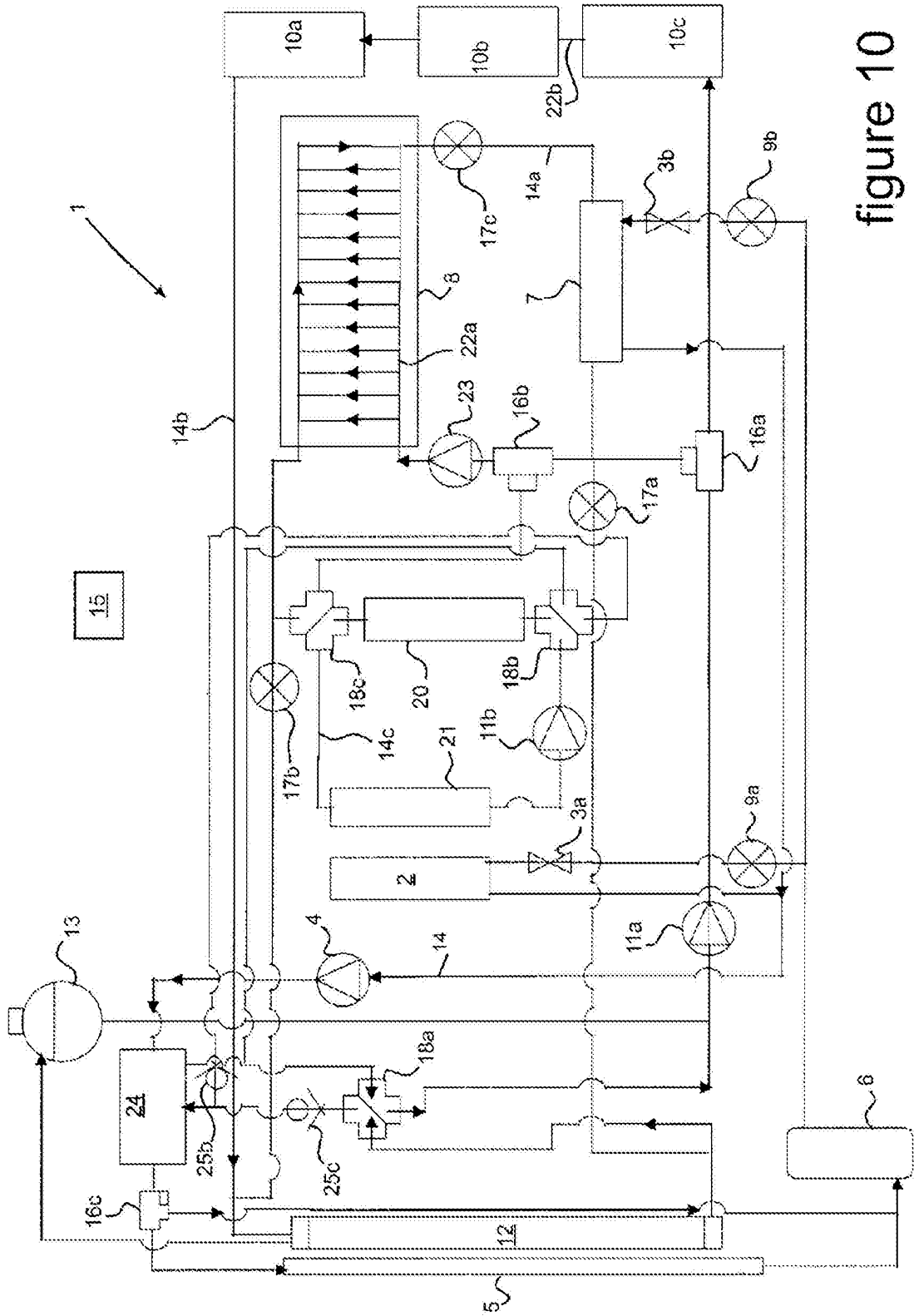


figure 10

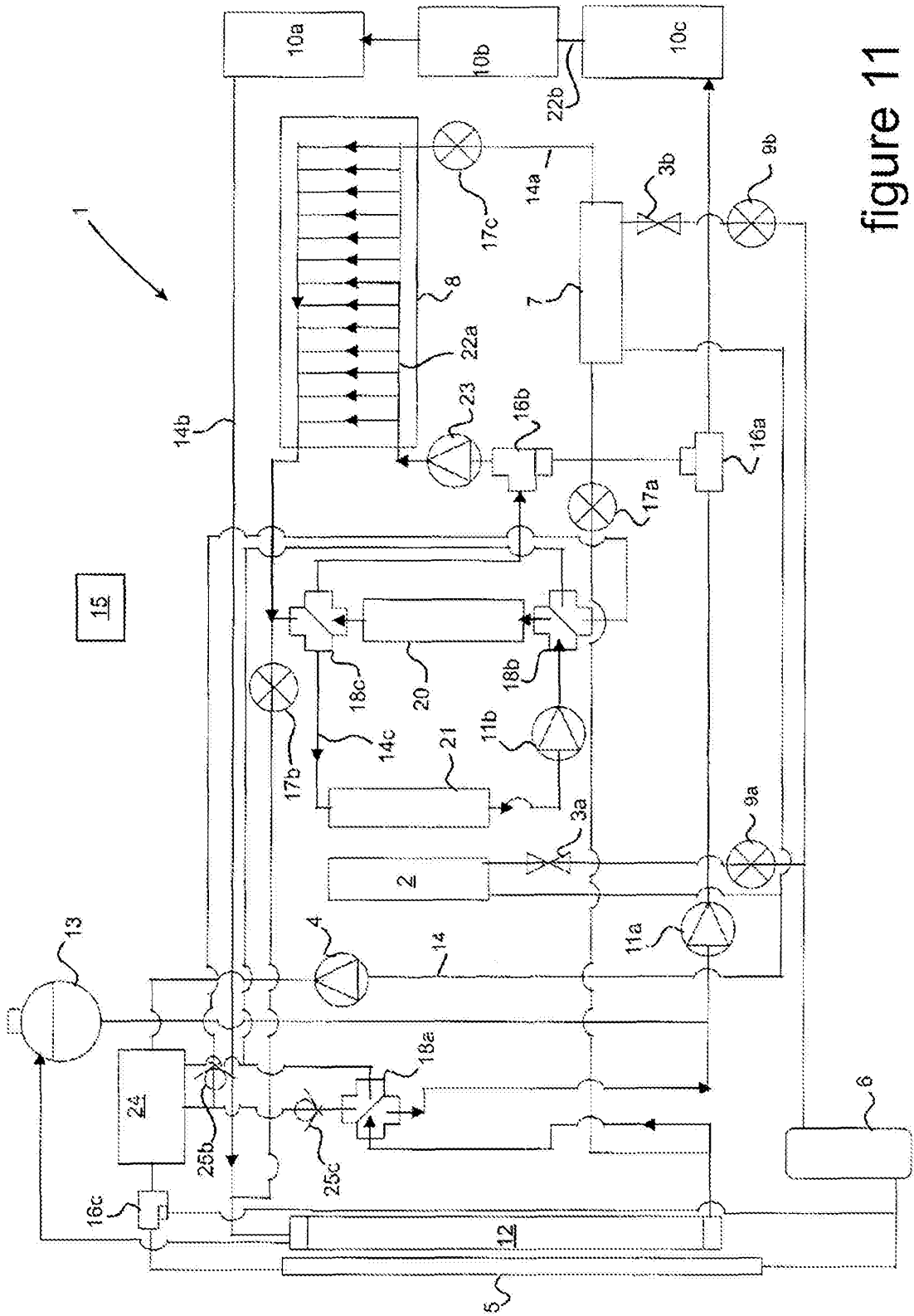


figure 11

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche
N° d'enregistrement
nationalFA 850217
FR 1851568

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 10 2013 006356 A1 (DAIMLER AG [DE]) 16 octobre 2014 (2014-10-16)	1-7,9,10	F25B13/00 B60L1/00 B60H1/00
A	* alinéa [0032] - alinéa [0056]; figures 1-6 *	8	
A	----- FR 3 052 236 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 8 décembre 2017 (2017-12-08) * page 21; figure 9 *	1-10	
A	----- FR 2 989 635 A1 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 25 octobre 2013 (2013-10-25) * page 13 - page 14; figures 1-4 *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F25B B60H
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 juillet 2018		Amous, Moez	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1851568 FA 850217**

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 **12-07-2018**
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
DE 102013006356 A1	16-10-2014	DE 102013006356 A1	16-10-2014
		WO 2014166596 A1	16-10-2014

FR 3052236 A1	08-12-2017	FR 3052236 A1	08-12-2017
		WO 2017212158 A1	14-12-2017

FR 2989635 A1	25-10-2013	EP 2841288 A1	04-03-2015
		FR 2989635 A1	25-10-2013
		JP 5996779 B2	21-09-2016
		JP 2015522456 A	06-08-2015
		US 2015128626 A1	14-05-2015
		WO 2013160209 A1	31-10-2013
