

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 122 721

21 N° d'enregistrement national : 22 04228

51 Int Cl⁸ : F 25 B 25/00 (2022.01)

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 04.05.22.

30 Priorité : 06.05.21 US 17/313,392.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 11.11.22 Bulletin 22/45.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : *Rolls-Royce North American Technologies, Inc. Société de droit américain — US.*

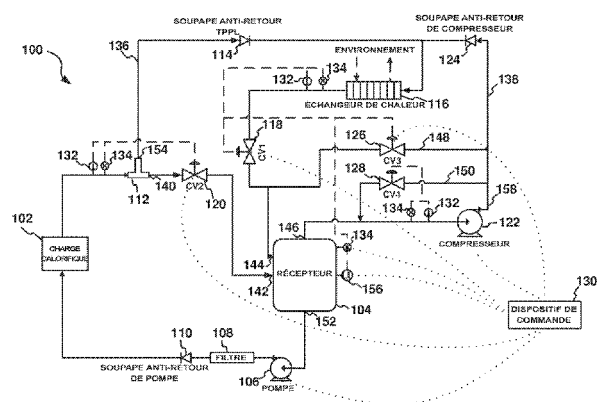
72 Inventeur(s) : UNTON Timothy, SNYDER Douglas J. et BANHAM Christopher.

73 Titulaire(s) : *Rolls-Royce North American Technologies, Inc. Société de droit américain.*

74 Mandataire(s) : CABINET GERMAIN ET MAUREAU.

54 **SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT BIMODAL.**

57 Un système de refroidissement peut comprendre une boucle à pompe (106) à deux phases (TPPL). La boucle à pompe (106) à deux phases peut comprendre un récepteur (104), une pompe (106) en aval du récepteur (104), une charge calorifique (102) en aval de la pompe (106), un raccord en T TPPL (112) en aval de la charge calorifique (102), une soupape anti-retour TPPL (114) en aval du raccord en T TPPL (112) et un échangeur de chaleur (122) en aval de la soupape anti-retour TPPL (114) et en amont du récepteur (104). Le système de refroidissement peut en outre comprendre une boucle de système de cycle de vapeur (VCS). La boucle de système de cycle de vapeur peut comprendre le récepteur (104), un compresseur (122) en aval d'une sortie de vapeur du récepteur (104), une soupape anti-retour de compresseur (124) en aval du compresseur (122) et en amont de l'échangeur de chaleur (122), l'échangeur de chaleur (122) et la charge calorifique en aval d'une sortie de liquide du récepteur (104).



FR 3 122 721 - A1



Description

Titre de l'invention : SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT BIMODAL

Domaine technique

[0001] Cette divulgation se rapporte au refroidissement et, en particulier, au refroidissement utilisant une combinaison d'une boucle de refroidissement à pompe à deux phases et d'une boucle de système de cycle de vapeur.

ARRIÈRE-PLAN

[0002] Les systèmes de refroidissement actuels souffrent d'une variété d'inconvénients, de limitations et de désavantages. En conséquence, il existe un besoin pour les systèmes, procédés, composants et appareils inventifs décrits ici.

Brève description des dessins

[0003] Les modes de réalisation peuvent être mieux compris en référence à la description et aux dessins suivants. Les composants dans les figures ne sont pas nécessairement à l'échelle. De plus, dans les figures, des numéros de même référence désignent des parties correspondantes dans les différentes vues.

[0004] [Fig.1] illustre un exemple de système de refroidissement bimodal ;

[0005] [Fig.2] illustre un deuxième exemple de système de refroidissement bimodal ; et

[0006] [Fig.3] illustre un schéma fonctionnel d'un exemple de système de refroidissement bimodal.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

[0007] Un système de refroidissement est fourni. Le système de refroidissement peut comprendre une boucle à pompe à deux phases (TPPL). La boucle à pompe à deux phases peut comprendre, un récepteur (également appelé récepteur de liquide), une pompe en aval du récepteur, une charge calorifique en aval de la pompe, un raccord en T TPPL en aval de la charge calorifique, une soupape anti-retour TPPL en aval d'une première sortie du raccord en T TPPL, et un échangeur de chaleur en aval de la soupape anti-retour TPPL et en amont du récepteur. Le système de refroidissement peut en outre comprendre une boucle de système de cycle de vapeur (VCS). Le VCS peut fonctionner via un compresseur de vapeur et/ou une compression de vapeur. La boucle de système de cycle de vapeur peut comprendre le récepteur, un compresseur en aval d'une sortie de vapeur du récepteur, une soupape anti-retour de compresseur en aval du compresseur et en amont de l'échangeur de chaleur, l'échangeur de chaleur et la charge calorifique en aval de la pompe et/ou d'une sortie de liquide du récepteur.

[0008] La boucle à pompe à deux phases peut être configurée pour fonctionner dans un mode TPPL dans lequel un fluide de refroidissement s'écoule à travers la boucle à

pompe à deux phases en raison de l'ouverture de la soupape anti-retour TPPL et de la fermeture de la soupape anti-retour de compresseur. La boucle de système de cycle de vapeur peut être configurée pour fonctionner dans un mode VCS dans lequel le fluide de refroidissement s'écoule à travers la boucle de système de cycle de vapeur en raison de la fermeture de la soupape anti-retour TPPL et de l'ouverture de la soupape anti-retour de compresseur. Le fluide de refroidissement peut s'écouler à travers la partie TPPL du système dans un mode VCS, mais le fluide de refroidissement peut cesser de s'écouler de la soupape anti-retour TPPL vers l'échangeur de chaleur.

[0009] Un procédé de refroidissement d'une charge calorifique est fourni. Le procédé de refroidissement de la charge calorifique peut comprendre l'orientation d'un fluide de refroidissement à travers une boucle à pompe à deux phases en raison de l'ouverture d'une soupape anti-retour TPPL et de la fermeture d'une soupape anti-retour de compresseur dans un mode TPPL. La boucle à pompe à deux phases peut comprendre le récepteur, la pompe, la charge calorifique en aval du récepteur, le raccord en T TPPL en aval de la charge calorifique, la soupape anti-retour TPPL en aval du raccord en T TPPL et l'échangeur de chaleur en aval de la soupape anti-retour TPPL et en amont du récepteur. Le procédé peut en outre comprendre l'orientation du fluide de refroidissement à travers une boucle de système de cycle de vapeur (VCS) en raison de la fermeture de la soupape anti-retour TPPL et de l'ouverture de la soupape anti-retour de compresseur dans un mode VCS. La boucle de système de cycle de vapeur peut comprendre le récepteur, un compresseur en aval d'une sortie de vapeur du récepteur, la soupape anti-retour de compresseur en aval du compresseur et en amont de l'échangeur de chaleur, l'échangeur de chaleur et la charge calorifique en aval de la pompe et/ou d'une sortie de liquide du récepteur.

[0010] Une caractéristique intéressante des systèmes et procédés décrits ci-dessous peut être la capacité du système à commuter entre une boucle VCS et une boucle à pompe à deux phases, ce qui permet d'obtenir une plus grande efficacité et/ou des composants de système plus petits. Par exemple, lorsque le système de refroidissement fonctionne à une altitude relativement élevée, par exemple au-dessus de 30000 pieds (9144 mètres), la température de l'air ambiant peut être significativement inférieure, par exemple, à celle au sol. Dans de telles situations, la différence de température entre l'air ambiant et la charge calorifique à refroidir (Δt) peut être relativement élevée et suffisamment grande pour que le fonctionnement de la boucle VCS ne soit pas nécessaire pour le refroidissement. De plus ou en variante, lorsque la charge calorifique fonctionne à une capacité relativement faible, par exemple en croisière lorsqu'elle est disposée dans un aéronef, les demandes de refroidissement peuvent être relativement faibles. Dans de telles situations, le système de refroidissement peut fonctionner comme une boucle à pompe à deux phases, qui est plus efficace, puise moins d'énergie et a moins de traînée

lorsque, par exemple, le système de refroidissement est disposé sur un aéronef. Lorsqu'il y a besoin de moins de capacité de refroidissement ou lorsque Δt est relativement grand, le fonctionnement en tant que boucle à pompe à deux phases peut utiliser moins d'énergie que le fonctionnement de la boucle VCS dans une condition de mise au ralenti.

- [0011] En variante, ou en outre, une autre caractéristique intéressante des systèmes et procédés décrits ci-dessous peut être que, dans des situations où une capacité de refroidissement accrue peut être nécessaire, par exemple lorsque la charge calorifique fonctionne à haute capacité, par exemple pendant le décollage, et/ou lorsque Δt est relativement faible, le système de refroidissement peut passer de la boucle à pompe à deux phases et fonctionner comme une boucle VCS. Étant donné que le système peut utiliser la boucle VCS lorsqu'un refroidissement accru est nécessaire, l'échangeur de chaleur peut être plus petit qu'il ne devrait l'être autrement si le système ne pouvait fonctionner que comme une boucle à pompe à deux phases. Le fait de n'avoir qu'une boucle à pompe à deux phases nécessiterait un échangeur de chaleur plus grand pour refroidir de manière adéquate la charge calorifique pendant les opérations à haute capacité ou lorsque Δt est relativement faible. Cela réduit également la traînée étant donné que l'échangeur de chaleur peut faire saillie dans le flux libre lorsque, par exemple, le système de refroidissement est disposé sur un aéronef. Un échangeur de chaleur plus petit crée moins de traînée qu'un échangeur de chaleur plus grand, augmentant par conséquent le rendement énergétique de l'aéronef.
- [0012] De plus ou en variante, un autre avantage est que le système peut commuter entre le mode TPPL et le mode VCS afin de maintenir un refroidissement suffisant sur la base des variations de l'environnement vers lequel la chaleur est rejetée, telles que les variations dues aux saisons et/ou à l'heure de la journée (par exemple, jour ou nuit). La boucle VCS peut permettre un refroidissement à une température inférieure à la température ambiante pour les moments où la température ambiante à laquelle la chaleur est rejetée peut dépasser la température de distribution de liquide de refroidissement souhaitée. Les aéronefs et autres systèmes essentiels à la mission peuvent nécessiter une alimentation continue en liquide de refroidissement pendant les opérations, de sorte que la possibilité de passer d'un mode à l'autre tout en fonctionnant et fournissant en continu le liquide de refroidissement soit avantageuse.
- [0013] La [Fig.1] illustre un exemple de système de refroidissement bimodal 100 pour refroidir une charge calorifique 102. L'exemple illustré du système 100 comprend un récepteur 104, une pompe 106, un filtre 108, une soupape anti-retour de pompe 110, la charge calorifique 102, un raccord en T TPPL 112, une soupape anti-retour de boucle à pompe à deux phases (TPPL) 114, un échangeur de chaleur 116, une première soupape de commande (CV1) 118, une deuxième soupape de commande (CV2) 120, un com-

presseur 122, une soupape anti-retour de compresseur 124, une troisième soupape de commande (CV3) 126, une quatrième soupape de commande (CV4) 128, un dispositif de commande 130, un ou plusieurs capteur(s) de température 132, un ou plusieurs capteur(s) de pression 134, un ou plusieurs capteur(s) de niveau de liquide 156, une boucle à pompe à deux phases (TPPL) 136, et une boucle de système de cycle de vapeur (VCS) 138.

- [0014] La TPPL 36 peut comprendre le récepteur 104, la pompe 106, le filtre 108, la soupape anti-retour de pompe 110, la charge calorifique 102, le raccord en T TPPL 112, la soupape anti-retour TPPL 114, l'échangeur de chaleur 116, la première soupape de commande 118, un ou plusieurs des capteurs de température 132, un ou plusieurs capteur(s) de niveau de liquide 156 et un ou plusieurs des capteurs de pression 134. La pompe 106 peut être en aval d'une sortie de liquide 152 du récepteur 104 et le filtre 108 peut être en aval de la pompe 106. La soupape anti-retour de pompe 110 peut être en aval du filtre 108 et de la pompe 106 et en amont de la charge calorifique 102. La charge calorifique 102 peut être en aval du récepteur 104, de la pompe 106, du filtre 108, et de la soupape anti-retour de pompe 110.
- [0015] Le raccord en T TPPL 112 peut être en aval de la charge calorifique 102 et en amont de l'échangeur de chaleur 116 et du récepteur 104. Par exemple, une première sortie 154 du raccord en T TPPL 112 peut être en communication fluidique avec une entrée de l'échangeur de chaleur 116, et une deuxième sortie 140 du raccord en T TPPL 112 peut être en communication fluidique avec une première entrée 142 du récepteur 104. La soupape anti-retour TPPL 114 peut être disposée en aval de la première sortie 154 du raccord en T TPPL 112 entre le raccord en T TPPL 112 et l'échangeur de chaleur 116. L'échangeur de chaleur 116 peut être en aval du raccord en T TPPL 112 et de la soupape anti-retour TPPL 114 et en amont du récepteur 104. La première soupape de commande 118 peut être disposée en aval de l'échangeur de chaleur 116, entre l'échangeur de chaleur 116 et une deuxième entrée 144 du récepteur 104. La deuxième soupape de commande 120 peut être disposée en aval de la deuxième sortie 140 du raccord en T TPPL 112, entre le raccord en T TPPL 112 et la première entrée 142 du récepteur 104.
- [0016] La boucle VCS 138 peut comprendre le récepteur 104, le compresseur 122, la soupape anti-retour de compresseur 124, l'échangeur de chaleur 116, la première soupape de commande 118, la troisième soupape de commande 126, la quatrième soupape de commande 128, un ou plusieurs des capteurs de température 132, un ou plusieurs capteur(s) de niveau de liquide 156 et/ou un ou plusieurs des capteurs de pression 134. Le compresseur 122 peut être en aval de et en communication fluidique avec une sortie de vapeur 146 du récepteur 104. La soupape anti-retour de compresseur 124 peut être disposée en aval du compresseur 122 et en amont de l'échangeur de

chaleur 116.

- [0017] La troisième soupape de commande 126 peut être disposée en aval du compresseur 122 et en amont du récepteur 104. La troisième soupape de commande peut être disposée sur une conduite de dérivation 148 qui s'étend de l'aval du compresseur 122 vers l'amont de la deuxième entrée 144 du récepteur 104. La quatrième soupape de commande 128 peut être disposée en aval du compresseur 122 sur une conduite de recyclage 150. La conduite de recyclage 150 peut s'étendre de l'aval de la sortie du compresseur 122 revenant en amont entre la sortie de vapeur 146 du récepteur 104 et l'entrée du compresseur 122. La conduite de dérivation 148 et la conduite de recyclage 150 peuvent chacune se séparer d'une conduite de refoulement de compresseur 158 s'étendant entre le compresseur 122 et l'échangeur de chaleur 116.
- [0018] Les capteurs de pression 134, les capteurs de niveau de liquide 156 et/ou les capteurs de température 132 peuvent être disposés dans tout le système de refroidissement bimodal 100. Par exemple, un capteur de pression 134 et/ou un capteur de température 132 peut/peuvent être disposé(s) en amont du raccord en T TPPL 112 et être en communication avec la deuxième soupape de commande 120. De plus ou en variante, un capteur de pression 134 et/ou un capteur de température 132 peut/peuvent être disposé(s) en aval de l'échangeur de chaleur 116 et être en communication avec la première soupape de commande 118 et/ou la troisième soupape de commande 126. De plus ou en variante, un capteur de pression 134 et/ou un capteur de température 132 peut/peuvent être disposé(s) en amont du compresseur 122 et être en communication avec la quatrième soupape de commande 128. De plus ou en variante, un capteur de pression 134, un capteur de niveau de liquide 156 et/ou un capteur de température 132 peut/peuvent être disposé(s) sur le récepteur 104 et peut/peuvent être en communication avec la troisième soupape de commande 126.
- [0019] De plus ou en variante, les capteurs de pression 134, les capteurs de température 132, la première soupape de commande 118, la deuxième soupape de commande 120, la troisième soupape de commande 126 et/ou la quatrième soupape de commande 128 peut/peuvent être en communication avec le dispositif de commande 130. Le dispositif de commande 130 peut, par exemple, orienter les positions de soupapes 118, 120, 126, 128. Le système 100 peut fonctionner avec une commande répartie (où chaque soupape 118, 120, 126, 128 a son propre algorithme de commande) et/ou avec une commande coordonnée (où les capteurs 132, 134, 156 alimentent le dispositif de commande 130 et le dispositif de commande 130 envoie des instructions à chaque soupape 118, 120, 126, 128). Pour plus de clarté, les figures 1 et 2 n'ont pas de lignes pointillées tracées pour chaque capteur 132, 134, 156 et/ou soupape de commande 120, 118, 126, 128. Cependant, il faut comprendre que quelques et/ou l'ensemble de capteurs 132, 134, 156 et/ou soupapes de commande 120, 118, 126, 128 peut/peuvent

être en communication avec le dispositif de commande 130. De plus ou en variante, le dispositif de commande 130 peut comprendre une pluralité de dispositifs de commande. Par exemple, les capteurs 132, 134, 156 et/ou les soupapes de commande 120, 118, 126, 128 peuvent être commandé(e)s par une combinaison de multiples dispositifs de commande, où quelques ou l'ensemble de capteurs 132, 134, 156 et/ou soupapes de commande 120, 118, 126, 128 peut/peuvent être commandé(e)s par des dispositifs de commande séparés. Le récepteur 104 peut être tout récipient capable de recevoir et de stocker un fluide de refroidissement. Le fluide de refroidissement peut être, par exemple, un liquide, de la vapeur et/ou un mélange liquide-vapeur. Par exemple, le fluide de refroidissement peut être un fluide de refroidissement à deux phases, par exemple un fluide frigorigène à deux phases. De plus ou en variante, le récepteur 104 peut être un séparateur liquide-vapeur, par exemple, le récepteur 104 peut être tout récipient capable de recevoir le fluide de refroidissement, de séparer le fluide de refroidissement en un liquide et une vapeur, et de stocker le liquide et la vapeur dans des parties séparées du récepteur 104. Le récepteur 104 peut être, par exemple, un réservoir.

- [0020] Le récepteur 104 peut, par exemple, séparer le fluide de refroidissement par gravité. Par exemple, le fluide de refroidissement peut entrer dans le récepteur 104 à partir d'une ou de plusieurs entrée(s), un composant liquide du fluide de refroidissement peut être tiré vers le bas du récepteur 104 par gravité, et un composant vapeur du fluide de refroidissement peut rester vers le haut du récepteur 104. Le récepteur 104 peut avoir des dispositifs ou éléments internes pour encourager davantage la séparation liquide-vapeur.
- [0021] Le récepteur 104 peut avoir une ou plusieurs entrée(s), par exemple la première entrée 142 et/ou la deuxième entrée 144, pour recevoir le fluide de refroidissement d'un ou de plusieurs composant(s) du système de refroidissement bimodal 100. Par exemple, le récepteur 104 peut avoir une ou plusieurs entrée(s) sur le dessus et/ou le côté du récepteur 104. Par exemple, la première entrée 142 peut être disposée sur le côté du récepteur 104, et la deuxième entrée 144 peut être disposée sur le côté du récepteur 104 au-dessus de la première entrée 142. De plus ou en variante, la deuxième entrée 144 peut être à la même hauteur que la première entrée 142, mais à une position circumférentielle différente de celle de la première entrée 142, par exemple lorsque le récepteur 104 est cylindrique. De plus ou en variante, la première entrée 142 et/ou la deuxième entrée 144 peut/peuvent être disposée(s) sur le dessus du récepteur 104 à l'opposé du fond.
- [0022] Le récepteur 104 peut avoir une ou plusieurs sortie(s), par exemple la sortie de liquide 152 et/ou la sortie de vapeur 146, pour fournir le fluide de refroidissement à un ou plusieurs composant(s) du système de refroidissement bimodal 100. Par exemple, la

sortie de liquide 152 peut être disposée sur le fond du récepteur 104 et/ou la sortie de vapeur 146 peut être disposée sur le dessus du récepteur 104 à l'opposé du fond. De la vapeur peut être fournie par la sortie de vapeur 146 et/ou le liquide peut être fourni par la sortie de liquide 152. De plus ou en variante, un mélange de vapeur et de liquide peut être fourni par la sortie de vapeur 146 et/ou la sortie de liquide 152.

[0023] La pompe 106 peut être tout dispositif capable de pomper le fluide de refroidissement du récepteur 104 vers la charge calorifique 102. Par exemple, la pompe 106 peut être une pompe volumétrique, une pompe centrifuge et/ou tout type similaire de dispositif de pompe. La pompe 106 peut, par exemple, être une pompe de vol conçue pour être utilisée dans un aéronef à hautes altitudes, par exemple, plus de 30000 pieds. La pompe 106, par exemple, peut être conçue avec une capacité de tête d'aspiration à pression relativement faible.

[0024] Le filtre 108 peut être tout dispositif capable de filtrer et d'éliminer les débris et/ou les contaminants du fluide de refroidissement. Le filtre 108 peut être une combinaison « filtre-déshydrateur » de fluide frigorigène qui a pour fonction d'éliminer l'eau du système et de filtrer le fluide. De plus ou en variante, le filtre peut être de type à tamis à mailles avec des tailles de mailles sélectionnées pour empêcher le colmatage des composants en aval dans le système.

[0025] La soupape anti-retour de pompe 110, la soupape anti-retour TPPL 114 et/ou la soupape anti-retour de compresseur 124 peut/peuvent être tout dispositif capable de permettre un écoulement dans une seule direction, ou d'empêcher l'inversion de flux. Par exemple, les soupapes anti-retour 110, 114, 124 peuvent être une soupape anti-retour mécanique avec une porte qui se ferme lorsque le flux de fluide de refroidissement inverse la direction. Par exemple, la soupape anti-retour TPPL 114 peut uniquement permettre un écoulement de fluide de refroidissement du raccord en T TPPL 112 vers l'échangeur de chaleur 116. De plus ou en variante, la soupape anti-retour de compresseur 124 peut uniquement permettre un écoulement de fluide de refroidissement du compresseur 122 vers l'échangeur de chaleur 116. De plus ou en variante, la soupape anti-retour de pompe 110 peut uniquement permettre un écoulement de fluide de refroidissement de la pompe 106 vers la charge calorifique 102.

[0026] La charge calorifique 102 peut être tout dispositif qui refroidit une charge. Par exemple, la charge calorifique 102 peut être, par exemple, un échangeur de chaleur qui transfère la chaleur d'une charge cible au fluide de refroidissement. La charge calorifique 102, par exemple, peut comprendre un échangeur de chaleur, un échangeur de chaleur à double tube, un échangeur de chaleur à calandre, un échangeur de chaleur à plaques et/ou tout dispositif similaire. De plus ou en variante, la charge calorifique 102 peut comprendre la charge cible elle-même. Par exemple, la charge calorifique 102

peut comprendre une LED, un laser, des éléments électroniques accessoires, un générateur, un moteur et/ou un composant discret configuré(e)(s) pour se coupler thermiquement à la charge cible. De plus ou en variante, une plaque froide peut être couplée thermiquement à la charge cible et peut avoir des passages à travers lesquels le fluide de refroidissement s'écoule et s'évapore. La charge calorifique 102 peut comprendre une seule charge calorifique ou elle pourrait représenter une pluralité de charges calorifiques réparties dans divers agencements en série et/ou en parallèle.

[0027] Le raccord en T TPPL 112 peut être tout dispositif qui sépare le fluide de refroidissement en un liquide et une vapeur. Le raccord en T TPPL 112 peut séparer le liquide et la vapeur par gravité. Par exemple, le raccord en T TPPL 112 peut comprendre, par exemple, un tube de venturi, un épurateur de venturi et/ou un séparateur en forme de T. Le séparateur en forme de T peut être, par exemple, un joint en T. Le raccord en T TPPL 112 peut comprendre une partie inférieure d'un joint en T qui comprend une partie droite reliant l'entrée du raccord en T TPPL 112 à la deuxième sortie 140 du raccord en T TPPL 112. De plus, le raccord en T TPPL 112 peut comprendre une partie supérieure d'un joint en T qui se sépare de la partie inférieure droite. La partie supérieure peut relier l'entrée du raccord en T TPPL 112 à la première sortie 154 du raccord en T TPPL 112.

[0028] Le fluide de refroidissement peut s'écouler à travers l'entrée du raccord en T TPPL 112, et par gravité, la partie liquide du fluide de refroidissement peut rester dans la partie inférieure du raccord en T TPPL 112. Le liquide peut s'écouler de l'entrée du raccord en T TPPL 112, à travers la partie inférieure du raccord en T TPPL 112, à travers la deuxième sortie 140, à travers la deuxième soupape de commande 120, et vers la première entrée 142 du récepteur 104. De plus ou en variante, le fluide de refroidissement peut s'écouler à travers l'entrée du raccord en T TPPL 112, et la vapeur peut monter dans la partie supérieure du raccord en T TPPL 112. La vapeur peut s'écouler à travers l'entrée du raccord en T TPPL 112, à travers la partie supérieure, à travers la première sortie 154, et vers la soupape anti-retour TPPL 114.

[0029] La première soupape de commande 118, la deuxième soupape de commande 120, la troisième soupape de commande 126 et/ou la quatrième soupape de commande 128 peut/peuvent être tout type de soupape capable de recevoir une entrée du dispositif de commande 130 et de régler le débit volumique et/ou le débit massique de fluide de refroidissement s'écoulant à travers la soupape de commande. Par exemple, la première soupape de commande 118, la deuxième soupape de commande 120, la troisième soupape de commande 126 et/ou la quatrième soupape de commande 128 peut/peuvent être des soupapes de commande qui permettent un degré d'ouverture variable et peut/peuvent être capable(s) d'augmenter ou de diminuer le degré d'ouverture de la soupape de commande sur la base de la rétroaction de dispositif de commande 130. Les

soupapes de commande 118, 120, 126, 128 peuvent être, par exemple, des soupapes en ligne, des soupapes à tiroir, des soupapes à tiroir en ligne, des soupapes à commande manuelle, des soupapes pneumatiques, des soupapes motorisées et/ou des soupapes hydrauliques.

- [0030] L'échangeur de chaleur 116 peut être tout dispositif capable de transférer et/ou d'absorber la chaleur du fluide de refroidissement. Par exemple, l'échangeur de chaleur 116 peut transférer la chaleur du fluide de refroidissement vers l'environnement ambiant du système de refroidissement bimodal 100. L'échangeur de chaleur 116 peut être, par exemple, un condenseur. L'échangeur de chaleur 116 peut être, par exemple, un échangeur de chaleur à courants parallèles, un échangeur de chaleur à contre-courant, un échangeur de chaleur à courants multiples et/ou un échangeur de chaleur à courants croisés. Le fluide de refroidissement peut remplir les canaux côté chaud de l'échangeur de chaleur 116 tandis que l'environnement ambiant (par exemple, l'air, l'eau, l'eau de mer) peut remplir les canaux côté froid de l'échangeur de chaleur 116.
- [0031] Le compresseur 122 peut être tout dispositif capable d'aspirer le fluide de refroidissement du récepteur 104, de comprimer le fluide de refroidissement et de pousser le fluide de refroidissement à travers la boucle VCS 138. Le compresseur 122 peut être relié électriquement au dispositif de commande 130. Le dispositif de commande 130 peut commander le fonctionnement du compresseur 122, par exemple, mettre en marche ou arrêter le compresseur 122, et/ou commander le débit volumique ou le débit massique du fluide de refroidissement à travers le compresseur 122.
- [0032] Le dispositif de commande 130 peut être tout dispositif capable de recevoir une rétroaction de capteur des capteurs de pression 134 et des capteurs de température 132 et de transmettre des signaux à la première soupape de commande 118, à la deuxième soupape de commande 120, à la troisième soupape de commande 126 et/ou à la quatrième soupape de commande 128 en conséquence. Le dispositif de commande 130 peut comprendre, par exemple, un processeur. Le dispositif de commande 130 peut, par exemple, commander électriquement les soupapes de commande 118, 120, 126, 128 sur la base d'une température, d'une pression et/ou d'un débit cible(s) du système de refroidissement bimodal 100. Des exemples du dispositif de commande 130 peuvent inclure un processeur, un automate programmable (PLC), un ordinateur, un ordinateur portable, un microcontrôleur ou tout autre dispositif de traitement.
- [0033] Pendant le fonctionnement, le système de refroidissement bimodal 100 peut fonctionner comme une boucle à pompe à deux phases (TPPL) et/ou comme un système de cycle de vapeur (VCS). Pendant le fonctionnement TPPL, le fluide de refroidissement peut s'écouler de la sortie de liquide 152 du récepteur 104, en aval de la pompe 106, à travers le filtre 108 et à travers la soupape anti-retour de pompe 110. La

soupape anti-retour de pompe 110 peut empêcher le fluide de refroidissement de s'écouler à travers la soupape anti-retour de pompe 110 vers le filtre 108 et la pompe 106. Le fluide de refroidissement peut s'écouler de la soupape anti-retour de pompe 110 vers la charge calorifique 102. La charge calorifique 102 peut transférer la chaleur, par exemple, d'une charge cible au fluide de refroidissement s'écoulant à travers la charge calorifique 102. Le fluide de refroidissement peut absorber la chaleur de la charge cible et/ou de la charge calorifique 102. À mesure que le fluide de refroidissement absorbe la chaleur, au moins une partie du fluide de refroidissement peut se transformer de liquide en vapeur.

- [0034] Le fluide de refroidissement peut s'écouler de la charge calorifique 102 vers le raccord en T TPPL 112. Au moins une partie du fluide de refroidissement, comprenant au moins une partie du composant liquide du fluide de refroidissement, peut s'écouler à travers la partie inférieure du raccord en T TPPL 112, hors de la deuxième sortie 140 du raccord en T TPPL 112, à travers la deuxième soupape de commande 120, et revenant vers le récepteur 104 à travers la première entrée 142. Une partie du composant vapeur du fluide de refroidissement peut également s'écouler à travers la deuxième sortie 140 du raccord en T TPPL 112 et à travers la deuxième soupape de commande 120. La deuxième soupape de commande 120 peut permettre à au moins une partie de la vapeur de s'écouler à travers la deuxième soupape de commande 120 afin de commander et/ou de maintenir une température cible au niveau de la charge calorifique 102. Par exemple, la deuxième soupape de commande 120 peut s'ouvrir ou se fermer sur la base de la rétroaction du capteur de pression 134 et du capteur de température 132 disposés entre la charge calorifique 102 et le raccord en T TPPL 112.
- [0035] De plus ou en variante, une partie du fluide de refroidissement, comprenant au moins une partie du composant vapeur du fluide de refroidissement, peut s'écouler à travers la partie supérieure du raccord en T TPPL 112, hors de la première sortie 154 du raccord en T TPPL 112, à travers la soupape anti-retour TPPL 114, et vers l'échangeur de chaleur 116. La soupape anti-retour TPPL 114 peut empêcher le fluide de refroidissement de s'écouler à travers la soupape anti-retour TPPL 114 vers la première sortie 154 du raccord en T TPPL 112, par exemple, lorsqu'une pression au niveau de la sortie du compresseur est supérieure à une pression en amont de la soupape anti-retour TPPL 114, entre la soupape anti-retour TPPL 114 et le raccord en T TPPL 112.
- [0036] Le fluide de refroidissement peut s'écouler à travers l'échangeur de chaleur 116. L'échangeur de chaleur 116 peut absorber la chaleur du fluide de refroidissement et/ou transférer la chaleur du fluide de refroidissement à une autre zone ou à un autre composant, par exemple à l'environnement ambiant du système de refroidissement bimodal 100. L'échangeur de chaleur 116 peut, par exemple, transférer la chaleur à l'environnement externe si le système de refroidissement bimodal 100 est disposé, par

exemple, dans un aéronef. Le fluide de refroidissement peut s'écouler de l'échangeur de chaleur 116, à travers la première soupape de commande 118, et vers la deuxième entrée 144 du récepteur 104. La première soupape de commande 118, qui peut également être appelée « soupape de commande de sous-refroidissement », peut être réglée pour commander la pression de refoulement du compresseur 122 et/ou pour commander la capacité de refroidissement du système de refroidissement bimodal 100. Par exemple, la première soupape de commande 118 peut être réglée pour augmenter ou diminuer la capacité de refroidissement de l'échangeur de chaleur 116 et/ou la pression de refoulement de l'échangeur de chaleur 116 en augmentant ou en diminuant le degré d'ouverture de la première soupape de commande 118. Le dispositif de commande 130 peut commander la première soupape de commande 118 sur la base de la rétroaction de capteur du capteur de pression 134 et du capteur de température 132 disposés en aval de l'échangeur de chaleur 116, entre l'échangeur de chaleur 116 et le récepteur 104.

[0037] Les termes « sous-refroidissement » et « sous-refroidi », tels qu'utilisés ici, sauf indication contraire, seuls ou en combinaison avec d'autres termes, font référence au phénomène d'un liquide à une température inférieure à son point d'ébullition normal. Par exemple, comme le comprendra l'homme du métier, à pression atmosphérique standard, l'eau bout à 373 K. À température ambiante, qui peut faire référence à environ 298 K, l'eau peut être considérée comme « sous-refroidie ».

[0038] Pendant le fonctionnement, quelques degrés de sous-refroidissement peuvent être ciblés, et la première soupape de commande 118 peut être réglée pour maintenir les degrés ciblés de sous-refroidissement. De plus ou en variante, dans un mode TPPL, un autre mode de commande peut consister à commander la première soupape de commande 118 à une position réglée et laisser la première soupape de commande 118 dans la position réglée. Cela peut fournir, par exemple, un niveau de chute de pression relativement faible de sorte que la deuxième soupape de commande 120 puisse être réglée pour commander la distribution du flux de fluide de refroidissement vers/autour de l'échangeur de chaleur 116. En réglant la première soupape de commande 118 à une position réglée, la première soupape de commande 118 et la deuxième soupape de commande 120 sont empêchées de s'affronter, ou en d'autres termes, empêchées chacune d'essayer de se corriger ou de se réajuster en continu en fonction des changements dans le système 100 dus aux corrections et aux réglages de l'autre soupape. De plus ou en variante, dans un mode VCS, la première soupape de commande 118 peut fonctionner comme une soupape de commande de sous-refroidissement comme décrit ci-dessus, et la deuxième soupape de commande 120 peut être commandée à une position complètement ouverte, évitant ainsi l'affrontement de la première soupape de commande 118 et de la deuxième soupape de commande

120 (correction et réajustement en fonction des changements dus à l'autre soupape comme décrit ci-dessus).

- [0039] Pendant le fonctionnement VCS, le fluide de refroidissement peut s'écouler de la sortie de vapeur 146 du récepteur 104 vers le compresseur 122. Le compresseur peut comprimer et augmenter la pression (et la température) du fluide de refroidissement. Le fluide de refroidissement peut s'écouler d'une sortie du compresseur 122 vers la conduite de recyclage 150, vers la conduite de dérivation 148 et/ou vers la soupape anti-retour de compresseur 124.
- [0040] Le fluide de refroidissement peut s'écouler de la sortie du compresseur 122, vers la conduite de recyclage 150, à travers la quatrième soupape de commande 128 (également appelée soupape de commande de surchauffe), et revenant en amont de l'entrée du compresseur 122, entre l'entrée du compresseur 122 et la sortie de vapeur 146 du récepteur 104. La quatrième soupape de commande 128 peut commander le débit de fluide de refroidissement s'écoulant à travers la conduite de recyclage 150. Par exemple, lorsque moins de refroidissement est nécessaire pour la charge calorifique 102, le compresseur 122 et la boucle VCS 138 peuvent être mis au ralenti. La quatrième soupape de commande 128 peut être ouverte et la conduite de recyclage 150 peut remettre en circulation le fluide de refroidissement de la sortie de compresseur 122 à l'entrée de compresseur 122 pour maintenir le compresseur 122 en marche et fournir assez de vapeur lorsque le rejet de charge calorifique n'est pas assez chaud.
- [0041] Les termes « surchauffe » et « surchauffé », tels qu'utilisés ici, sauf indication contraire, seuls ou en combinaison avec d'autres termes, font référence au phénomène dans lequel un fluide est chauffé à une température supérieure à son point d'ébullition. De plus ou en variante, le terme « surchauffe » tel qu'utilisé ici, sauf indication contraire, seul ou en combinaison avec d'autres termes, fait référence à l'excès de température d'une vapeur au-dessus de sa température de saturation et/ou à la chaleur supplémentaire conférée à une vapeur lors de sa surchauffe à partir d'un état sec et saturé.
- [0042] La vapeur au niveau de la sortie 146 du récepteur 104 peut être de la vapeur saturée. Il peut y avoir deux phases présentes dans le récepteur 104. En fonction de la conception du récepteur 104, des conditions de fonctionnement et/ou d'autres facteurs, il peut y avoir une certaine quantité de liquide se déplaçant vers le compresseur 122 sur le conduit entre le récepteur 104 et le compresseur 122, ce qui peut endommager le compresseur 122. En réglant la quantité de flux de recyclage à l'entrée du compresseur 122 depuis la sortie du compresseur 122, un faible degré de « surchauffe » peut être ajouté au fluide de refroidissement entrant dans l'entrée du compresseur 122, ce qui peut augmenter la longévité du compresseur 122. De plus ou en variante, cela peut permettre une réduction de la taille ou du poids du récepteur 104 étant donné qu'une séparation à plus faible efficacité peut être tolérée sans conséquences néfastes pour le

compresseur 122.

[0043] De plus ou en variante, le fluide de refroidissement peut s'écouler du compresseur 122 vers la conduite de dérivation 148, à travers la troisième soupape de commande 126 (également appelée soupape de dérivation des gaz chauds), et vers la deuxième entrée 144 du récepteur 104. Le fluide de refroidissement peut s'écouler à travers la troisième soupape de commande 126 et se mélanger avec le fluide de refroidissement sortant de l'échangeur de chaleur 116, avant de s'écouler vers le récepteur 104. La troisième soupape de commande 126 peut commander le débit de fluide de refroidissement s'écoulant à travers la conduite de dérivation 148. Par exemple, lorsque le système de refroidissement bimodal 100 fonctionne dans un environnement relativement froid, par exemple, à une altitude relativement élevée par exemple plus de 30000 pieds, l'échangeur de chaleur 116 peut être capable de fournir une capacité de refroidissement plus grande que celle à une altitude inférieure. Lorsque l'échangeur de chaleur 116 a une capacité de refroidissement accrue, mais, par exemple, la charge calorifique 102 nécessite toujours une plus grande quantité de refroidissement que ce qui est possible pendant le fonctionnement TPPL, la conduite de dérivation 148 peut fournir le fluide de refroidissement refoulé du compresseur 122 revenant en amont du récepteur 104 pour empêcher un refroidissement excessif du fluide de refroidissement dans le récepteur 104.

[0044] De plus ou en variante, la troisième soupape de commande 126 peut être utilisée lorsque le refroidissement requis par la charge calorifique 102 est relativement faible, mais la température ambiante est assez élevée pour que le refroidissement à une température inférieure à la température ambiante (par exemple, le refroidissement à une température inférieure à la température ambiante du VCS) soit requis. Dans ce cas, le système 100 peut faire fonctionner le compresseur 122 pour obtenir le refroidissement à une température inférieure à la température ambiante, mais la capacité minimale du compresseur 122 peut être trop élevée pour la charge calorifique 102. Dans un tel scénario, la troisième soupape de commande 126 peut être réglée pour commander la capacité de refroidissement du système 100.

[0045] De plus ou en variante, le fluide de refroidissement peut s'écouler du compresseur 122 vers la soupape anti-retour de compresseur 124. La soupape anti-retour de compresseur 124 peut empêcher le fluide de refroidissement de s'écouler à travers la soupape anti-retour de compresseur 124 vers le compresseur 122, par exemple, lorsqu'une pression au niveau de la sortie du compresseur 122 est inférieure à une pression en amont de la soupape anti-retour TPPL 114, entre la soupape anti-retour TPPL 114 et le raccord en T TPPL 112.

[0046] Le fluide de refroidissement peut s'écouler du compresseur 122, à travers la soupape anti-retour de compresseur 124, et à travers l'échangeur de chaleur 116. L'échangeur

de chaleur 116 peut absorber la chaleur du fluide de refroidissement et/ou transférer la chaleur du fluide de refroidissement à une autre zone ou à un autre composant, par exemple, à l'environnement ambiant du système de refroidissement bimodal 100.

L'échangeur de chaleur 116 peut, par exemple, transférer la chaleur à l'environnement externe si le système de refroidissement bimodal 100 est disposé, par exemple, dans un aéronef. L'échangeur de chaleur 116 peut absorber la chaleur du fluide de refroidissement. À mesure que l'échangeur de chaleur 116 absorbe la chaleur, au moins une partie du fluide de refroidissement peut se condenser d'une vapeur en un liquide.

[0047] Le fluide de refroidissement peut s'écouler de l'échangeur de chaleur 116, à travers la première soupape de commande 118, et vers la deuxième entrée 144 du récepteur 104. La première soupape de commande 118 peut être réglée pour commander la pression de refoulement du compresseur 122 et/ou pour commander la capacité de refroidissement du système de refroidissement bimodal 100. Par exemple, la première soupape de commande 118 peut être réglée pour augmenter ou diminuer la capacité de refroidissement et/ou la pression de refoulement en augmentant ou en diminuant le degré d'ouverture de la première soupape de commande 118. Le dispositif de commande 130 peut commander la première soupape de commande 118 sur la base de la rétroaction de capteur du capteur de pression 134 et du capteur de température 132 disposés en aval de l'échangeur de chaleur 116, entre l'échangeur de chaleur 116 et le récepteur 104. La première soupape de commande 118 peut être réglée pour augmenter la pression et/ou augmenter la température de saturation du fluide de refroidissement, par exemple, pendant le fonctionnement VCS.

[0048] Pendant le fonctionnement VCS, le fluide de refroidissement peut s'écouler de la sortie de liquide 152 du récepteur 104, à travers la pompe 106, à travers le filtre 108 et/ou à travers la charge calorifique 102 comme décrit ci-dessus pendant le fonctionnement TPPL. De plus ou en variante, lorsque le système de refroidissement bimodal 100 fonctionne comme un système de cycle de vapeur, la soupape anti-retour TPPL 114 peut se fermer et tout le fluide de refroidissement peut s'écouler à travers la deuxième sortie 140 du raccord en T TPPL 112 et à travers la deuxième soupape de commande 120 vers le récepteur 104. De plus ou en variante, la deuxième soupape de commande 120 peut simultanément commencer à s'ouvrir tandis que la soupape anti-retour TPPL 114 commence à se fermer afin de ne pas exercer une contre-pression excessive sur la pompe 106 et d'éviter le broutage de la deuxième soupape de commande et de la soupape anti-retour TPPL 114.

[0049] Le système de refroidissement bimodal 100 peut passer du fonctionnement TPPL au fonctionnement VCS lorsqu'une augmentation de la capacité de refroidissement est nécessaire pour refroidir de manière adéquate la charge calorifique 102 et/ou lorsqu'un rejet de chaleur accru est requis, par exemple, lorsque la différence entre la température

de l'air ambiant et la température de la charge calorifique 102 (Δt) est relativement faible ou négative. Par exemple, l'échangeur de chaleur 116 peut ne pas être capable de rejeter autant de chaleur que nécessaire pour refroidir de manière adéquate la charge calorifique 102 pendant le fonctionnement TPPL lorsque le système de refroidissement bimodal 100 fonctionne à une altitude relativement inférieure où la température de l'air ambiant est relativement plus chaude, et/ou lorsque la charge calorifique 102 est relativement élevée, par exemple, lorsque le système de refroidissement bimodal 100 est disposé dans un aéronef, pendant le décollage ou le fonctionnement de la charge cible.

[0050] Sur la base de la rétroaction des capteurs de pression 134 et/ou des capteurs de température 132, et sur la base des températures cibles de la charge calorifique 102 et/ou du récepteur 104, le dispositif de commande 130 peut déterminer qu'une augmentation de la capacité de refroidissement est nécessaire, par exemple, lorsqu'un ou plusieurs des capteurs de température 132 détecte/défectent une température supérieure à la température cible au niveau de la zone du capteur 132, et en réponse, le dispositif de commande 130 peut mettre en marche le compresseur 122. À mesure que le compresseur 122 commence à fonctionner, en aspirant le fluide de refroidissement du récepteur 104, comprimant le fluide de refroidissement, et augmentant la température et la pression du fluide de refroidissement, la pression au niveau de la sortie du compresseur 122 peut augmenter. La pression au niveau de la sortie du compresseur 122 peut devenir supérieure à une pression en amont de la soupape anti-retour TPPL 114. Par conséquent, la soupape anti-retour de compresseur 124 peut s'ouvrir et la soupape anti-retour TPPL 114 peut se fermer.

[0051] De plus ou en variante, le système de refroidissement bimodal 100 peut passer du fonctionnement VCS au fonctionnement TPPL lorsque la capacité de refroidissement nécessaire pour refroidir de manière adéquate la charge calorifique 102 diminue et/ou lorsqu'un rejet de chaleur réduit est requis, par exemple, lorsque la différence entre la température de l'environnement ambiant (par exemple, l'air) et la température de la charge calorifique 102 (Δt) est relativement élevée. Par exemple, l'échangeur de chaleur 116 peut être capable de rejeter une quantité de chaleur pour refroidir de manière adéquate la charge calorifique 102 pendant le fonctionnement TPPL lorsque le système de refroidissement bimodal 100 fonctionne à une altitude relativement plus élevée où la température de l'air ambiant est relativement basse, et/ou lorsque la charge calorifique 102 est relativement faible, par exemple, lorsque le système de refroidissement bimodal 100 est disposé dans un aéronef, en croisière ou lorsque la charge cible est inactive.

[0052] La [Fig.2] illustre un exemple de système de refroidissement bimodal 200. Toutes les caractéristiques et fonctionnalités discutées en référence à la [Fig.1] sont applicables aux modes de réalisation et exemples suivants, sauf indication contraire. Le système de

refroidissement bimodal 200 peut comprendre tous les composants du système de refroidissement bimodal 100. Le système de refroidissement bimodal 200 peut comprendre une ou plusieurs pompe(s) 106, un ou plusieurs filtre(s) 108, une ou plusieurs soupape(s) anti-retour de pompe, un préchauffeur 202, et/ou un mélangeur 204.

- [0053] De multiples pompes 106 peuvent être disposées en aval du récepteur 104. La sortie de liquide 152 du séparateur liquide-vapeur peut fournir un fluide de refroidissement du récepteur 104 aux multiples pompes 106. Les pompes 106 peuvent être en parallèle les unes avec les autres. Chaque pompe 106 peut avoir un filtre 108 et/ou une soupape anti-retour de pompe 110 disposé(e)(s) en aval de la pompe 106. Pendant le fonctionnement, le fluide de refroidissement peut s'écouler du récepteur 104 et se diviser entre différentes conduites de refroidissement en aval du récepteur 104, où chacune des conduites de refroidissement comprend l'une des pompes 106, l'un des filtres 108 et l'une des soupapes anti-retour de pompe 110. Les conduites de refroidissement parallèles peuvent alors fusionner de nouveau ensemble en une seule conduite en aval des soupapes anti-retour de pompe 110, entre les soupapes anti-retour de pompe 110 et le préchauffeur 202 et/ou la charge calorifique 102.
- [0054] Le préchauffeur 202 peut être disposé en aval des soupapes anti-retour de pompe 110, des filtres 108 et/ou des pompes 106 et en amont de la charge calorifique 102. Le fluide de refroidissement peut s'écouler des pompes 106 à travers le préchauffeur 202 et vers la charge calorifique 102. Le préchauffeur 202 peut être tout dispositif capable de transférer la chaleur au fluide de refroidissement en amont de la charge calorifique 102, par exemple, le préchauffeur 202 peut être un récupérateur et/ou un échangeur de chaleur à double tube. Une conduite de fluide de refroidissement peut s'étendre de l'aval de la charge calorifique 102, entre la charge calorifique 102 et le raccord en T TPPL 112, au préchauffeur 202, à travers le préchauffeur 202, et revenant en aval de la charge calorifique 102.
- [0055] Pendant le fonctionnement, le fluide de refroidissement peut s'écouler des pompes 106, à travers le préchauffeur 202, et vers la charge calorifique 102. Le préchauffeur 202 peut laisser passer le fluide de refroidissement s'écoulant de la pompe 106 à proximité étroite du flux de fluide de refroidissement de l'aval de la charge calorifique 102 pour transférer la chaleur au flux de fluide de refroidissement s'écoulant de la pompe 106. Le préchauffage du fluide de refroidissement s'écoulant de la pompe 106 avant de s'écouler vers la charge calorifique 102 peut augmenter l'efficacité du système de refroidissement bimodal 100.
- [0056] Le mélangeur 204 peut être disposé en aval de la première soupape de commande 118, de la deuxième soupape de commande 120 et/ou de la troisième soupape de commande 126. Le mélangeur peut être disposé en amont de la première entrée 142 du

récepteur 104. Le mélangeur peut être tout dispositif capable de recevoir un flux de fluide de refroidissement de la première soupape de commande 118, de la deuxième soupape de commande 120 et/ou de la troisième soupape de commande 126, et de mélanger les flux séparés de chaque soupape de commande respective 118, 120, 126 en un seul flux. Pendant le fonctionnement, le fluide de refroidissement peut s'écouler vers le mélangeur 204 depuis la charge calorifique à travers la deuxième soupape de commande 120, vers le mélangeur 204 depuis l'échangeur de chaleur 116 à travers la première soupape de commande 118, et/ou vers le mélangeur 204 depuis le compresseur 122 à travers la troisième soupape de commande 126. Le fluide de refroidissement peut être mélangé dans le mélangeur 204 et s'écouler à travers une sortie du mélangeur 204 vers la première entrée 142 du récepteur 104.

[0057] Le mélangeur 204 peut permettre d'utiliser une détection de température et/ou de pression moyenne améliorée pour la commande, l'amélioration de la contrôlabilité du compresseur 122 pendant les conditions de mise au ralenti et/ou la réduction de la taille et/ou du poids du récepteur 104 en limitant le nombre d'orifices à contrainte plus élevée sur un récipient de plus grand diamètre. Le mélangeur 204 peut améliorer la commande de compresseur 122 pendant la mise au ralenti en évitant une condition d'emballement thermique. Une condition d'emballement thermique peut se produire lorsque le gaz chaud de la troisième soupape de commande 126 se déplace en boucle à travers le récepteur 104 et revenant vers le compresseur 122 sans être refroidi de manière adéquate par absorption de chaleur latente par vaporisation d'une partie de la phase liquide du fluide de refroidissement.

[0058] La [Fig.3] illustre un organigramme d'un exemple de séquences d'étapes (300) pour refroidir la charge calorifique 102. Les étapes peuvent comprendre des opérations supplémentaires, différentes ou moins nombreuses que celles illustrées dans la [Fig.3]. Les étapes peuvent être exécutées dans un ordre différent de celui illustré dans la [Fig.3].

[0059] Pendant le fonctionnement du système de refroidissement bimodal 100, 200, le fluide de refroidissement peut être orienté (302) à travers la TPPL 136 si la soupape anti-retour TPPL 114 est ouverte et la soupape anti-retour de compresseur 124 est fermée. La TPPL peut comprendre le récepteur 104, la charge calorifique 102 en aval du récepteur 104, le raccord en T TPPL 112 en aval de la charge calorifique 102, la soupape anti-retour TPPL 114 en aval du raccord en T TPPL 112 et l'échangeur de chaleur 116 en aval de la soupape anti-retour TPPL 114 et en amont du récepteur.

[0060] Le fluide de refroidissement peut être orienté (304) à travers une boucle 138 de système de cycle de vapeur (VCS) si la soupape anti-retour de compresseur 124 est ouverte et la soupape anti-retour TPPL 114 est fermée. La boucle de système de cycle de vapeur 138 peut comprendre le récepteur 104, le compresseur 122 en aval du récepteur 104, la soupape anti-retour de compresseur 124 en aval du compresseur 122

et en amont de l'échangeur de chaleur 116, et l'échangeur de chaleur 116.

- [0061] La soupape anti-retour TPPL 114 peut être fermée (306) si une pression de refoulement du compresseur 122 est supérieure à une pression de la boucle à pompe à deux phases 136 en amont de la soupape anti-retour TPPL 114.
- [0062] La soupape anti-retour de compresseur 124 peut être fermée (308) si une pression au niveau d'une entrée de l'échangeur de chaleur 116 est supérieure à une pression au niveau d'une sortie du compresseur 122.
- [0063] Un degré d'ouverture de la deuxième soupape de commande 120 disposée en aval du raccord en T TPPL 112 peut être réglé (310) sur la base de la rétroaction du capteur de pression 134 et/ou du capteur de température 132. Le capteur de pression 134 et/ou le capteur de température 132 peut/peuvent être disposé(s) en amont du raccord en T TPPL 112. De plus ou en variante, un degré d'ouverture de la deuxième soupape de commande 120 peut être réglé (310) sur la base de la pression et/ou de la température du récepteur 104, qui peut/peuvent être mesurée(s) en utilisant l'instrumentation en amont du compresseur 122 lorsque le compresseur 122 est éteint.
- [0064] Un degré d'ouverture de la troisième soupape de commande 126 et/ou de la quatrième soupape de commande 128 disposée(s) en aval du compresseur peut être réglé (312) sur la base de la rétroaction du capteur de pression 134 et/ou du capteur de température 132. Le capteur de pression 134 et/ou le capteur de température 132 peut/peuvent être disposé(s) en amont du compresseur.
- [0065] Un degré d'ouverture de la première soupape de commande 118 disposée en aval de l'échangeur de chaleur peut être réglé (314) sur la base de la rétroaction du capteur de pression 134 et/ou du capteur de température 132. Le capteur de pression 134 et/ou le capteur de température 132 peut/peuvent être disposé(s) en aval de l'échangeur de chaleur 116.
- [0066] La logique illustrée dans les organigrammes peut comprendre des opérations supplémentaires, différentes ou moins nombreuses que celles illustrées. Les opérations illustrées peuvent être effectuées dans un ordre différent de celui illustré.
- [0067] Les étapes peuvent comprendre des étapes supplémentaires, différentes ou moins nombreuses que celles illustrées dans la [Fig.3]. Les étapes peuvent être exécutées dans un ordre différent de celui illustré dans la [Fig.3]. Par exemple, l'étape de fermeture (308) de la soupape anti-retour de compresseur 124 peut avoir lieu avant l'étape d'orientation (302) du fluide de refroidissement à travers la TPPL 136. En variante ou de plus, l'étape de fermeture (306) de la soupape anti-retour TPPL 114 peut avoir lieu avant l'étape d'orientation (3004) du fluide de refroidissement à travers la boucle VCS 138. En variante ou de plus, l'étape de réglage (310, 312, 314) de la première soupape de commande 118, de la deuxième soupape de commande 120, de la troisième soupape de commande 126, et/ou de la quatrième soupape de commande 128 peut se produire

avant ou après l'une quelconque des autres étapes. En variante ou de plus, l'une quelconque des étapes illustrées dans la [Fig.3] peut se produire plusieurs fois et/ou dans n'importe quel ordre.

- [0068] Bien que l'organigramme de la [Fig.3] puisse sembler impliquer que les étapes illustrées sont effectuées en série, l'une des étapes illustrées dans la [Fig.3] peut être effectuée simultanément. Par exemple, l'orientation (302) du fluide de refroidissement à travers la TPPL 136 peut se produire lors de la fermeture (308) de la soupape anti-retour de compresseur 124 ou lors du réglage (310, 312, 314) de la première soupape de commande 118, de la deuxième soupape de commande 120, de la troisième soupape de commande 126, et/ou de la quatrième soupape de commande 128.
- [0069] Chaque composant peut comprendre des composants supplémentaires, différents ou moins nombreux. Par exemple, la charge calorifique 102 peut comprendre un évaporateur, une plaque froide, une soupape de commande de flux de rectification et/ou une plaque froide de sous-échelle. De plus ou en variante, le compresseur 122 peut comprendre de multiples compresseurs, un filtre, un sécheur et/ou une pompe de sur-alimentation.
- [0070] Le système de refroidissement bimodal 100, 200 peut être mis en œuvre avec des composants supplémentaires, différents ou moins nombreux. Par exemple, le système de refroidissement bimodal peut comprendre de multiples charges calorifiques 102, de multiples soupapes anti-retour 110, 114, 124, de multiples échangeurs de chaleur 116, de multiples pompes 106, de multiples soupapes de commande 120, 118, 126, 128 et de multiples capteurs de pression 134 et/ou capteurs de température 132. Le système de refroidissement bimodal 100, 200 peut comprendre d'autres types de capteurs, par exemple des capteurs de débit massique et/ou des capteurs de niveau de liquide. Le système de refroidissement bimodal 100, 200 peut comprendre un sous-refroidisseur en amont de la pompe 106, entre la pompe 106 et le récepteur 104, pour ajouter le refroidissement et/ou éviter la cavitation au niveau de la pompe 106.
- [0071] De plus, ou en variante, le dispositif de commande 130 peut comprendre une mémoire (non représentée), un processeur (non représenté) et une interface réseau (non représentée). Le processeur peut être en communication avec la mémoire et une interface réseau. Le processeur et les autres composants du système de refroidissement bimodal 100, 200 peuvent être en communication entre eux. Par exemple, la première soupape de commande 118, la deuxième soupape de commande 120, la troisième soupape de commande 126, la quatrième soupape de commande 128, le récepteur 104, les capteurs de pression 134 et/ou les capteurs de température 132 peuvent être en communication avec le processeur. De plus ou en variante, le processeur peut être en communication avec un ou plusieurs capteur(s). Les capteurs peuvent être, par exemple, des capteurs de pression, des capteurs de débit et/ou des capteurs de tem-

pérature. Il peut y avoir, par exemple, des liaisons optiques et/ou électriques entre le dispositif de commande 130 et chacun des composants du système de refroidissement bimodal 100, 200 par lesquelles le processeur et un ou plusieurs des composants communiquent.

- [0072] Dans un exemple, le processeur peut également être en communication avec des éléments supplémentaires, tels qu'un dispositif d'affichage. Des exemples de processeur peuvent inclure un processeur général, une unité centrale de traitement, un microcontrôleur, un serveur, un circuit intégré spécifique à une application (ASIC), un processeur de signaux numériques, un réseau prédéfini programmable par l'utilisateur (FPGA), un dispositif de commande, un PLC, et/ou un circuit numérique, un circuit analogique.
- [0073] Le processeur peut être un ou plusieurs dispositif(s) pouvant fonctionner pour exécuter une logique. La logique peut comprendre des instructions exécutables par ordinateur ou un code informatique incorporé(es) dans la mémoire ou dans une autre mémoire qui, lorsqu'elles/il sont/est exécuté(es) par le processeur, amène/amènent le processeur à effectuer les fonctionnalités implémentées par la logique. Le code informatique peut comprendre des instructions exécutables avec le processeur.
- [0074] Afin de clarifier leur utilisation et d'informer le public par la présente, les expressions « au moins l'un de <A>, , ... et <N> » ou « au moins l'un de <A>, , ... ou <N> » ou « au moins l'un de <A>, , ... <N>, ou des combinaisons de ceux-ci » ou « <A>, , ... et/ou <N> » sont définies par le Demandeur au sens le plus large, remplaçant toute autre définition implicite ci-avant ou ci-après, sauf si le Demandeur a expressément affirmé le contraire, pour signifier un ou plusieurs élément(s) choisi(s) dans le groupe comprenant A, B, ... et N. En d'autres termes, les expressions signifient toute combinaison d'un ou de plusieurs des éléments A, B, ... ou N y compris n'importe quel élément seul ou l'élément en combinaison avec un ou plusieurs des autres éléments qui peuvent également comprendre, en combinaison, des éléments supplémentaires non énumérés. Sauf indication contraire ou sauf si le contexte suggère le contraire, tel qu'utilisé ici, « un » ou « une » signifie « au moins un(e) » ou « un(e) ou plusieurs ».
- [0075] Bien que divers modes de réalisation aient été décrits, il sera évident pour l'homme du métier que de nombreux autres modes de réalisation et mises en œuvre sont possibles. Par conséquent, les modes de réalisation décrits ici sont des exemples, et ne sont pas les seuls modes de réalisation et mises en œuvre possibles.
- [0076] L'objet de la divulgation peut également se rapporter, entre autres, aux aspects suivants :
- [0077] Un premier aspect se rapporte à un système de refroidissement comprenant : une boucle à pompe à deux phases (TPPL), la boucle à pompe à deux phases comprenant

un récepteur, une pompe en aval du récepteur, une charge calorifique en aval de la pompe, une soupape anti-retour TPPL en aval de la charge calorifique, et un échangeur de chaleur en aval de la soupape anti-retour TPPL et en amont du récepteur ; et une boucle de système de cycle de vapeur (VCS), la boucle de système de cycle de vapeur comprenant le récepteur, un compresseur en aval d'une sortie de vapeur du récepteur, une soupape anti-retour de compresseur en aval du compresseur et en amont de l'échangeur de chaleur, et l'échangeur de chaleur, dans lequel la charge calorifique, qui est dans la TPPL, est dans la boucle VCS en aval d'une sortie de liquide du récepteur, dans lequel la boucle à pompe à deux phases est configurée pour fonctionner dans un mode TPPL dans lequel un fluide de refroidissement s'écoule à travers la boucle à pompe à deux phases en raison de l'ouverture de la soupape anti-retour TPPL et de la fermeture de la soupape anti-retour de compresseur, et dans lequel la boucle de système de cycle de vapeur est configurée pour fonctionner dans un mode VCS dans lequel le fluide de refroidissement s'écoule à travers la boucle de système de cycle de vapeur en raison de la fermeture de la soupape anti-retour TPPL et de l'ouverture de la soupape anti-retour de compresseur.

- [0078] Un deuxième aspect se rapporte au système de refroidissement de l'aspect 1, dans lequel la TPPL comprend en outre un raccord en T TPPL en aval de la charge calorifique, dans lequel la soupape anti-retour TPPL est en aval du raccord en T TPPL.
- [0079] Un troisième aspect se rapporte au système de refroidissement de n'importe quel aspect précédent, dans lequel la soupape anti-retour de compresseur est configurée pour se fermer si une pression au niveau d'une entrée de l'échangeur de chaleur est supérieure à une pression au niveau d'une sortie du compresseur et/ou dans lequel la soupape anti-retour TPPL est configurée pour se fermer si une pression au niveau d'une sortie du compresseur est supérieure à une pression de la boucle à pompe à deux phases en amont de la soupape anti-retour TPPL.
- [0080] Un quatrième aspect se rapporte au système de refroidissement de n'importe quel aspect précédent, comprenant en outre une conduite de refroidissement s'étendant d'une sortie du raccord en T TPPL au récepteur, dans lequel la conduite de refroidissement comprend une soupape de commande en aval du raccord en T TPPL et en amont du récepteur.
- [0081] Un cinquième aspect se rapporte au système de refroidissement de n'importe quel aspect précédent, comprenant en outre un capteur de pression et/ou un capteur de température disposé(s) en amont du raccord en T TPPL, et un dispositif de commande, dans lequel le dispositif de commande est configuré pour régler un degré d'ouverture de la soupape de commande sur la base d'une rétroaction du capteur de pression et/ou du capteur de température, dans lequel une température de la charge calorifique est affectée par le degré d'ouverture de la soupape de commande.

- [0082] Un sixième aspect se rapporte au système de refroidissement de n'importe quel aspect précédent, comprenant en outre une conduite de recyclage s'étendant d'une sortie du compresseur revenant en amont vers une entrée du compresseur, dans lequel la conduite de recyclage comprend une soupape de commande en aval du compresseur, dans lequel la conduite de recyclage est configurée pour remettre en circulation le fluide de refroidissement de la sortie du compresseur à l'entrée du compresseur pour chauffer le fluide de refroidissement au niveau de l'entrée du compresseur.
- [0083] Un septième aspect se rapporte au système de refroidissement de n'importe quel aspect précédent, comprenant en outre un capteur de pression et/ou un capteur de température disposé(s) en amont du compresseur, et un dispositif de commande, dans lequel le dispositif de commande est configuré pour régler un degré d'ouverture de la soupape de commande sur la base d'une rétroaction du capteur de pression et/ou du capteur de température.
- [0084] Un huitième aspect se rapporte au système de refroidissement de n'importe quel aspect précédent, comprenant en outre une conduite de dérivation s'étendant d'une sortie du compresseur à une entrée du récepteur, dans lequel la conduite de dérivation comprend une soupape de commande disposée en aval du compresseur.
- [0085] Un neuvième aspect se rapporte au système de refroidissement de n'importe quel aspect précédent, comprenant en outre un capteur de pression et/ou un capteur de température en amont du compresseur, et un dispositif de commande, dans lequel le dispositif de commande est configuré pour régler un degré d'ouverture de la soupape de commande sur la base d'une rétroaction du capteur de pression et/ou du capteur de température, dans lequel la conduite de dérivation est configurée pour remettre en circulation le fluide de refroidissement de la sortie du compresseur au récepteur pour chauffer le fluide de refroidissement dans le récepteur.
- [0086] Un dixième aspect se rapporte au système de refroidissement de n'importe quel aspect précédent, comprenant en outre une soupape de commande en aval de l'échangeur de chaleur et en amont du récepteur, un capteur de pression et/ou un capteur de température en aval de l'échangeur de chaleur, et un dispositif de commande, dans lequel le dispositif de commande est configuré pour régler un degré d'ouverture de la soupape de commande sur la base d'une rétroaction du capteur de pression et/ou du capteur de température.
- [0087] Un onzième aspect se rapporte au système de refroidissement de n'importe quel aspect précédent, comprenant en outre un mélangeur disposé en amont du récepteur et en aval de la charge calorifique, le compresseur et l'échangeur de chaleur.
- [0088] Un douzième aspect se rapporte au système de refroidissement de n'importe quel aspect précédent, dans lequel le raccord en T TPPL est un séparateur en forme de T.
- [0089] Un treizième aspect se rapporte au système de refroidissement de n'importe quel

aspect précédent, comprenant en outre un préchauffeur en amont de la charge calorifique et en aval de la pompe, dans lequel le préchauffeur est configuré pour préchauffer le fluide de refroidissement entrant dans la charge calorifique en transférant la chaleur du fluide de refroidissement sortant de la charge calorifique.

- [0090] Un quatorzième aspect se rapporte à un procédé de refroidissement d'une charge calorifique, le procédé comprenant : l'orientation d'un fluide de refroidissement à travers une boucle à pompe à deux phases (TPPL) dans un mode TPPL en raison de l'ouverture d'une soupape anti-retour TPPL et de la fermeture d'une soupape anti-retour de compresseur, la boucle à pompe à deux phases comprenant un récepteur, une charge calorifique en aval du récepteur, la soupape anti-retour TPPL en aval de la charge calorifique, et un échangeur de chaleur en aval de la soupape anti-retour TPPL et en amont du récepteur ; l'orientation du fluide de refroidissement à travers une boucle de système de cycle de vapeur (VCS) dans un mode VCS en raison de la fermeture de la soupape anti-retour TPPL et de l'ouverture de la soupape anti-retour de compresseur, la boucle de système de cycle de vapeur comprenant le récepteur, un compresseur en aval d'une sortie de vapeur du récepteur, la soupape anti-retour de compresseur en aval du compresseur et en amont de l'échangeur de chaleur, et l'échangeur de chaleur, dans lequel la charge calorifique, qui est dans la TPPL, est dans la boucle VCS en aval d'une sortie de liquide du récepteur.
- [0091] Un quinzième aspect se rapporte au procédé de l'aspect 14, comprenant en outre la fermeture de la soupape anti-retour TPPL si une pression de refoulement du compresseur est supérieure à une pression de la boucle à pompe à deux phases en amont de la soupape anti-retour TPPL lorsque la capacité de refroidissement de la TPPL est insuffisante pour refroidir la charge calorifique.
- [0092] Un seizième aspect se rapporte au procédé de n'importe quel aspect précédent, comprenant en outre la fermeture de la soupape anti-retour de compresseur si une pression au niveau d'une entrée de l'échangeur de chaleur est supérieure à une pression au niveau d'une sortie du compresseur lorsque la capacité de refroidissement de la TPPL est suffisante pour refroidir la charge calorifique.
- [0093] Un dix-septième aspect se rapporte au procédé de n'importe quel aspect précédent, dans lequel la TPPL comprend en outre un raccord en T TPPL en aval de la charge calorifique, dans lequel la soupape anti-retour TPPL est en aval du raccord en T TPPL, le procédé comprenant en outre le réglage d'un degré d'ouverture d'une soupape de commande disposée en aval du raccord en T TPPL sur la base d'une rétroaction d'un capteur de pression et/ou d'un capteur de température, dans lequel le capteur de pression et/ou le capteur de température est/sont disposé(s) en amont du raccord en T TPPL.
- [0094] Un dix-huitième aspect se rapporte au procédé de n'importe quel aspect précédent,

comprenant en outre le réglage d'un degré d'ouverture d'une soupape de commande disposée en aval du compresseur sur la base d'une rétroaction d'un capteur de pression et/ou d'un capteur de température, dans lequel le capteur de pression et/ou le capteur de température est/sont disposé(s) en amont du compresseur.

[0095] Un dix-neuvième aspect se rapporte au procédé de n'importe quel aspect précédent, comprenant en outre le réglage d'un degré d'ouverture d'une soupape de commande disposée en aval de l'échangeur de chaleur sur la base d'une rétroaction d'un capteur de pression et/ou d'un capteur de température, dans lequel le capteur de pression et/ou le capteur de température est/sont disposé(s) en aval de l'échangeur de chaleur.

[0096] Un vingtième aspect se rapporte à un système de refroidissement comprenant : une boucle à pompe à deux phases (TPPL), la boucle à pompe à deux phases comprenant un récepteur, une pompe en aval du récepteur, une charge calorifique en aval de la pompe, un raccord en T TPPL en aval de la charge calorifique, une soupape anti-retour TPPL en aval du raccord en T TPPL, et un échangeur de chaleur en aval de la soupape anti-retour TPPL et en amont du récepteur ; et une boucle de système de cycle de vapeur (VCS), la boucle de système de cycle de vapeur comprenant le récepteur, un compresseur en aval d'une sortie de vapeur du récepteur, une soupape anti-retour de compresseur en aval du compresseur et en amont de l'échangeur de chaleur, et l'échangeur de chaleur, dans lequel la charge calorifique, qui est dans la TPPL, est dans la boucle VCS en aval d'une sortie de liquide du récepteur, dans lequel la boucle à pompe à deux phases est configurée pour fonctionner dans un mode TPPL dans lequel un fluide de refroidissement s'écoule à travers la boucle à pompe à deux phases en raison de l'ouverture de la soupape anti-retour TPPL et de la fermeture de la soupape anti-retour de compresseur, et dans lequel la boucle de système de cycle de vapeur est configurée pour fonctionner dans un mode VCS dans lequel le fluide de refroidissement s'écoule à travers la boucle de système de cycle de vapeur en raison de la fermeture de la soupape anti-retour TPPL et de l'ouverture de la soupape anti-retour de compresseur, dans lequel la soupape anti-retour TPPL est configurée pour se fermer si, en réponse à la mise en marche du compresseur, une pression au niveau d'une sortie du compresseur est supérieure à une pression de la boucle à pompe à deux phases en amont de la soupape anti-retour TPPL, dans lequel la soupape anti-retour de compresseur est configurée pour se fermer si, en réponse à l'arrêt du compresseur, une pression au niveau d'une entrée de l'échangeur de chaleur est supérieure à une pression au niveau d'une sortie du compresseur.

[0097] En plus des caractéristiques mentionnées dans chacun des aspects indépendants énumérés ci-dessus, certains exemples peuvent montrer, seuls ou en combinaison, les caractéristiques optionnelles mentionnées dans les aspects dépendants et/ou telles que divulguées dans la description ci-dessus et représentées dans les figures.

Revendications

- [Revendication 1] Système de refroidissement (100) comprenant :
- une boucle à pompe à deux phases (TPPL), la boucle à pompe à deux phases comprenant
 - un récepteur (104),
 - une pompe (106) en aval du récepteur (104),
 - une charge calorifique (102) en aval de la pompe (106),
 - une soupape anti-retour TPPL (114) en aval de la charge calorifique (102), et
 - un échangeur de chaleur (122) en aval de la soupape anti-retour TPPL (114) et en amont du récepteur (104) ; et
 - une boucle de système de cycle de vapeur (VCS), la boucle de système de cycle de vapeur comprenant
 - le récepteur (104),
 - un compresseur (122) en aval d'une sortie de vapeur du récepteur (104),
 - une soupape anti-retour de compresseur (122) en aval du compresseur (122) et en amont de l'échangeur de chaleur (122), et
 - l'échangeur de chaleur (122),
- dans lequel la charge calorifique (102), qui est dans la TPPL, est dans la boucle VCS en aval d'une sortie de liquide du récepteur (104), dans lequel la boucle à pompe (106) à deux phases est configurée pour fonctionner dans un mode TPPL dans lequel un fluide de refroidissement s'écoule à travers la boucle à pompe (106) à deux phases en raison de l'ouverture de la soupape anti-retour TPPL (114) et de la fermeture de la soupape anti-retour de compresseur (122), et dans lequel la boucle de système de cycle de vapeur est configurée pour fonctionner dans un mode VCS dans lequel le fluide de refroidissement s'écoule à travers la boucle de système de cycle de vapeur en raison de la fermeture de la soupape anti-retour TPPL (114) et de l'ouverture de la soupape anti-retour de compresseur (122).
- [Revendication 2] Système de refroidissement de la revendication 1, dans lequel la TPPL comprend en outre un raccord en T TPPL (112) en aval de la charge calorifique (102), dans lequel la soupape anti-retour TPPL (114) est en aval du raccord en T TPPL.
- [Revendication 3] Système de refroidissement de la revendication 1, dans lequel la soupape anti-retour de compresseur (122) est configurée pour se fermer si une pression au niveau d'une entrée de l'échangeur de chaleur (122)

est supérieure à une pression au niveau d'une sortie du compresseur (122) et/ou dans lequel la soupape anti-retour TPPL (114) est configurée pour se fermer si une pression au niveau d'une sortie du compresseur (122) est supérieure à une pression de la boucle à pompe (106) à deux phases en amont de la soupape anti-retour TPPL (114).

[Revendication 4] Système de refroidissement de la revendication 2, comprenant en outre une conduite de refroidissement s'étendant d'une sortie du raccord en T TPPL (112) au récepteur (104), dans lequel la conduite de refroidissement comprend une soupape de commande en aval du raccord en T TPPL (112) et en amont du récepteur (104).

[Revendication 5] Système de refroidissement de la revendication 4, comprenant en outre un capteur de pression et/ou un capteur de température disposé(s) en amont du raccord en T TPPL, et un dispositif de commande, dans lequel le dispositif de commande est configuré pour régler un degré d'ouverture de la soupape de commande sur la base d'une rétroaction du capteur de pression et/ou du capteur de température, dans lequel une température de la charge calorifique (102) est affectée par le degré d'ouverture de la soupape de commande.

[Revendication 6] Système de refroidissement de la revendication 1, comprenant en outre une conduite de recyclage s'étendant d'une sortie du compresseur (122) revenant en amont vers une entrée du compresseur (122), dans lequel la conduite de recyclage comprend une soupape de commande en aval du compresseur (122), dans lequel la conduite de recyclage est configurée pour remettre en circulation le fluide de refroidissement de la sortie du compresseur (122) à l'entrée du compresseur (122) pour chauffer le fluide de refroidissement au niveau de l'entrée du compresseur (122).

[Revendication 7] Système de refroidissement de la revendication 6, comprenant en outre un capteur de pression et/ou un capteur de température disposé(s) en amont du compresseur (122), et un dispositif de commande, dans lequel le dispositif de commande est configuré pour régler un degré d'ouverture de la soupape de commande sur la base d'une rétroaction du capteur de pression et/ou du capteur de température.

[Revendication 8] Système de refroidissement de la revendication 1, comprenant en outre une conduite de dérivation s'étendant d'une sortie du compresseur (122) à une entrée du récepteur (104), dans lequel la conduite de dérivation comprend une soupape de commande disposée en aval du compresseur (122).

[Revendication 9] Système de refroidissement de la revendication 8, comprenant en outre

un capteur de pression et/ou un capteur de température en amont du compresseur (122), et un dispositif de commande, dans lequel le dispositif de commande est configuré pour régler un degré d'ouverture de la soupape de commande sur la base d'une rétroaction du capteur de pression et/ou du capteur de température, dans lequel la conduite de dérivation est configurée pour remettre en circulation le fluide de refroidissement de la sortie du compresseur (122) au récepteur (104) pour chauffer le fluide de refroidissement dans le récepteur (104).

[Revendication 10] Système de refroidissement de la revendication 1, comprenant en outre une soupape de commande en aval de l'échangeur de chaleur (122) et en amont du récepteur (104), un capteur de pression et/ou un capteur de température en aval de l'échangeur de chaleur (122), et un dispositif de commande, dans lequel le dispositif de commande est configuré pour régler un degré d'ouverture de la soupape de commande sur la base d'une rétroaction du capteur de pression et/ou du capteur de température.

[Revendication 11] Système de refroidissement de la revendication 1, comprenant en outre un mélangeur disposé en amont du récepteur (104) et en aval de la charge calorifique (102), le compresseur (122) et l'échangeur de chaleur (122).

[Revendication 12] Système de refroidissement de la revendication 2, dans lequel le raccord en T TPPL (112) est un séparateur en forme de T.

[Revendication 13] Système de refroidissement de la revendication 1, comprenant en outre un préchauffeur en amont de la charge calorifique (102) et en aval de la pompe (106), dans lequel le préchauffeur est configuré pour préchauffer le fluide de refroidissement entrant dans la charge calorifique (102) en transférant la chaleur du fluide de refroidissement sortant de la charge calorifique (102).

[Revendication 14] Procédé de refroidissement d'une charge calorifique (102), le procédé comprenant :

l'orientation d'un fluide de refroidissement à travers une boucle à pompe (106) à deux phases (TPPL) dans un mode TPPL en raison de l'ouverture d'une soupape anti-retour TPPL (114) et de la fermeture d'une soupape anti-retour de compresseur (122), la boucle à pompe (106) à deux phases comprenant un récepteur (104), une charge calorifique (102) en aval du récepteur (104), la soupape anti-retour TPPL (114) en aval de la charge calorifique

(102), et

un échangeur de chaleur (122) en aval de la soupape anti-retour TPPL (114) et en amont du récepteur (104) ;

l'orientation du fluide de refroidissement à travers une boucle de système de cycle de vapeur (VCS) dans un mode VCS en raison de la fermeture de la soupape anti-retour TPPL (114) et de l'ouverture de la soupape anti-retour de compresseur (122), la boucle de système de cycle de vapeur comprenant

le récepteur (104),

un compresseur (122) en aval d'une sortie de vapeur du récepteur (104),

la soupape anti-retour de compresseur (122) en aval du compresseur (122) et en amont de l'échangeur de chaleur (122), et

l'échangeur de chaleur (122),

dans lequel la charge calorifique (102), qui est dans la TPPL, est dans la boucle VCS en aval d'une sortie de liquide du récepteur (104).

[Revendication 15] Procédé de la revendication 14, comprenant en outre la fermeture de la soupape anti-retour TPPL (114) si une pression de refoulement du compresseur (122) est supérieure à une pression de la boucle à pompe (106) à deux phases en amont de la soupape anti-retour TPPL (114) lorsque la capacité de refroidissement de la TPPL est insuffisante pour refroidir la charge calorifique (102).

[Revendication 16] Procédé de la revendication 14, comprenant en outre la fermeture de la soupape anti-retour de compresseur (122) si une pression au niveau d'une entrée de l'échangeur de chaleur (122) est supérieure à une pression au niveau d'une sortie du compresseur (122) lorsque la capacité de refroidissement de la TPPL est suffisante pour refroidir la charge calorifique (102).

[Revendication 17] Procédé de la revendication 14, dans lequel la TPPL comprend en outre un raccord en T TPPL (112) en aval de la charge calorifique (102), dans lequel la soupape anti-retour TPPL (114) est en aval du raccord en T TPPL, le procédé comprenant en outre le réglage d'un degré d'ouverture d'une soupape de commande disposée en aval du raccord en T TPPL (112) sur la base d'une rétroaction d'un capteur de pression et/ou d'un capteur de température, dans lequel le capteur de pression et/ou le capteur de température est/sont disposé(s) en amont du raccord en T TPPL.

[Revendication 18] Procédé de la revendication 14, comprenant en outre le réglage d'un degré d'ouverture d'une soupape de commande disposée en aval du

compresseur (122) sur la base d'une rétroaction d'un capteur de pression et/ou d'un capteur de température, dans lequel le capteur de pression et/ou le capteur de température est/sont disposé(s) en amont du compresseur (122).

[Revendication 19] Procédé de la revendication 14, comprenant en outre le réglage d'un degré d'ouverture d'une soupape de commande disposée en aval de l'échangeur de chaleur (122) sur la base d'une rétroaction d'un capteur de pression et/ou d'un capteur de température, dans lequel le capteur de pression et/ou le capteur de température est/sont disposé(s) en aval de l'échangeur de chaleur (122).

[Revendication 20] Système de refroidissement comprenant :

- une boucle à pompe (106) à deux phases (TPPL), la boucle à pompe (106) à deux phases comprenant
- un récepteur (104),
- une pompe (106) en aval du récepteur (104),
- une charge calorifique (102) en aval de la pompe (106),
- un raccord en T TPPL (112) en aval de la charge calorifique (102),
- une soupape anti-retour TPPL (114) en aval du raccord en T TPPL, et
- un échangeur de chaleur (122) en aval de la soupape anti-retour TPPL (114) et en amont du récepteur (104) ; et
- une boucle de système de cycle de vapeur (VCS), la boucle de système de cycle de vapeur comprenant
- le récepteur (104),
- un compresseur (122) en aval d'une sortie de vapeur du récepteur (104),
- une soupape anti-retour de compresseur (122) en aval du compresseur (122) et en amont de l'échangeur de chaleur (122), et
- l'échangeur de chaleur (122),
- dans lequel la charge calorifique (102), qui est dans la TPPL, est dans la boucle VCS en aval d'une sortie de liquide du récepteur (104),
- dans lequel la boucle à pompe (106) à deux phases est configurée pour fonctionner dans un mode TPPL dans lequel un fluide de refroidissement s'écoule à travers la boucle à pompe (106) à deux phases en raison de l'ouverture de la soupape anti-retour TPPL (114) et de la fermeture de la soupape anti-retour de compresseur (122), et dans lequel la boucle de système de cycle de vapeur est configurée pour fonctionner dans un mode VCS dans lequel le fluide de refroidissement s'écoule à travers la boucle de système de cycle de vapeur en raison de la fermeture de la soupape anti-retour TPPL (114) et de l'ouverture de la

soupape anti-retour de compresseur (122),

dans lequel la soupape anti-retour TPPL (114) est configurée pour se fermer si, en réponse à la mise en marche du compresseur (122), une pression au niveau d'une sortie du compresseur (122) est supérieure à une pression de la boucle à pompe (106) à deux phases en amont de la soupape anti-retour TPPL (114),

dans lequel la soupape anti-retour de compresseur (122) est configurée pour se fermer si, en réponse à l'arrêt du compresseur (122), une pression au niveau d'une entrée de l'échangeur de chaleur (122) est supérieure à une pression au niveau d'une sortie du compresseur (122).

[Fig. 1]

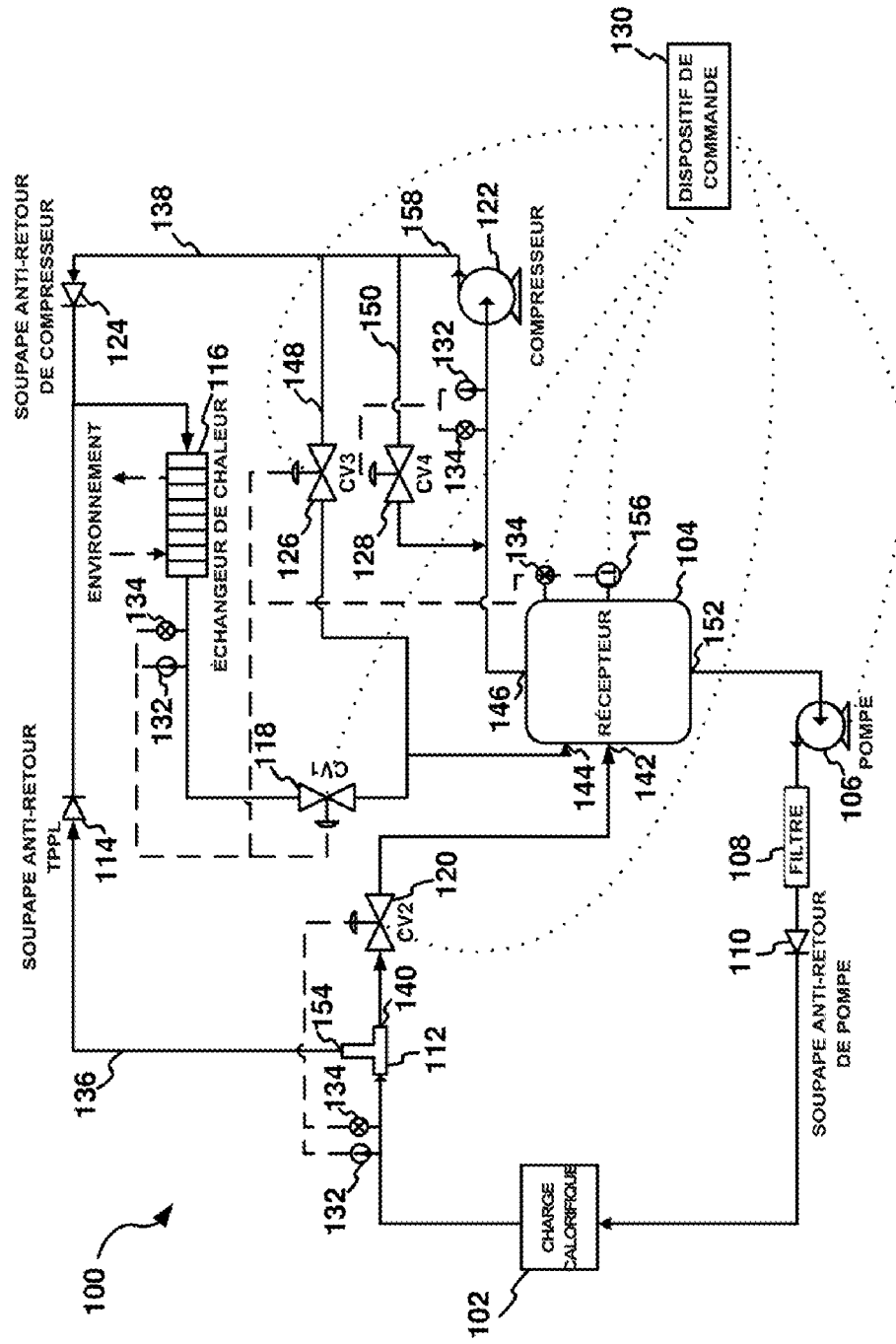


FIG. 1

[Fig. 2]

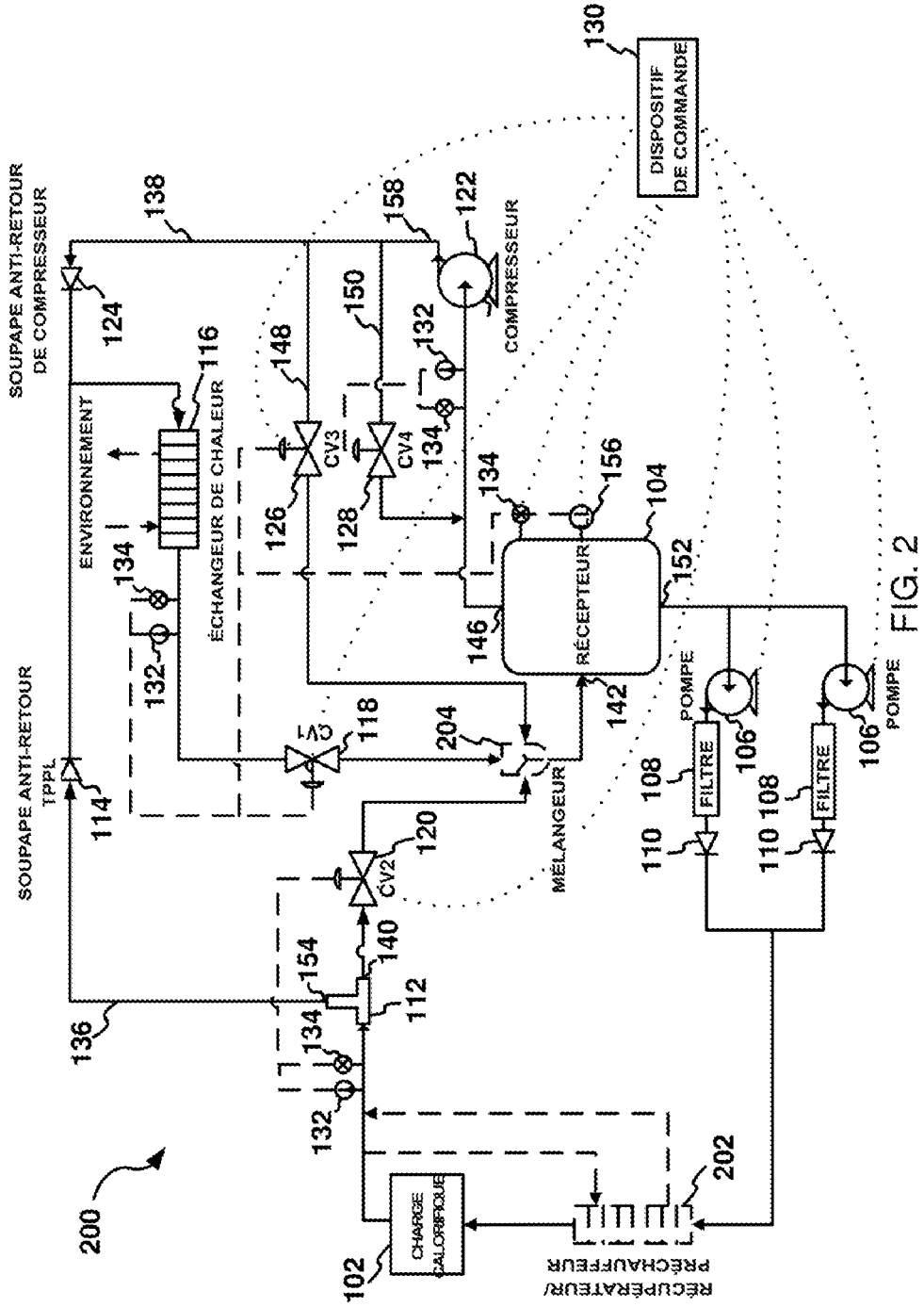


FIG. 2

[Fig. 3]

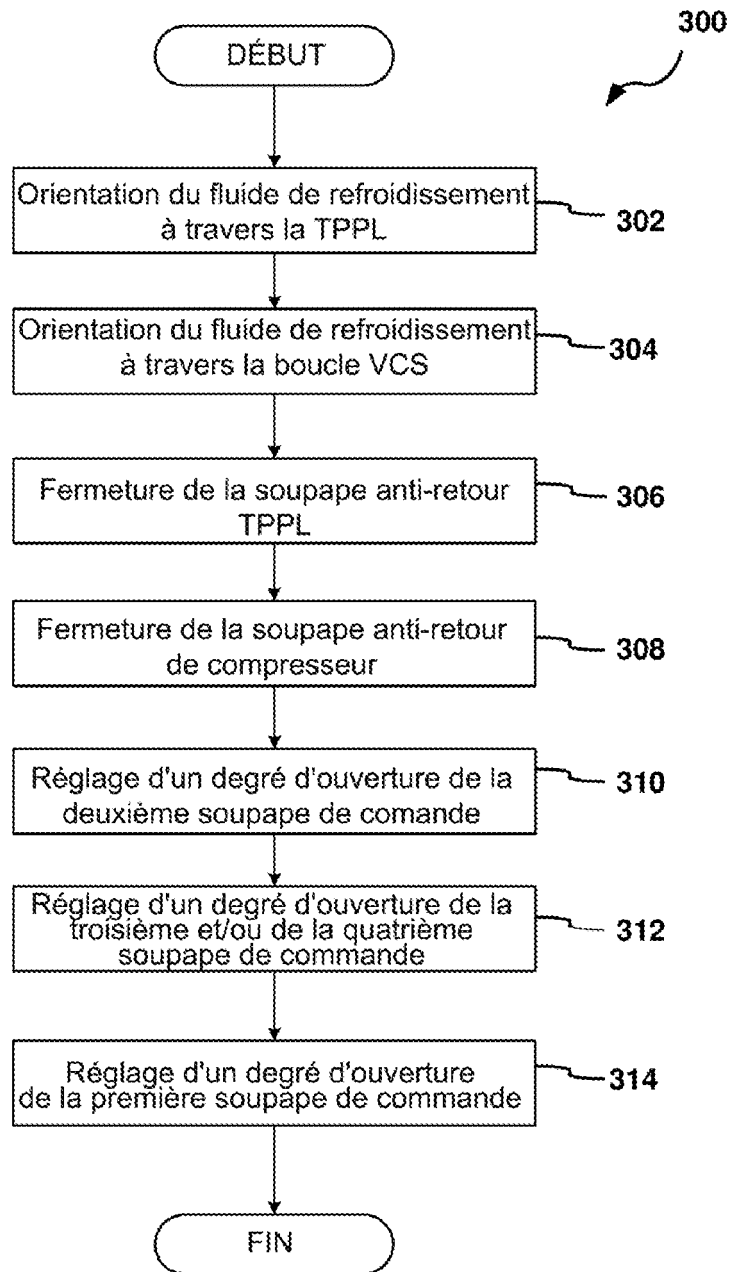


FIG. 3