

DESCRIPTION

Titre de l'invention : Système de capture de dioxyde de carbone au sein de gaz chargé en dioxyde de carbone

La présente invention se rapporte au domaine du traitement de gaz chargé en dioxyde de carbone et concerne plus particulièrement un système de capture de dioxyde de carbone au sein dudit gaz chargé en dioxyde de carbone.

Lorsqu'une source d'émission de gaz, par exemple de gaz chargé en dioxyde de carbone, est en cours de fonctionnement, par exemple un véhicule tel qu'un ouvrage flottant, des gaz chargés en dioxyde de carbone sont générés. Ces gaz chargés en dioxyde de carbone sont généralement relargués dans l'atmosphère induisant des dégâts environnementaux, notamment à cause du dioxyde de carbone qu'ils contiennent.

En plus de l'impact écologique, ce largage dans l'atmosphère est une perte d'énergie car le dioxyde de carbone présente des intérêts multiples dans divers domaines techniques et peut par exemple servir de moyen de refroidissement.

Il peut alors être judicieux de traiter les gaz chargés en dioxyde de carbone issus d'une source d'émission afin d'y extraire le dioxyde de carbone en vue de le stocker pour une utilisation ou une commercialisation ultérieure. Toutefois, un système permettant de capturer le dioxyde de carbone par désublimation d'un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone consomme énormément d'énergie car il nécessite un refroidissement à très basse température. Les systèmes connus à ce jour ne sont pas optimisés et c'est l'une des raisons pour laquelle ces systèmes ne sont pas utilisés.

La présente invention permet de pallier à ces inconvénients en proposant un système de capture de dioxyde de carbone au sein de gaz chargé en dioxyde de carbone, comprenant au moins un premier échangeur de chaleur et un deuxième échangeur de chaleur, chacun des échangeurs de chaleur comprenant au moins une chambre, une première passe et une deuxième passe qui s'étendent toutes deux dans la chambre, la chambre étant configurée pour être traversée par un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone et pour capturer par désublimation le dioxyde de carbone présent dans ledit flux de gaz

chargé en dioxyde de carbone en vue de générer un flux de gaz décarboné, caractérisé en ce que le système de capture est configuré pour faire circuler le flux de gaz décarboné provenant de l'une quelconque des deux chambres au sein de la première passe et/ou au sein de la deuxième passe d'au moins l'un des deux échangeurs de chaleur.

- 5 Dans le cadre de l'invention, la chambre est à comprendre comme une zone de transfert thermique entre un flux froid et un flux chaud. Cette chambre peut être matérialisée par des parois délimitant physiquement la zone, comme cela est représenté sur les figures et détaillé par la suite. Toutefois, la chambre peut également ne pas comprendre de parois. Dans ce cas, la chambre est une zone de transfert thermique entre, d'une part, le flux de
- 10 gaz chargé en dioxyde de carbone et, d'autre part, le flux de gaz décarboné et/ou un flux de gaz frigorigène. L'échangeur comprenant une telle chambre est appelé un échangeur multi-flux. De même, on ne sort pas du cadre de l'invention dans le cas d'une passe dans laquelle circule un fluide frigorigène autour de laquelle se trouve un espace annulaire présentant des ailettes, le gaz chargé en dioxyde de carbone étant destiné à circuler dans
- 15 cet espace annulaire. L'Homme du métier comprend donc que l'ensemble de la passe et de l'espace annulaire constituent l'échangeur et la chambre est alors la zone d'échange thermique sur le pourtour de la passe.

- Le système de capture selon l'invention a pour but de capturer le dioxyde de carbone présent dans le gaz chargé en dioxyde de carbone émis par une source d'émission par
- 20 désublimation dudit gaz chargé en dioxyde de carbone. En désublimant un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone, on obtient un flux de gaz décarboné. Selon l'invention, ce flux de gaz décarboné est ensuite utilisé comme un moyen de refroidissement pour le ou les échangeurs de chaleur appartenant au système de capture, de manière à mettre en œuvre la désublimation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone apporté à ou aux
- 25 échangeurs de chaleur.

Le premier échangeur de chaleur et le deuxième échangeur de chaleur sont configurés pour transformer le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone entrant dans lesdits échangeurs de chaleur en un flux de gaz décarboné, par désublimation du dioxyde de carbone.

L'un des deux échangeurs de chaleur opère selon un premier mode de fonctionnement afin d'atteindre les paramètres de refroidissement permettant la désublimation du dioxyde de carbone. Le dioxyde de carbone désublimé se solidifie sur les parois et les passes de l'échangeur de chaleur opéré selon le premier mode de fonctionnement. Afin

5 de garantir la désublimation lorsque le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone traverse la chambre de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur, la première passe et/ou la deuxième passe de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur présentes dans la chambre sont traversées par un ou plusieurs fluides, dont au moins un est le flux de gaz décarboné ayant traversé la chambre de l'échangeur de chaleur. On participe ainsi au

10 refroidissement des gaz chargés en dioxyde de carbone au moyen d'une énergie déjà présente au sein du système de capture. Avantagement, un autre fluide peut participer à ce refroidissement. Le flux de gaz décarboné peut ainsi être utilisé comme fluide de refroidissement en circulant jusqu'à l'entrée d'au moins l'une des deux passes de l'un des échangeurs de chaleur opéré selon le premier mode de fonctionnement. Le

15 flux de gaz décarboné est par exemple à une température de -120°C entre la sortie de la chambre et une entrée de la première passe et/ou de la deuxième passe.

Le système provoque ainsi un échange thermique entre ledit flux de gaz chargé en dioxyde de carbone et le ou les fluides à basse température qui circulent dans la ou les passes de l'échangeur de chaleur, induisant la formation de carboglace, c'est-à-dire du

20 dioxyde de carbone à l'état solide. Lorsqu'il y a formation de carboglace, on peut dire que l'échangeur de chaleur est en mode « désublimation ».

Suite à la capture du dioxyde de carbone sous forme de carboglace, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone qui a traversé la chambre de l'échangeur de chaleur en sort décarboné. Le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone décarboné sort à très basse

25 température, par exemple à -120°C .

Le flux de gaz décarboné sortant de l'échangeur de chaleur est ainsi disponible pour alimenter la première passe et/ou la deuxième passe d'un autre échangeur de chaleur constitutif du système de capture selon l'invention.

- Dans un deuxième mode de fonctionnement, la première et/ou la deuxième passe de l'échangeur de chaleur peut être traversée par un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone afin de réchauffer lesdites passes et la chambre de l'échangeur de chaleur, pour provoquer la fonte de la carboglace entourant lesdites passes. Dans l'hypothèse d'un
- 5 moteur à combustion interne, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone traversant la première passe et/ou la deuxième passe peut par exemple être à une température d'entrée comprise entre la température des gaz d'échappement du moteur à combustion interne et -33°C. Lorsqu'il y a fusion de la carboglace, on peut dire que l'échangeur de chaleur est en mode « régénération ».
- 10 Dans un mode de réalisation particulier, le système de capture est configuré de sorte que le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone traversant la chambre au cours du premier mode de fonctionnement est le même flux de gaz que le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone traversant la première passe et/ou la deuxième passe au cours du deuxième mode de fonctionnement. Autrement dit, le système de capture est configuré de sorte que le
- 15 flux de gaz chargé en dioxyde de carbone circule dans un premier temps au sein de la première passe et/ou de la deuxième passe d'au moins l'un des échangeurs de chaleur opérés selon le deuxième mode de fonctionnement afin de fusionner le dioxyde de carbone capturé dans la chambre, puis ce même flux de gaz chargé en dioxyde de carbone poursuit sa circulation jusqu'à traverser la chambre d'au moins l'un des
- 20 échangeurs de chaleur opéré selon le premier mode de fonctionnement.

Selon une autre caractéristique, une ligne est configurée pour canaliser le flux de gaz décarboné vers la première passe et/ou la deuxième passe de chacun des échangeurs de chaleur.

- Il s'agit d'une ligne commune reliée à chaque échangeur de chaleur afin de leur apporter
- 25 le flux de gaz décarboné qui constitue une source de froid utilisée pendant l'opération de désublimation.

Selon une autre caractéristique, un collecteur récupère le flux de gaz décarboné après son passage au sein de la première passe et/ou de la deuxième passe de chacun des échangeurs de chaleur.

Le flux de gaz décarboné évacué par la première et/ou la deuxième passe de l'échangeur de chaleur poursuit sa circulation au sein d'un collecteur chargé d'envoyer ledit flux de gaz décarboné au sein d'un échangeur thermique et/ou dans une branche de contournement dudit échangeur thermique.

- 5 Selon une autre caractéristique, une conduite est configurée pour canaliser le flux de gaz décarboné provenant d'un des échangeurs de chaleur vers la première passe et/ou la deuxième passe exclusivement dudit échangeur de chaleur.

Dans ce mode de réalisation, la conduite canalise le flux de gaz décarboné provenant d'un des deux échangeurs de chaleur pour le réinjecter dans la ou les passes de ce même échangeur de chaleur. A contrario de la ligne mentionnée précédemment qui alimente communément les échangeurs de chaleur, la conduite est propre à chaque échangeur de chaleur.

- 10 Selon une option de l'invention, le système de capture comprend au moins un organe de régulation configuré pour réguler la température de désublimation au sein de chacune des chambres. Cet organe de régulation opère en détournant une partie des gaz
- 15 décarbonés de sorte à éviter que ceux-ci ne traversent la ou les passes de l'échangeur de chaleur. Cette partie des gaz détournés est envoyée vers une sortie du système de capture, par exemple en aval des passes et en amont d'un premier échangeur thermique. En régulant le débit de gaz décarboné au sein de la passe de l'échangeur de chaleur, on gère
- 20 la température au sein de la chambre. Cet organe de régulation pourra notamment être utilisé en début de phase de désublimation lorsque l'épaisseur de carboglace est faible et que le coefficient de transfert thermique est élevé.

- L'organe de régulation comprend au moins un canal qui relie la ligne de gaz décarboné sortant de la chambre, à un circuit d'évacuation du flux de gaz décarboné, une
- 25 circulation de gaz décarboné dans ce canal étant placée sous la dépendance d'un organe de mesure de la température au sein de la chambre dont le gaz décarboné est issu.

La même configuration est reproduite sur chaque appareil.

Selon une autre caractéristique, au moins un organe de gestion est configuré pour contrôler la circulation du flux de gaz décarboné au sein de l'une et/ou l'autre des passes de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur.

- 5 Un organe de gestion peut par exemple être une vanne tout-ou-rien autorisant ou interdisant la circulation du flux de gaz décarboné dans l'une et/ou l'autre des passes de l'échangeur de chaleur. On comprend ainsi que la circulation du flux de gaz décarboné est autorisée par l'organe de gestion lorsque l'échangeur de chaleur considéré est opéré selon le premier mode de fonctionnement.

- 10 D'une manière avantageuse, le système de capture comprend au moins un organe de gestion par échangeur de chaleur.

Selon une autre caractéristique, l'organe de gestion comprend au moins une première vanne disposée en amont de l'une et/ou l'autre des passes de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur et/ou au moins une deuxième vanne disposée en aval de l'une et/ou l'autre des passes de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur.

- 15 La première vanne est disposée en amont de l'échangeur de chaleur pour contrôler l'entrée du flux de gaz décarboné au sein de l'une et/ou l'autre des passes. La deuxième vanne est disposée en aval de l'échangeur de chaleur pour contrôler la sortie du flux de gaz décarboné présent au sein de l'une et/ou l'autre des passes.

- 20 La première vanne et la deuxième vanne sont agencées de part et d'autre de l'une des passes de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur, et peuvent basculer entre une position ouverte et une position fermée afin d'autoriser ou d'interdire la circulation du flux de gaz décarboné au sein de la passe considérée, par exemple la deuxième passe de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur, la première passe étant alors empruntée par un autre fluide.

- 25 Selon une autre caractéristique, au moins un dispositif de gestion est configuré pour réguler la circulation d'un fluide qui circule au sein de l'une et/ou l'autre des passes de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur. Un tel dispositif de gestion peut par

exemple être une vanne autorisant ou interdisant la circulation du fluide dans l'une et/ou l'autre des passes de l'échangeur de chaleur.

Le système de capture est configuré pour que ce fluide soit différent du flux de gaz décarboné. Il peut s'agir par exemple de gaz naturel liquéfié.

- 5 Selon une autre caractéristique, le dispositif de gestion comprend au moins une troisième vanne disposée en amont de l'une et/ou l'autre des passes de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur et/ou au moins une quatrième vanne disposée en aval de l'une et/ou l'autre des passes de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur.

- La troisième vanne est disposée en amont de l'échangeur de chaleur pour contrôler
10 l'entrée du fluide au sein de l'une ou l'autre des passes.

La quatrième vanne est disposée en aval de l'échangeur de chaleur pour contrôler la sortie du fluide présent au sein de l'une ou l'autre des passes.

- Les troisième et quatrième vannes peuvent basculer entre une position ouverte et une position fermée afin d'autoriser ou d'interdire la circulation du fluide au sein de la passe
15 considérée, par exemple la première passe de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur, la deuxième passe étant alors empruntée par le flux de gaz décarboné.

- D'une manière avantageuse, le système de capture comprend un dispositif de gestion par échangeur de chaleur. Ainsi, préférentiellement, le système de capture comprend un organe de gestion et un dispositif de gestion par échangeur de chaleur, l'organe de
20 gestion et le dispositif de gestion régulant chacun la circulation de fluide au sein de l'une ou l'autre des deux passes de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur. L'organe de gestion est associé au flux de gaz décarboné tandis que le dispositif de gestion est associé au fluide, par exemple le gaz naturel liquéfié.

- On comprend ainsi que le système de capture est configuré pour opérer avec du gaz
25 naturel liquéfié, ce dernier étant l'un des fluides circulant dans l'une des passes d'au moins l'un des échangeurs de chaleur.

L'invention met à profit la capacité de refroidissement d'un fluide frigorigène, par exemple du gaz naturel liquéfié pour refroidir le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone et ainsi désublimer le dioxyde de carbone.

Dans le cas où le système de capture est agencé au sein d'un ouvrage flottant de transport et/ou de stockage de gaz naturel liquéfié ou de toute autre entité apte à transporter et/ou stocker du gaz naturel liquéfié, ledit gaz est utilisé comme moyen de désublimation du dioxyde de carbone. L'ouvrage flottant peut comprendre au moins une cuve de transport et/ou de stockage du gaz naturel liquéfié et un moyen permettant d'y pomper le gaz naturel liquéfié et de le faire circuler jusqu'à la première passe et/ou la deuxième passe d'au moins l'un des échangeurs de chaleur afin de participer à la capture du dioxyde de carbone par désublimation. Le gaz naturel liquéfié est par exemple à une température de -161°C avant son passage à travers la première passe et/ou la deuxième passe. Enfin, on ne sort pas du cadre de l'invention dans le cas où l'ouvrage flottant transporte et/ou stocke un gaz liquéfié différent du gaz naturel liquéfié. Dans ce cas, on comprend donc que c'est ce gaz liquéfié qui pourra circuler jusqu'à la première passe et/ou la deuxième passe d'au moins l'un des échangeurs de chaleur afin de contribuer au refroidissement du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone.

On comprend ainsi que la circulation du fluide, par exemple le gaz naturel liquéfié, est autorisée par le dispositif de gestion lorsque l'échangeur de chaleur considéré est opéré selon le premier mode de fonctionnement.

Selon une autre caractéristique, au moins un organe de contrôle est configuré pour réguler la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone au sein de l'une et/ou l'autre des passes de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur.

Un organe de contrôle peut par exemple être une vanne autorisant ou interdisant la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone au sein d'au moins l'une et/ou l'autre des passes de l'échangeur de chaleur.

D'une manière avantageuse, le système de capture comprend un organe de contrôle par échangeur de chaleur.

Selon une autre caractéristique, l'organe de contrôle prend la forme d'au moins une cinquième vanne disposée en amont de l'une et/ou l'autre des passes de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur et/ou d'au moins une sixième vanne disposée en aval de l'une et/ou l'autre des passes de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur.

- 5 La cinquième vanne est disposée en amont de l'échangeur de chaleur pour contrôler l'entrée du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone au sein de l'une et/ou l'autre des passes.

- La sixième vanne est disposée en aval de l'échangeur de chaleur pour contrôler la sortie du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone présent au sein de l'une et/ou l'autre des passes.
- 10

La cinquième vanne et la sixième vanne peuvent basculer entre une position ouverte et une position fermée afin d'autoriser ou d'interdire la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone au sein de la passe considérée, par exemple la première passe de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur auquel elles sont affectées.

- 15 Selon une autre caractéristique, au moins un dispositif de contrôle est configuré pour réguler la circulation d'un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone qui circule dans la chambre de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur autour de l'une et/ou l'autre de ses passes.

- Un dispositif de contrôle peut par exemple être une vanne autorisant ou interdisant la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone au travers de l'une ou l'autre des passes de l'échangeur de chaleur.
- 20

Autrement dit, le dispositif de contrôle régule la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone qui traverse la chambre et qui en ressort sous la forme du flux de gaz décarboné.

- 25 D'une manière avantageuse, le système de capture comprend un dispositif de contrôle par échangeur de chaleur.

On comprend ainsi que la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone est autorisée par le dispositif de contrôle lorsque l'échangeur de chaleur considéré est opéré selon le premier mode de fonctionnement.

- 5 Selon une autre caractéristique, le dispositif de contrôle comprend au moins une septième vanne disposée en amont de la chambre de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur et/ou au moins une huitième vanne disposée en aval de la chambre de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur.

- 10 La septième vanne est disposée en amont de l'échangeur de chaleur pour contrôler l'entrée du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone au sein de la chambre dudit échangeur de chaleur.

La huitième vanne est disposée en aval de l'échangeur de chaleur pour contrôler la sortie du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone présent au sein de la chambre dudit échangeur de chaleur.

- 15 La septième vanne et la huitième vanne peuvent basculer entre une position ouverte et une position fermée afin d'autoriser ou d'interdire la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone au sein de la chambre de l'échangeur de chaleur considéré.

- 20 Selon une autre caractéristique, un premier échangeur thermique est configuré pour opérer un échange de chaleur entre le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone et le flux de gaz décarboné, le premier échangeur thermique comprenant une première passe destinée à être parcourue par le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone et une deuxième passe destinée à être parcourue par le flux de gaz décarboné, ladite première passe étant disposée en amont de la chambre de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur et ladite deuxième passe étant disposée en aval de la chambre.

- 25 Le premier échangeur thermique permet de pré-refroidir le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone à une température proche de la température de désublimation du dioxyde de carbone. Ainsi, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone arrivant au sein de la chambre de l'échangeur de chaleur opéré selon le premier mode de fonctionnement se trouve à basse température, facilitant ainsi la réalisation de la désublimation.

L'échange de chaleur opéré dans le premier échangeur thermique se fait entre le flux de gaz décarboné sortant de la chambre de l'un des échangeurs de chaleur opéré selon le premier mode de fonctionnement et le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone circulant dans la deuxième passe du premier échangeur thermique et provenant de la

5 source d'émission des gaz chargés en dioxyde de carbone. Le flux de gaz décarboné ayant traversé l'une et/ou l'autre des passes de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur peut donc être utilisé pour refroidir le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone circulant au sein de la première passe du premier échangeur thermique. A nouveau, l'invention exploite les frigories présentes dans le flux de gaz décarboné pour pré-refroidir les gaz de

10 chargés en dioxyde de carbone, préalablement à sa désublimation au cœur de la chambre.

Selon une autre caractéristique, un système de régulation de la température du premier échangeur thermique est configuré pour abaisser la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone jusqu'à une température limite de désublimation du dioxyde de

15 carbone présent dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone.

Les conditions requises pour permettre la désublimation sont une température comprise entre -100°C et -120°C pour une pression opératoire de l'ordre de 4,5 bar absolus.

La température limite de désublimation est une température qui garantit l'absence de désublimation au sein du premier échangeur thermique. Par exemple, cette valeur de

20 température est égale à la température de désublimation évoquée ci-dessous moins une valeur comprise entre 1°C et 5°C.

Selon une autre caractéristique, le système de régulation comprend au moins une branche de contournement de la deuxième passe du premier échangeur thermique, une neuvième vanne configurée pour contrôler la circulation du flux de gaz décarboné au

25 sein de la branche de contournement et un dispositif de détection de la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone en sortie de la première-passe dudit premier échangeur thermique.

Le dispositif de régulation permet de contrôler la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone afin de contrôler le changement d'état du dioxyde de carbone,

notamment en évitant que le dioxyde de carbone ne se désublime en traversant le premier échangeur thermique au lieu de se désublimer au sein de la chambre de l'un des échangeurs de chaleur opéré selon le premier mode de fonctionnement.

Le dispositif de détection est par exemple une sonde de température installée dans le flux
5 de gaz chargé en dioxyde de carbone.

La neuvième vanne est configurée pour autoriser ou interdire la circulation du flux de gaz décarboné dans la branche de contournement, de manière à éviter de circuler dans la deuxième passe du premier échangeur thermique. Lorsque la neuvième vanne autorise le passage du flux de gaz décarboné au sein de la branche de contournement, ledit flux de
10 gaz décarboné ne refroidit pas le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone circulant dans la première passe du premier échangeur thermique.

Lorsque la neuvième vanne interdit le passage du flux de gaz décarboné dans la branche de contournement, ledit flux de gaz décarboné traverse le premier échangeur thermique. Par conséquent, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone circulant dans la première
15 passe du premier échangeur thermique est refroidi par échange de chaleur avec le flux de gaz décarboné.

Selon une autre caractéristique, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone peut provenir d'un moteur à combustion interne. Le moteur fonctionne à l'aide d'un carburant, et les gaz d'échappement qui en résulte génèrent le flux de gaz chargé en
20 dioxyde de carbone. Un tel carburant peut être le gaz naturel liquéfié stocké dans un ouvrage flottant. Dans un tel cas, le moteur à combustion interne et le système de capture forment un ensemble.

Selon une autre caractéristique, le système de capture de dioxyde de carbone au sein de gaz chargé en dioxyde de carbone est configuré pour fournir un flux liquide de dioxyde
25 de carbone.

Lorsque le dioxyde de carbone capturé formé sous une carboglace dans la chambre est fondu, celui-ci est récupéré pour être collecté à l'état liquide dans un organe de stockage, par exemple une cuve ou un réservoir.

L'invention couvre également un procédé de désublimation de dioxyde de carbone au sein d'un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone, mettant en œuvre le système de capture tel que présenté dans ce document, au cours duquel on désublime le dioxyde de carbone présent au sein du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone au sein d'une

5 chambre de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur dans un premier temps, et on envoie au moins une partie du flux de gaz décarboné vers l'une et/ou l'autre des passes de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur.

L'invention couvre également un procédé de régulation de la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone mettant en œuvre le système de capture décrit dans le

10 présent document, au cours duquel on régule la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone de sorte à ce que cette température soit supérieure à une température limite de désublimation du dioxyde de carbone d'une valeur comprise entre 1°C et 5°C. Cette régulation est opérée par le système de régulation de la température du premier échangeur thermique évoqué ci-dessus.

15 De manière plus précise, on mesure la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone, par exemple au moyen du dispositif de détection ; on compare la valeur mesurée de la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone par rapport à la température limite de désublimation du dioxyde de carbone ; on régule la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone de sorte que sa température soit égale à une

20 température limite de désublimation du dioxyde de carbone augmentée d'une valeur de 1°C à 5°C. On garantit ainsi que la désublimation ne débutera pas dans le premier échangeur thermique.

D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront plus clairement à la lecture de la description d'un mode de réalisation détaillé qui suit, donné à titre

25 indicatif et non limitatif en référence aux dessins schématiques annexés, sur lesquels la : [Fig. 1] représente schématiquement un système de capture de dioxyde de carbone au sein de gaz chargé en dioxyde de carbone de l'invention selon un premier mode de réalisation ;

[Fig. 2] représente schématiquement le fonctionnement du premier mode de réalisation du système de capture de dioxyde de carbone au sein de gaz chargé en dioxyde de carbone de l'invention de la figure 1 ;

5 [Fig.3] représente schématiquement le système de capture de dioxyde de carbone au sein de gaz chargé en dioxyde de carbone de l'invention des figures 1 et 2 avec trois échangeurs de chaleur ;

[Fig. 4] représente schématiquement un système de capture de dioxyde de carbone au sein de gaz chargé en dioxyde de carbone de l'invention selon un deuxième mode de réalisation ;

10 [Fig. 5] représente schématiquement le fonctionnement du deuxième mode de réalisation du système de capture de dioxyde de carbone au sein de gaz chargé en dioxyde de carbone de l'invention de la figure 4 ;

[Fig.6] représente schématiquement le système de capture de dioxyde de carbone au sein de gaz chargé en dioxyde de carbone de l'invention des figures 4 et 5 avec trois
15 échangeurs de chaleur.

Les caractéristiques, variantes et les différentes formes de réalisation de l'invention, telles qu'elles ont été décrites ou telles qu'elles vont être présentées dans la description détaillée qui va suivre, peuvent être associées les unes avec les autres, selon diverses combinaisons, dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes par rapport aux
20 autres. On pourra notamment imaginer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites par la suite de manière isolée des autres caractéristiques décrites, si cette sélection de caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique et/ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure.

25 Le présent document utilise les mots « amont » et « aval » pour définir la disposition relative des composants. Ces mots s'apprécient en fonction du sens de circulation du fluide qui traverse lesdits composants ou qui circule au sein du circuit concerné.

La figure 1 illustre un premier mode de réalisation d'un système de capture 1 de dioxyde de carbone présent au sein d'un gaz chargé en dioxyde de carbone selon l'invention. Un tel système de capture 1 peut par exemple être intégré au sein d'un véhicule, en sortie d'une cheminée, d'une usine, ou toute autre entité comprenant une source d'émission 6 de gaz chargé en dioxyde de carbone. La source d'émission 6 peut par exemple être un moteur à combustion interne tel qu'un moteur assurant la propulsion d'un véhicule ou bien le moteur d'un générateur électrique dudit véhicule.

Lorsque la source d'émission 6 est en fonctionnement, elle émet des gaz chargés en dioxyde de carbone comprenant du dioxyde de carbone. Le système de capture 1 est donc ainsi configuré pour capturer le dioxyde de carbone présent au sein d'un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 dégagé par la source d'émission 6 afin de limiter l'effet de serre induit par le dioxyde de carbone lorsque celui-ci est libéré dans l'atmosphère.

Autrement dit, le système de capture 1 selon l'invention permet de produire un flux de gaz décarboné 3 après capture du dioxyde de carbone contenu dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2. Afin d'assurer la capture du dioxyde de carbone, le système de capture 1 comprend au moins deux échangeurs de chaleur 4, plus particulièrement un premier échangeur de chaleur 4a et un deuxième échangeur de chaleur 4b.

Chaque échangeur de chaleur 4 comprend une chambre 14 qui peut par exemple être définie comme un espace interne fermé constitutif de l'échangeur de chaleur 4 considéré. Chaque chambre 14 comprend deux passes 12 qui s'étendent au sein d'un volume délimité par la chambre 14. Plus précisément, chaque chambre logée au sein d'un échangeur de chaleur 4 comprend une première passe 12a et une deuxième passe 12b au sein desquelles un fluide peut circuler. Un échange de chaleur peut ainsi être mis en œuvre entre les passes 12 dans lesquelles circule un fluide et la chambre 14.

Les échangeurs de chaleur 4 présentent la possibilité d'être opérés selon un premier mode de fonctionnement et selon un deuxième mode de fonctionnement.

Le premier mode de fonctionnement est un mode dit de « désublimation » qui permet la capture du dioxyde de carbone présent au sein du flux de gaz chargé en dioxyde de

carbone 2. Dans ce premier mode de fonctionnement, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 traverse la chambre 14 de l'un ou l'autre échangeur de chaleur 4, pour que le dioxyde de carbone soit désublimé. La capture du dioxyde de carbone par désublimation forme de la carboglace. La carboglace se dépose ainsi sur les passes 12 et
5 contre les parois de la chambre 14 de l'échangeur de chaleur 4. Cette désublimation est obtenue par refroidissement au moyen de fluide qui circule dans les passes 12 de l'échangeur de chaleur 4. Une fois que le dioxyde de carbone est à l'état solide, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 devient un flux de gaz décarboné 3.

Le deuxième mode de fonctionnement est un mode dit de « régénération » qui permet la
10 fusion de la carboglace formée sur les passes 12 de l'échangeur de chaleur 4, lors de la mise en œuvre du premier mode de fonctionnement. Une fois les passes 12 de l'un des échangeurs de chaleur 4 saturées en carboglace, l'échangeur de chaleur 4 passe du premier mode de fonctionnement au deuxième mode de fonctionnement afin de provoquer la fonte de la carboglace et permettre un nouveau cycle de
15 désublimation/régénération. La carboglace fond grâce à l'apport de calories présentes dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 qui circule dans les passes 12 de l'échangeur de chaleur 4. Sa température est suffisamment élevée pour permettre la transformation de la carboglace en dioxyde de carbone à l'état liquide 52.

Le dioxyde de carbone à l'état liquide 52 provenant du ou des échangeurs de chaleur 4,
20 4a, 4b est récupéré et dirigé vers un organe de stockage 53, en vue de pouvoir être recyclé ou réutilisé. La vidange du dioxyde de carbone à l'état liquide présent dans la ou les chambres 14, 14a, 14b, 14c est placée sous la dépendance d'une valve de purge 60.

Chaque échangeur de chaleur 4 doit passer périodiquement du premier mode de fonctionnement au deuxième mode de fonctionnement pour assurer la continuité de la
25 capture de dioxyde de carbone dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 produit en continu par la source d'émission 6.

Afin de passer de l'un ou l'autre mode de fonctionnement, les échangeurs de chaleur 4 comprennent tous deux au moins un organe de gestion 42, au moins un dispositif de gestion 40, au moins un organe de contrôle 38 et au moins un dispositif de contrôle 44,

ous participant à la gestion de la circulation des différents fluides parcourant les passes 12 des échangeurs de chaleur 4, en fonction du mode de fonctionnement opéré.

Quel que soit le mode de réalisation de l'invention ou ses variantes, il est prévu un organe de régulation 62 dont le rôle est contrôler la température qui règne au sein d'au moins une des deux chambres 14, 14a, 14b, et avantageusement au sein d'une unique chambre ou de toutes les chambres opérées selon le premier mode de fonctionnement. En contrôlant la température au sein de la chambre 14, on peut agir sur la désublimation qui prend place dans cette chambre 14. Pour ce faire, l'organe de régulation 62 comprend au moins un canal 63 qui relie la ligne 22, dans le cas des figures 1 à 3, ou la conduite 54 dans le cas des figures 4 à 6, à un circuit d'évacuation 20 du flux de gaz décarboné 3. Ce canal 63 permet à une partie du gaz décarboné 3 de contourner la ou les passes 12 du ou des échangeurs de chaleur 4, en fonction du mode de réalisation envisagé. Ce faisant, le débit au sein de la passe peut être réduit et donc l'apport de froid au sein de la chambre 14 peut être ajusté.

La circulation de gaz décarboné 3 dans ce canal 63 est placée sous la dépendance d'un organe de mesure 64 de la température au sein d'au moins une des deux chambres 14, 14a, 14b. Cet organe de mesure 64 est par exemple un capteur de température installé à l'intérieur de la chambre 14, ou à l'extérieur de celle-ci mais immergé dans le flux de gaz. Cet organe de mesure 64 agit sur une valve 65 placée sur le canal 63 et qui ajuste le débit de gaz décarboné 3 qui circule dans le canal 63.

L'organe de gestion 42 permet de contrôler la circulation du flux de gaz décarboné 3 au sein de l'une ou l'autre des passes 12 des échangeurs de chaleur 4. L'organe de gestion 42 comprend ainsi une première vanne 42a et une deuxième vanne 42b, la première vanne 42a étant disposée en amont de l'échangeur de chaleur 4 tandis que la deuxième vanne 42b est disposée en aval de l'échangeur de chaleur 4. L'organe de gestion 42 peut être un organe tout-ou-rien ou être un organe à ouverture variable.

Le dispositif de gestion 40 permet de contrôler la circulation de gaz naturel liquéfié 30 au sein de l'une et/ou l'autre des passes 12 des échangeurs de chaleur 4. Le dispositif de gestion 40 comprend ainsi une troisième vanne 40a et une quatrième vanne 40b, la

troisième vanne 40a étant disposée en amont de l'échangeur de chaleur 4 tandis que la quatrième vanne 40b est disposée en aval de l'échangeur de chaleur 4. Le dispositif de gestion 40 peut être un organe tout-ou-rien ou être un organe à ouverture variable.

Le gaz naturel liquéfié 30 constitue une source de refroidissement pour l'échangeur de chaleur 4 en vue de participer à la désublimation lorsque ledit échangeur de chaleur 4 opère selon le premier mode de fonctionnement.

On comprend ainsi que lorsque l'échangeur de chaleur 4 opère selon le premier mode de fonctionnement, la première vanne 42a, la deuxième vanne 42b, la troisième vanne 40a et la quatrième vanne 40b sont ouvertes afin d'autoriser la circulation des fluides de refroidissement que sont le flux de gaz décarboné 3 et le gaz naturel liquéfié 30 dans les passes 12 de l'échangeur 4 pour permettre d'atteindre une température propice à la désublimation.

L'organe de contrôle 38 permet de contrôler la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 au sein de l'une et/ou l'autre des passes 12 des échangeurs de chaleur 4. L'organe de contrôle 38 comprend ainsi une cinquième vanne 38a et une sixième vanne 38b, la cinquième vanne 38a étant disposée en amont de l'échangeur de chaleur 4 tandis que la sixième vanne 38b est disposée en aval de l'échangeur de chaleur 4. L'organe de contrôle 38 peut être un organe tout-ou-rien ou être un organe à ouverture variable.

Avantageusement, et tel que cela est illustré sur la figure 1, chaque organe de contrôle 38 comprend deux cinquièmes vannes 38a et deux sixièmes vannes 38b, à raison d'une cinquième vanne 38a et d'une sixième vanne 38b en amont et en aval de chacune des passes 12 de l'échangeur de chaleur 4 considéré.

On comprend ainsi que, lorsque l'échangeur de chaleur 4 opère selon le deuxième mode de fonctionnement, les cinquièmes vannes 38a et les sixièmes vannes 38b sont ouvertes afin d'autoriser la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 dans les passes 12 de l'échangeur 4, en vue de participer à la fonte de la carboglace formée au sein dudit échangeur de chaleur 4.

Le dispositif de contrôle 44 permet de contrôler la circulation d'un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 au sein de la chambre 14 des échangeurs de chaleur 4. Le dispositif de contrôle 44 comprend ainsi une septième vanne 44a et une huitième vanne 44b, la septième vanne 44a étant disposée en amont de l'échangeur de chaleur 4 tandis que la

5 huitième vanne 44b est disposée en aval de l'échangeur de chaleur 4. Le dispositif de gestion 44 peut être un organe tout-ou-rien ou être un organe à ouverture variable.

On comprend ainsi que, lorsque l'échangeur de chaleur 4 opère selon le premier mode de fonctionnement, la septième vanne 44a et la huitième vanne 44b sont ouvertes afin d'autoriser la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 dans les

10 chambres 14 de l'échangeur de chaleur 4, en vue de capturer le dioxyde de carbone présent au sein dudit flux.

Le système de capture 1 comprend également un premier échangeur thermique 16 et un deuxième échangeur thermique 10, tous deux configurés pour réaliser un échange de chaleur entre le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 et le flux de gaz décarboné 3.

15 On peut considérer que ce premier échangeur thermique 16 et ce deuxième échangeur thermique 10 font partie à la fois du circuit d'alimentation 8 et du circuit d'évacuation 20.

Le flux de gaz décarboné 3 sortant de l'échangeur de chaleur 4 présente une basse température en raison de la mise en œuvre du premier mode de fonctionnement. A

20 contrario du flux de gaz décarboné 3, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 présente une température élevée en raison de sa provenance de la source d'émission 6.

Ainsi, le flux de gaz décarboné 3 a la capacité de refroidir le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2. A cet effet, le premier échangeur thermique 16 et le deuxième échangeur thermique 10 présentent chacun une première passe 16a, 10a et une

25 deuxième passe 16b, 10b.

La première passe 16a du premier échangeur thermique 16 est traversée par le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 et la deuxième passe 16b est traversée par le flux de gaz décarboné 3. De façon similaire, la première passe 10a du deuxième échangeur 10 est traversée par le flux de gaz décarboné 3 et la deuxième passe 10b est traversée par le

flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2. Ainsi, le premier échangeur thermique 16 et le deuxième échangeur thermique 10 permettent tous deux de réaliser un échange de chaleur entre les deux flux énoncés ci-avant dans le but d'abaisser la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2.

- 5 Le système de capture 1 peut comprendre également un troisième échangeur thermique 18 qui à la différence du premier et du deuxième échangeurs thermiques, réalise un échange de chaleur entre le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 et le gaz naturel liquéfié 30.

- 10 Le gaz naturel liquéfié 30 est stocké dans une cuve 34 à basse température, c'est-à-dire en-dessous de -161°C à pression atmosphérique. Ainsi, le gaz naturel liquéfié 30 a la capacité de refroidir le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2. A cet effet, le troisième échangeur thermique 18 présente une première passe 18a et une deuxième passe 18b.

- 15 La première passe 18a du troisième échangeur thermique 18 est traversée par le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 et la deuxième passe 18b est traversée par le gaz naturel liquéfié 30. Ainsi, le troisième échangeur thermique 18 permet un échange de chaleur entre les deux flux énoncés ci-avant.

La figure 2 correspond à la mise en circulation des différents fluides énoncés ci-dessus dans le système de capture 1 selon le premier mode de réalisation.

- 20 Dans les figures 2 et 3, les lignes pleines épaisses sont celles au sein desquelles circule le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2, les lignes pleines fines sont celles au sein desquelles circule le flux de gaz décarboné 3, les lignes en traits mixtes sont celles au sein desquelles circule un gaz naturel liquéfié, les lignes en pointillés longs correspondent à un flux de dioxyde de carbone à l'état liquide, et les lignes en pointillés courts
25 correspondent à des lignes où il n'y a pas de circulation d'un quelconque fluide dans le mode de fonctionnement considéré.

Sur la figure 2, le deuxième échangeur de chaleur 4b opère selon le premier mode de fonctionnement. Autrement dit, c'est dans le deuxième échangeur de chaleur 4b, plus

précisément dans la chambre 14b, que se produit la capture par désublimation du dioxyde de carbone contenu dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2.

Le premier échangeur de chaleur 4a quant à lui opère selon le deuxième mode de fonctionnement. Autrement dit, c'est dans le premier échangeur de chaleur 4a, plus
5 précisément dans la chambre 14a, que se produit la fonte de la carboglace formée par la désublimation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2, lorsque le premier échangeur de chaleur 4a a été utilisé selon le premier mode de fonctionnement.

Afin d'assurer la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 jusqu'à l'échangeur de chaleur 4b pour réaliser la désublimation, le système de capture 1 est
10 pourvu d'un circuit d'alimentation 8. Ce premier circuit de l'alimentation comprend une voie principale 8a et une voie secondaire 8b. La voie principale 8a transporte le flux chargé en dioxyde de carbone 2 jusqu'au deuxième échangeur thermique 10 dans un premier temps, au sein duquel ledit flux est pré-refroidi grâce à l'échange de chaleur opéré avec le flux de gaz décarboné 3 circulant au sein de la deuxième passe 10b du
15 deuxième échangeur thermique 10.

Une fois le deuxième échangeur thermique 10 traversé, le circuit d'alimentation 8 dirige le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 vers les passes 12 du premier échangeur de chaleur 4a.

L'organe de contrôle 38 autorise le passage du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone
20 2 au sein d'une ou des deux passes 12 du premier échangeur de chaleur 4a, en maintenant ouvertes les cinquièmes vannes 38a et les sixièmes vannes 38b. Le passage du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 au sein des passes 12 permet d'apporter de la chaleur à la chambre 14a du premier échangeur de chaleur 4a permettant ainsi la fonte de la carboglace formée au sein dudit premier échangeur de chaleur 4a. Le flux de gaz
25 chargé en dioxyde de carbone, en cédant de la chaleur à la carboglace, voit sa température diminuer et ressort ainsi des passes 12a et 12 b plus froid qu'il n'est rentré.

Après avoir traversé les passes 12 du premier échangeur de chaleur 4a, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 traverse le premier échangeur thermique 16 au sein duquel ledit flux est de nouveau refroidi grâce à l'échange de chaleur opéré avec le flux

de gaz décarboné 3 circulant au sein de la deuxième passe 16b du premier échangeur thermique 16.

Une fois le premier échangeur thermique 16 traversé, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 poursuit sa circulation au sein du circuit d'alimentation 8 vers le deuxième
5 échangeur de chaleur 4b.

Le dispositif de contrôle 44 autorise le passage du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 au sein de la chambre 14b du deuxième échangeur de chaleur 4b en maintenant en position ouverte la septième vanne 44a et la huitième vanne 44b. Le passage du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 au sein de la deuxième chambre
10 14b permet de faire circuler ce flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 en vue de désublimiser le dioxyde de carbone.

Ainsi, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 arrivant dans la deuxième chambre 14b est pré-refroidi en trois étapes : à travers l'échangeur 10, puis par son passage au sein d'au moins une des passes du premier échangeur de chaleur 4a et enfin par son passage
15 au sein du premier échangeur thermique 16. Le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone est pré-refroidi de façon additionnelle par le deuxième échangeur thermique 10.

Une fois ce pré-refroidissement opéré, ce flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 est refroidi en raison du passage du flux de gaz décarboné 3 d'une part et du passage du fluide de gaz naturel liquide 30 d'autre part, dans les passes 12 du deuxième échangeur
20 de chaleur 4b. C'est ici et à ce moment-là que le dioxyde de carbone présent dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 est désublimé.

La capture du dioxyde de carbone présent au sein du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 génère le flux de gaz décarboné 3. Le flux de gaz décarboné 3 est transporté par un circuit d'évacuation 20.

25 Le circuit d'évacuation 20 comprend au moins la ligne 22 configurée pour canaliser le flux de gaz décarboné 3 sortant d'au moins une des chambres 14 d'au moins un des échangeurs de chaleur 4, opéré selon le premier mode de fonctionnement, jusqu'au moins une des passes 12 d'au moins un des échangeurs de chaleur 4, opéré également

selon le premier mode de fonctionnement. Il est intéressant de distribuer ainsi le flux de gaz décarboné 3 sortant des échangeurs de chaleur 4 car il constitue une source de refroidissement utile à la réalisation de la désublimation.

La ligne 22 dirige le flux de gaz décarboné 3 provenant de la deuxième chambre 14b du deuxième échangeur de chaleur 4b jusqu'à la deuxième passe 12b du deuxième échangeur de chaleur 4b.

Une partie du flux de gaz décarboné 3 peut aussi être envoyé directement vers le premier échangeur thermique 16, sans passer par le ou les échangeurs de chaleur 14. Le débit de flux au sein de la passe 12 est ainsi réduit. C'est l'organe de mesure 64 qui contrôle le débit de gaz décarboné 3 au sein de la passe 12, et ce contrôle est fonction de la température au sein de la chambre 14.

L'organe de gestion 42 autorise le passage du flux de gaz décarboné 3 au sein d'une seule des deux passes 12 du deuxième échangeur de chaleur 4b, en maintenant ouvertes la première vanne 42a et la deuxième vanne 42b. Le passage du flux de gaz décarboné 3 au sein de la deuxième passe 12b permet de refroidir la chambre 14b du deuxième échangeur de chaleur 4b, participant ainsi à la désublimation.

En sortant de la deuxième passe 12b du deuxième échangeur de chaleur 4b, le flux de gaz décarboné 3 est reçu dans un collecteur 24. Le collecteur 24 peut faire partie du circuit d'évacuation 20. Le collecteur 24 récupère le flux de gaz décarboné 3 sortant de la deuxième passe 12b du deuxième échangeur de chaleur 4b. Le collecteur 24 permet notamment de faire circuler le flux de gaz décarboné 3 vers la deuxième passe 16b du premier échangeur thermique 16 pour refroidir le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 circulant dans la première passe 16a du premier échangeur thermique 16, comme évoqué plus haut.

En sortant du premier échangeur thermique 16, le flux de gaz décarboné 3 poursuit sa circulation vers le deuxième échangeur thermique 10 pour permettre le refroidissement du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 circulant dans la deuxième passe 10b du deuxième échangeur thermique 10. Le flux de gaz décarboné 3 sort ensuite du système de capture 1.

Le système de capture 1 comprend également un troisième circuit d'alimentation 28 au sein duquel circule le gaz naturel liquéfié 30. Le gaz naturel liquéfié 30 stocké dans la cuve 34 est aspiré par une pompe 32 disposée par exemple au sein de ladite cuve. Le gaz naturel liquéfié 30 est ainsi prélevé de la cuve 34 et circule jusqu'à atteindre les

5 échangeurs de chaleur 4 lorsqu'au moins un desdits échangeurs de chaleur opèrent selon le premier mode de fonctionnement. Le débit de ce gaz naturel liquéfié 30 est contrôlé par une vanne de contrôle 61 disposé sur le troisième circuit d'alimentation 28, entre une sortie de la pompe 32 et en amont de la passe 12 de l'échangeur de chaleur 14, par exemple en étant raccordé à une entrée de la quatrième vanne 40b.

10 On comprend ainsi que le gaz naturel liquéfié 30 constitue une source de refroidissement participant à la désublimation en vue de capturer le dioxyde de carbone présent dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2.

Le dispositif de gestion 40 autorise le passage du gaz naturel liquéfié 30 au sein d'une seule des passes 12 du deuxième échangeur de chaleur 4b en maintenant en position

15 ouverte la troisième vanne 40a et la quatrième vanne 40b. Le passage du gaz naturel liquéfié 30 au sein de la première passe 12a du deuxième échangeur de chaleur 4b permet d'apporter une source de refroidissement externe à celle que constitue le flux de gaz décarboné 3 pour participer à la désublimation du dioxyde de carbone contenu dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 qui constitue une source de

20 refroidissement additionnelle permettant de réduire la quantité de froid devant être apportée par le GNL, autrement dit par la source externe.

Ainsi, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 arrivant dans la deuxième chambre 14b est refroidi en raison du flux de gaz décarboné 3 et du gaz naturel liquide 30 parcourant les passes 12 du deuxième échangeur de chaleur 4b, refroidissant par

25 conséquent la chambre 14b.

Une fois sorti de la première passe 12a du deuxième échangeur de chaleur 4b, le gaz naturel liquéfié 30 est dirigé vers le troisième échangeur thermique 18.

On comprend alors que le troisième échangeur thermique 18 comporte à la fois une première passe 18a qui fait partie du premier circuit d'alimentation 8, précisément de la

voie secondaire 8b, et une deuxième passe 18b qui fait partie du troisième circuit d'alimentation 28. Ainsi, le troisième échangeur de chaleur 18 est configuré pour abaisser la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 circulant dans la première passe 18a par échange de chaleur avec le gaz naturel liquéfié 30 circulant au sein de la deuxième passe 18b du troisième échangeur thermique 18.

On comprend que les trois échangeurs thermiques 10, 16, et 18 sont configurés pour pré-refroidir le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 à une température proche d'une température limite de désublimation avant l'entrée dudit flux au sein de l'échangeur de chaleur 4 opérant selon le premier mode de fonctionnement. On entend par température limite, une température telle que la désublimation du dioxyde de carbone ne peut intervenir.

En aval du troisième échangeur thermique 18, la voie secondaire 8b rejoint la voie principale 8a en aval du premier échangeur thermique 16 et en amont des échangeurs de chaleur 4. Le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 circulant dans chacune des voies 8a, 8b se rejoignent ainsi en ayant une température identique ou sensiblement identique. A la sortie du troisième échangeur thermique 18, le flux de gaz naturel liquéfié 30 est vaporisé et circule vers un organe récepteur 35.

Afin d'ajuster la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 au sein du premier échangeur thermique 16, le système de capture 1 comprend un système de régulation 46 et au moins un dispositif de détection 48 de la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 circulant dans la première passe 16a du premier échangeur thermique 16. Le système de régulation 46 comprend une branche de contournement 26 et une neuvième vanne 50. La neuvième vanne 50 est disposée sur la branche de contournement 26. Par ailleurs, la neuvième vanne 50 est configurée pour contrôler la circulation du flux de gaz décarboné 3 circulant au sein de la branche de contournement 26 et provenant de la deuxième passe 12b du deuxième échangeur de chaleur 4b. Le dispositif de détection 48 est connecté au système de régulation 46 puisque l'information relevée par le dispositif de détection 48 est utilisée pour contrôler une section de passage au sein de la neuvième vanne 50. Le dispositif de détection 48

mesure la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 en aval du premier échangeur thermique 16. Lorsque la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 circulant après la traversée du premier échangeur thermique 16 mesurée par le dispositif de détection 48 est supérieure à une température limite de désublimation, le système de régulation 46 autorise le passage du flux de gaz décarboné 3 au sein de la deuxième passe 16b du premier échangeur thermique 16 par l'intermédiaire de la neuvième vanne 50. La section de passage au sein de la neuvième vanne 50 est ainsi au moins en partie fermée pour forcer le passage du flux de gaz décarboné 3 au sein du premier échangeur thermique 16. Ainsi, l'échange de chaleur entre le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2, autrement dit le gaz circulant dans la première passe 16a du premier échangeur thermique 16, et le flux de gaz décarboné 3, autrement dit le gaz circulant dans la deuxième passe 16b du premier échangeur thermique 16, permet le refroidissement du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 pour abaisser sa température à une température légèrement supérieure à la température de désublimation du dioxyde de carbone, à la pression considérée dans le système.

Le dispositif de détection 48 de la température est par exemple un capteur ou une sonde de température. A l'inverse, lorsque la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 mesurée en aval du premier échangeur thermique 16 par le dispositif de détection 48 est inférieure à la température limite de désublimation, le système de régulation 46 limite le passage du flux de gaz décarboné 3 au sein de la deuxième passe 16b du premier échangeur thermique 16. Pour ce faire, la neuvième vanne 50 s'ouvre pour autoriser le passage du flux de gaz décarboné 3 au sein de la branche de contournement 26. Ainsi, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone décarboné 3 passe outre le premier échangeur thermique 16, ce qui permet d'éviter une désublimation au sein du premier échangeur thermique 16, alors que celle-ci est recherchée dans le volume interne de la chambre 14 de l'échangeur de chaleur 4 considéré.

Le système de régulation 46 participe au refroidissement du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 circulant au sein du premier circuit d'alimentation 8, de façon à empêcher sa désublimation au sein du premier échangeur thermique 16.

La figure 3 représente une variante du premier mode de réalisation du système de capture 1 selon l'invention. Par rapport à ce qui a été décrit sur les figures précédentes, la variante se distingue par la présence d'un troisième échangeur de chaleur 4c supplémentaire, identique à la configuration du deuxième échangeur de chaleur 4b, ce
5 qui signifie que l'échangeur de chaleur 4c est opéré selon le premier mode de fonctionnement.

Le troisième échangeur de chaleur 4c comprend également une première passe 12a et une deuxième passe 12b logées dans une chambre 14c de ce troisième échangeur de chaleur et raccordées à la ligne 22 dans laquelle circule le flux de gaz décarboné 3. Ici,
10 cette ligne 22 est commune aux trois échangeurs de chaleur, en ce sens qu'elle canalise le flux de gaz décarboné 3 vers chacun de ces trois échangeurs de chaleur.

Ainsi, les flux de gaz décarboné 3 sortant du deuxième échangeur de chaleur 4b et du troisième échangeur de chaleur 4c sont canalisés par la ligne 22 vers la deuxième passe 12b du troisième échangeur de chaleur 4c et vers la deuxième passe 12b du deuxième
15 échangeur de chaleur 4b.

L'ensemble des éléments structurels et fonctionnels à l'exception du troisième échangeur de chaleur 4c étant identique à ce qui a été décrit précédemment, on se reportera à la description de la figure 2 concernant les éléments communs au premier mode de réalisation et à sa variante.

20 Au sein de la variante du premier mode de réalisation, le procédé de capture du dioxyde de carbone est configuré pour qu'il y ait constamment deux échangeurs de chaleur 4 qui sont opérés selon le premier mode de fonctionnement, c'est-à-dire deux échangeurs de chaleur 4 qui assurent la capture de dioxyde de carbone au sein de leur chambre 14 respective. Dans la figure 3, le premier échangeur de chaleur 4a est opéré selon le
25 deuxième mode de fonctionnement, alors que le deuxième échangeur de chaleur 4b et le troisième échangeur de chaleur 4c opèrent selon le premier mode de fonctionnement. Le fait d'avoir deux échangeurs de chaleur 4 opérés selon le premier mode de fonctionnement permet de traiter un débit du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 plus important, ce qui rend le système de capture 1 plus performant.

La figure 4 illustre un deuxième mode de réalisation du système de capture 1 de dioxyde de carbone selon l'invention. Par rapport à ce qui a été décrit sur les figures précédentes, le deuxième mode de réalisation se distingue par l'absence de la ligne 22 dont le rôle relatif à celle-ci se trouve substitué par une conduite 54.

- 5 Dans ce second mode de réalisation, le premier échangeur de chaleur 4a comprend une première conduite 54a et le deuxième échangeur de chaleur 4b comprend une deuxième conduite 54b.

La conduite 54 débute en aval de la chambre 14 de l'échangeur de chaleur 4 puis est raccordée à la deuxième passe 12b qui s'étend dans ladite chambre 14. De cette façon,
10 chaque échangeur de chaleur 4 ne peut recevoir que le flux de gaz décarboné 3 qu'il a lui-même produit. Cette configuration permet d'opérer à des températures différentes si besoin en sortie de chaque échangeur de chaleur 4. Cette configuration permet aussi d'éviter les interférences entre les deux appareils fonctionnant dans le premier mode (en mode désublimation).

- 15 La figure 5 correspond à la circulation des différents flux et fluide énoncés ci-dessus au sein du système de capture 1 selon le deuxième mode de réalisation.

Lorsque le deuxième échangeur de chaleur 4b opère selon le premier mode de fonctionnement, la première conduite 54a canalise le flux de gaz décarboné 3 provenant exclusivement de la deuxième chambre 14b associée au deuxième échangeur de chaleur
20 4b, jusqu'à la deuxième passe 12b dudit échangeur de chaleur.

Lorsque le premier échangeur de chaleur 4a opère selon le deuxième mode de fonctionnement, la deuxième conduite 54b ne canalise pas le flux de gaz décarboné 3 provenant de la deuxième chambre 14a respectivement associée au premier échangeur de chaleur 4a. La huitième vanne 44b du dispositif de contrôle 44 interdit le passage du
25 flux de gaz décarboné 3 afin de ne pas perturber le bon déroulement du deuxième mode de fonctionnement.

L'ensemble des éléments structurels et fonctionnels étant identique à ce qui a été décrit précédemment, on se reportera à la description de la figure 2 concernant les éléments communs au premier mode de réalisation et au deuxième mode de réalisation.

- La figure 6 représente une variante du deuxième mode de réalisation. Par rapport à ce qui a été décrit pour les figures précédentes, la variante se distingue par la présence d'un troisième échangeur de chaleur 4c supplémentaire en mode désublimation, identique à la configuration du deuxième échangeur de chaleur 4b. Le troisième échangeur de chaleur 4c comprend également une troisième conduite 54c qui canalise le flux de gaz décarboné 3 provenant exclusivement dudit échangeur de chaleur 4c pour exclusivement réinjecter ledit flux de gaz décarboné 3 dans ledit échangeur de chaleur 4c.

Lorsque le troisième échangeur de chaleur 4c est opéré selon le premier mode de fonctionnement, la troisième conduite 54c canalise le flux de gaz décarboné 3 provenant de la troisième chambre 14c constitutive du troisième échangeur de chaleur 4c jusqu'à la deuxième passe 12b dudit échangeur de chaleur.

- L'ensemble des éléments structurels et fonctionnels à l'exception du troisième échangeur de chaleur 4c étant identique à ce qui a été décrit précédemment, on se reportera à la description des figures 3 et 5 pour la compréhension des éléments communs à cette variante et au deuxième mode de réalisation.

- Comme pour la variante du premier mode de réalisation illustrée à la figure 3, le premier échangeur de chaleur 4a est opéré selon le deuxième mode de fonctionnement, alors que le deuxième échangeur de chaleur 4b et le troisième échangeur de chaleur 4c opèrent selon le premier mode de fonctionnement. Le fait d'avoir deux échangeurs de chaleur 4 opérés selon le premier mode de fonctionnement permet de traiter un débit du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 plus important, ce qui rend le système de capture 1 apte à traiter des débits de gaz plus élevés pour rendre plus fluides les transitions du premier au deuxième mode de fonctionnement et inversement.

L'invention vise également un procédé de désublimation de dioxyde de carbone au sein d'un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 mettant en œuvre le système de capture

1 de dioxyde de carbone au sein du gaz chargé en dioxyde de carbone tel que décrit ci-dessus.

Selon une première étape, on désublime le dioxyde de carbone présent au sein du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 au moyen de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur 4b, 4c, afin de retenir le dioxyde de carbone présent au sein du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2.

Selon une deuxième étape, on envoie au moins une partie du flux de gaz décarboné 3 vers l'une et/ou l'autre des passes 12a, 12b de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur 4b, 4c lorsqu'il(s) est(sont) opéré(s) en mode désublimation. Cette étape de renvoi du flux de gaz décarboné 3 a pour rôle d'apporter aux échangeurs de chaleur 4b, 4c une source de froid utile pour réaliser la désublimation.

L'invention vise également un procédé de régulation de la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 mettant en œuvre le système de capture 1 de dioxyde de carbone au sein du gaz chargé en dioxyde de carbone, où on régule la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 de sorte à ce que cette température soit supérieure à la température limite de désublimation du dioxyde de carbone d'une valeur comprise entre 1°C et 5°C.

On mesure ainsi la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 sortant par la première passe 16a du premier échangeur thermique 16. On compare cette température mesurée par rapport à une température limite de désublimation du dioxyde de carbone, à une pression déterminée.

Dans le cas où la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 mesurée par le système de régulation 46 est inférieure à la température limite de désublimation, le procédé de régulation comprend une étape de hausse de la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 réalisée par l'intermédiaire du système de régulation 46. Pour ce faire, la neuvième vanne 50 est au moins partiellement ouverte de sorte que le flux de gaz décarboné 3 contourne le premier échangeur thermique 16.

Dans le cas où la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 mesurée par le système de régulation 46 est supérieure à la température limite de désublimation, le procédé de régulation comprend une étape de baisse de la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 réalisée par l'intermédiaire du système de régulation 46.

- 5 Pour ce faire, la neuvième vanne 50 est au moins partiellement fermée de sorte que le flux de gaz décarboné 3 passe par le premier échangeur thermique 16 et ne passe pas ou peu par la branche de contournement 26. Cette étape est réalisée jusqu'à ce que la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 mesurée par le système de régulation 46 soit égale à la température limite de désublimation augmentée d'une valeur
- 10 comprise entre 1°C et 5°C.

- L'invention, telle qu'elle vient d'être décrite, atteint bien le but qu'elle s'est fixée, à savoir proposer une solution optimisée pour désublimer industriellement une grande quantité de dioxyde de carbone présent dans des gaz chargés en dioxyde de carbone, pour ensuite exploiter l'énergie thermique de ce flux de gaz décarboné 3 dans un échangeur de
- 15 chaleur 4 opéré en mode désublimation. Appliqué au dioxyde de carbone, une telle solution permet de réduire l'effet de serre.

La présente invention ne saurait toutefois se limiter aux moyens et configurations décrits et illustrés ici et elle s'étend également à tout moyen et toute configuration équivalente ainsi qu'à toute combinaison techniquement opérante de tels moyens.

REVENDEICATIONS

1. Système de capture (1) de dioxyde de carbone au sein de gaz chargé en dioxyde de carbone, comprenant au moins un premier échangeur de chaleur (4a) et un deuxième échangeur de chaleur (4b), chacun des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b) comprenant au
5 moins une chambre (14, 14a, 14b), une première passe (12a) et une deuxième passe (12b) qui s'étendent toutes deux dans la chambre (14, 14a, 14b), la chambre (14, 14a, 14b) étant configurée pour être traversée par un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) et pour capturer par désublimation le dioxyde de carbone présent dans ledit
10 flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) en vue de générer un flux de gaz décarboné (3), caractérisé en ce que le système de capture (1) est configuré pour faire circuler le flux de gaz décarboné (3) provenant de l'une quelconque des deux chambres (14, 14a, 14b) au sein de la première passe (12a) et/ou au sein de la deuxième passe (12b) d'au moins l'un des deux échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b).
2. Système de capture (1) selon la revendication 1, comprenant une ligne (22)
15 configurée pour canaliser le flux de gaz décarboné (3) vers la première passe (12a) et/ou la deuxième passe (12b) de chacun des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b).
3. Système de capture (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, comprenant un collecteur (24) qui récupère le flux de gaz décarboné (3) après son passage au sein de la première passe (12a) et/ou de la deuxième passe (12b) de chacun
20 des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b).
4. Système de capture (1) selon la revendication 1, comprenant une conduite (54) configurée pour canaliser le flux de gaz décarboné (3) provenant d'un des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b) vers la première passe (12a) et/ou la deuxième passe (12b) exclusivement dudit échangeur de chaleur (4, 4a, 4b).
- 25 5. Système de capture (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, comprenant au moins un organe de régulation (62) configuré pour réguler la température de désublimation au sein d'au moins une des chambres (14, 14a, 14b).

6. Système de capture (1) selon la revendication 5 en combinaison avec la revendication 2 ou 4, dans lequel l'organe de régulation (62) comprend au moins un canal (63) qui relie la ligne (22), ou la conduite (54), à un circuit d'évacuation (20) du flux de gaz décarboné (3), une circulation de gaz décarboné (3) dans ce canal (63) étant placée sous la dépendance d'un organe de mesure (64) de la température au sein d'au moins une des deux chambres (14, 14a, 14b).
7. Système de capture (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, comprenant au moins un organe de gestion (42) configuré pour contrôler la circulation du flux de gaz décarboné (3) au sein de l'une et/ou l'autre des passes (12a, 12b) de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b).
8. Système de capture (1) selon la revendication 7, dans lequel l'organe de gestion (42) comprend au moins une première vanne (42a) disposée en amont de l'une et/ou l'autre des passes (4a, 4b) de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b) et/ou au moins une deuxième vanne (42b) disposée en aval de l'une et/ou l'autre des passes (12a, 12b) de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b).
9. Système de capture (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant au moins un dispositif de gestion (40) configuré pour réguler la circulation d'un fluide (30) qui circule au sein de l'une ou l'autre des passes (12a, 12b) de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b).
10. Système de capture (1) selon la revendication 9, dans lequel le dispositif de gestion (40) comprend au moins une troisième vanne (40a) disposée en amont de l'une ou l'autre des passes (12a, 12b) de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b) et/ou au moins une quatrième vanne (40b) disposée en aval de l'une ou l'autre des passes (12a, 12b) de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b).
11. Système de capture (1) selon les revendications 9 ou 10, configuré pour opérer avec un fluide frigorigène, par exemple du gaz naturel liquéfié (30), ce dernier étant l'un des fluides circulant dans l'une des passes (12a, 12b) d'au moins l'un des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b).

12. Système de capture (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, comprenant au moins un organe de contrôle (38) configuré pour réguler la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) au sein de l'une et/ou l'autre des passes (12a, 12b) de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b).
- 5 13. Système de capture (1) selon la revendication 12, dans lequel l'organe de contrôle (38) prend la forme d'au moins une cinquième vanne (38a) disposée en amont de l'une et/ou l'autre des passes (12a, 12b) de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b) et/ou d'au moins une sixième vanne (38b) disposée en aval de l'une et/ou l'autre des passes (12a, 12b) de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur (4, 4a, 10 4b).
14. Système de capture (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, comprenant au moins un dispositif de contrôle (44) configuré pour réguler la circulation d'un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) qui circule dans la chambre (14, 14a, 14b) de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b) autour de l'une et/ou 15 l'autre de ses passes (12a, 12b).
15. Système de capture (1) selon la revendication 14, dans lequel le dispositif de contrôle (44) comprend au moins une septième vanne (44a) disposée en amont de la chambre (14, 14a, 14b) de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b) et/ou au moins une huitième vanne (44b) disposée en aval de la chambre (14, 14a, 14b) de 20 l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b).
16. Système de capture (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, comprenant un premier échangeur thermique (16) configuré pour opérer un échange de chaleur entre le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) et le flux de gaz décarboné (3), le premier échangeur thermique (16) comprenant une première-passe (16a) destinée 25 à être parcourue par le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) et une deuxième passe (16b) destinée à être parcourue par le flux de gaz décarboné (3), ladite première passe (16a) étant disposée en amont de la chambre (14, 14a, 14b) de l'un et/ou l'autre des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b) et ladite deuxième passe (16b) étant disposée en aval de ladite chambre (14, 14a, 14b).

17. Système de capture (1) selon la revendication 16, comprenant un système de régulation (46) de la température du premier échangeur thermique (16) configuré pour abaisser la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) jusqu'à une température limite de désublimation du dioxyde de carbone présent dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2).

18. Système de capture (1) selon la revendication 17, dans lequel le système de régulation (46) comprend au moins une branche de contournement (26) de la deuxième passe (16b) du premier échangeur thermique (16), une neuvième vanne (50) configurée pour contrôler la circulation du flux de gaz décarboné (3) au sein de la branche de contournement (26) et un dispositif de détection (48) de la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) en sortie de la première passe (16a) dudit premier échangeur thermique (16).

19. Système de capture (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 18 configuré pour fournir un flux liquide (52) de dioxyde de carbone.

20. Procédé de désublimation de dioxyde de carbone au sein d'un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) mettant en œuvre un système de capture (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, au cours duquel :

- on désublime le dioxyde de carbone présent au sein du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) au sein d'une chambre (14, 14a, 14b) de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b) ;
- on envoie au moins une partie du flux de gaz décarboné (3) vers l'une et/ou l'autre des passes (12a, 12b) de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4, 4a, 4b).

21. Procédé de régulation de la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) mettant en œuvre le système de capture (1) selon les revendications 17 ou 18, au cours duquel on régule la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) de sorte à ce que cette température soit supérieure à une température limite de désublimation du dioxyde de carbone d'une valeur comprise entre 1°C et 5°C.