

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
5 au sein desdits gaz chargés en dioxyde de carbone.

Lorsqu'une source d'émission de gaz, par exemple de gaz de combustion, 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
10 généralement relargués dans l'atmosphère. Il est toutefois connu que le dioxyde de carbone entraîne des dégâts environnementaux lorsqu'il est relargué dans l'atmosphère.

En plus de la question écologique, ce relargage dans l'atmosphère est un gâchis d'énergie, car le dioxyde de carbone présente des fonctions multiples dans divers domaines techniques et peut par exemple servir de moyen de refroidissement ou autres utilisations
15 tierces.

Il peut donc 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 et de le stocker pour une utilisation ou une commercialisation ultérieure. Toutefois, un système permettant de liquéfier le dioxyde de carbone est encombrant et consomme énormément d'énergie car
20 il nécessite de refroidir à très basse température les gaz chargés en dioxyde de carbone émis d'une source d'émission.

La présente invention permet de capturer le dioxyde de carbone au sein de gaz chargé en dioxyde de carbone et propose à ce titre un système de capture de dioxyde de carbone au sein de gaz chargé en dioxyde de carbone, comprenant au moins un premier échangeur
25 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, caractérisé en ce que le premier échangeur de chaleur et le deuxième échangeur de chaleur sont configurés pour être opérés selon un

premier mode de fonctionnement où la chambre est 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 et selon un deuxième mode de fonctionnement où

5 la première passe et/ou la deuxième passe sont traversées par un/le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone pour fusionner le dioxyde de carbone capturé dans la chambre, le système de capture comprenant des moyens de contrôle configurés pour opérer une alternance entre le premier mode de fonctionnement et le deuxième mode de fonctionnement.

10 Grâce au système de capture selon l'invention, le dioxyde de carbone présent dans les gaz chargés en dioxyde de carbone est capturé par désublimation, puis est fusionné pour être récupéré à l'état liquide. La désublimation est le changement d'état d'un corps de l'état gazeux à l'état solide, sans passer par l'état liquide. Le dioxyde de carbone est ainsi récupéré au lieu d'être largué dans l'atmosphère. Le premier échangeur de chaleur et le

15 deuxième échangeur de chaleur sont spécifiquement conçus pour assurer la désublimation d'un élément composant par exemple un fluide. Lorsque l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur est opéré selon le premier mode de fonctionnement, les paramètres de refroidissement liés à cet échangeur de chaleur permettent la désublimation du dioxyde de carbone. Le dioxyde de carbone désublimé, c'est-à-dire à

20 l'état solide, se dépose alors sur les parois de l'échangeur de chaleur opéré selon le premier mode de fonctionnement. Afin 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 est parcourue par un ou plusieurs fluides à une température

25 suffisamment basse afin de refroidir le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone de sorte à faire passer le dioxyde de carbone qui le compose directement de l'état vapeur à l'état solide.

Suite à la capture du dioxyde de carbone, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone qui a traversé la chambre en sort décarboné. Du fait de sa traversée de la chambre de

l'échangeur de chaleur, le flux de gaz décarboné sort à très basse température, par exemple -120°C. Le flux de gaz décarboné peut alors être mis en circulation pour participer à un ou plusieurs traitements thermiques ultérieurs, par exemple par échange de chaleur.

- 5 On comprend donc que le flux de gaz décarboné est un flux de gaz ayant une teneur en dioxyde de carbone inférieure à celle du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone du fait de la capture du dioxyde de carbone par désublimation dans l'échangeur, avec un appoint de froid externe, procuré par du gaz naturel liquéfié ou un fluide frigorigène produit par un groupe froid. A titre d'exemple non-limitatif, le flux de gaz chargé en
- 10 dioxyde de carbone peut avoir une teneur en dioxyde de carbone de 3 à 4%mol. Le flux de gaz décarboné issu du système de capture selon l'invention ne contient plus de dioxyde de carbone, ou bien peut avoir une très faible teneur résiduelle en dioxyde de carbone de l'ordre de 0,2 à 0,3 %mol.

- Dans le cadre de l'invention, la chambre est à comprendre comme une zone de transfert
- 15 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 lors de la mise en œuvre du premier mode de fonctionnement entre, d'une part, le flux de gaz chargé en dioxyde de
- 20 carbone et, d'autre part, le flux de gaz décarboné et/ou un flux de tout autre fluide 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
- 25 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.

Au cours du deuxième mode de fonctionnement de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur, le dioxyde de carbone à l'état solide, ou désublimé, qui s'est préalablement

déposé sur les parois dudit échangeur de chaleur est fusionné, c'est-à-dire qu'il passe de l'état solide à l'état liquide.

Pour faire fondre le dioxyde de carbone, un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone traverse la première passe et/ou la deuxième passe afin de réchauffer la chambre de l'échangeur de chaleur où le dioxyde de carbone à l'état solide doit être fusionné. Dans l'hypothèse d'un 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 de combustion du moteur à combustion interne et -33°C .

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 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 échangeurs de chaleur opéré selon le premier mode de fonctionnement.

Comme cela a été décrit, le premier échangeur de chaleur et le deuxième échangeur de chaleur peuvent être opérés selon deux modes de fonctionnement différents, à savoir un premier mode permettant la capture du dioxyde de carbone par désublimation et un deuxième mode permettant la fusion du dioxyde de carbone capturé et la récupération de celui-ci. Les moyens de contrôle permettent la gestion de chacun de ces deux modes de fonctionnement en appliquant l'un ou l'autre de ceux-ci aux échangeurs de chaleur, mais également en opérant un basculement de l'un des modes de fonctionnement vers l'autre.

Selon une caractéristique de l'invention, les moyens de contrôle sont configurés pour opérer une alternance d'un échangeur de chaleur par rapport à l'autre entre le premier mode de fonctionnement et le deuxième mode de fonctionnement. L'alternance des deux échangeurs de chaleur et de leur mode de fonctionnement respectif est établi de sorte à ce que chacun des modes de fonctionnement soit toujours actif au cours du temps, que ce soit sur l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur. Le dioxyde de carbone peut ainsi être capturé en continu, ce qui permet d'éviter des laps de temps où le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone ne peut pas être traité. Les moyens de contrôle fonctionnent de sorte à ce que, lorsque le système de capture ne comprend que deux échangeurs de chaleur, un changement du mode de fonctionnement soit opéré simultanément sur les deux échangeurs de chaleur. Autrement dit, lorsque le premier échangeur de chaleur assure la capture du dioxyde de carbone, le deuxième échangeur de chaleur est opéré de sorte à faire fondre le dioxyde de carbone préalablement capturé. Une fois cette opération achevée, les moyens de contrôle intervertissent le mode de fonctionnement de chacun des échangeurs de chaleur.

Selon une caractéristique de l'invention, les moyens de contrôle comprennent au moins un organe de gestion configuré pour réguler une circulation d'un premier fluide de refroidissement qui circule au sein de l'une ou l'autre des passes de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur. L'organe de gestion autorise ou interdit la circulation du premier fluide de refroidissement au sein de l'une des passes. On comprend ainsi que la circulation est autorisée par l'organe de gestion lorsque l'échangeur de chaleur considéré est opéré selon le premier mode de fonctionnement.

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

Selon une caractéristique de l'invention, l'organe de gestion comprend au moins une première vanne disposée en amont de l'une ou l'autre des passes de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur et/ou au moins une deuxième vanne disposée en aval de l'une ou l'autre des passes de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur. Autrement dit, la première vanne et la deuxième vanne sont agencées de part et d'autre de l'une des passes

de l'un 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 premier fluide de refroidissement au sein de la passe considérée, par exemple la première passe de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur.

- 5 Selon une caractéristique de l'invention, les moyens de contrôle comprennent au moins un dispositif de gestion configuré pour réguler une circulation d'un deuxième fluide de refroidissement qui circule au sein de l'une ou l'autre des passes de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur. A l'instar de l'organe de gestion, le dispositif de gestion autorise ou interdit la circulation du deuxième fluide de refroidissement au sein de l'une des
- 10 passes. La circulation est autorisée par le dispositif de gestion lorsque l'échangeur de chaleur considéré est opéré selon le premier mode de fonctionnement. Le deuxième fluide de refroidissement peut être un fluide identique ou différent du premier fluide de refroidissement évoqué précédemment.

- D'une manière avantageuse, le système de capture comprend un dispositif de gestion par
- 15 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 gestion et le dispositif de gestion régulant chacun une circulation de fluide de refroidissement au sein de l'une des deux passes de l'un des échangeurs de chaleur.

- Selon une caractéristique de l'invention, le dispositif de gestion comprend au moins une
- 20 troisième vanne disposée en amont de l'une ou l'autre des passes de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur et/ou au moins une quatrième vanne disposée en aval de l'une ou l'autre des passes de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur. La troisième vanne et la quatrième vanne sont agencées de part et d'autre de l'une des passes de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur, et peuvent basculer entre une position ouverte et une
- 25 position fermée afin d'autoriser ou d'interdire la circulation du deuxième fluide de refroidissement au sein de la passe considérée, par exemple la deuxième passe de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur.

Dans la configuration où le système de capture comprend un organe de gestion et un dispositif de gestion par échangeur de chaleur, la première vanne, la deuxième vanne, la

troisième vanne et la quatrième vanne sont préférentiellement toutes ouvertes simultanément lorsque l'échangeur de chaleur considéré est opéré selon le premier fonctionnement, afin que du fluide de refroidissement circule au sein de chacune des deux passes dudit échangeur de chaleur.

- 5 Selon une caractéristique de l'invention, le premier fluide de refroidissement et/ou le deuxième fluide de refroidissement peut être le flux de gaz décarboné. En effet, après avoir traversé la chambre où le dioxyde de carbone a été capturé, le flux de gaz décarboné est à très basse température, en raison du fait qu'il a été refroidi afin d'assurer la capture du dioxyde de carbone. Le flux de gaz décarboné peut ainsi être utilisé comme
- 10 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 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.

- Selon une caractéristique de l'invention, le premier fluide de refroidissement et/ou le
- 15 deuxième fluide de refroidissement peut être un flux de gaz naturel liquéfié ou un fluide frigorigène. Dans le cas où le système de capture est agencé au sein d'une installation produisant des gaz de combustion issu de la combustion de gaz naturel liquéfié ou de toute autre entité apte à transporter et/ou stocker du gaz naturel liquéfié, ledit gaz peut être utilisé comme moyen de désublimation du dioxyde de carbone. L'installation peut
- 20 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
- 25 première passe et/ou la deuxième passe.

Dans le cas où le système de capture est agencé au sein d'une installation n'interagissant pas avec du gaz naturel liquéfié, ladite installation peut être équipée d'un circuit réfrigérant au sein duquel un autre fluide frigorigène circule. Le fluide frigorigène est ainsi traité de sorte à circuler au sein de la première passe et/ou de la deuxième passe de

l'échangeur de chaleur à une température suffisamment basse, par exemple -125°C , pour participer à la désublimation du dioxyde de carbone.

Selon une caractéristique de l'invention, les moyens de contrôle comprennent au moins un organe de contrôle 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 ou l'autre des échangeurs de chaleur.

L'organe de contrôle autorise ou interdit la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone au sein d'au moins l'une des passes de l'échangeur de chaleur. On comprend ainsi que la circulation est autorisée par l'organe de contrôle lorsque l'échangeur de chaleur considéré est opéré selon le deuxième mode de fonctionnement.

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

Selon une caractéristique de l'invention, l'organe de contrôle comprend au moins une cinquième vanne disposée en amont de l'une ou l'autre des passes de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur et/ou au moins une sixième vanne disposée en aval de l'une ou l'autre des passes de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur. Autrement dit, la cinquième vanne et la sixième vanne sont agencées de part et d'autre de l'une des passes de l'un 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 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.

D'une manière avantageuse, l'organe de contrôle comprend quatre vannes dont deux en amont de chacune des deux passes de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur et deux en aval de chacune des deux passes de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur, et ce afin que le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone circule dans les deux passes pour améliorer l'homogénéité de la fusion du dioxyde de carbone capturé.

L'ensemble des vannes susmentionnées peuvent être des vannes indépendantes les unes des autres ou peuvent être éventuellement rassemblées, par exemple pour former une vanne trois voies.

5 Selon une caractéristique de l'invention, les moyens de contrôle comprennent au moins un dispositif de contrôle configuré pour réguler la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone qui circule au travers de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur autour de l'une ou l'autre de ses passes. 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. Le dispositif de contrôle n'autorise donc
10 la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone que lorsque l'échangeur de chaleur considéré est opéré selon le premier mode de fonctionnement.

Selon une caractéristique de l'invention, le dispositif de contrôle comprend au moins une septième vanne disposée en amont de la chambre de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur et/ou au moins une huitième vanne disposée en aval de la chambre de l'un ou
15 l'autre des échangeurs de chaleur. Autrement dit, la septième vanne et la huitième vanne sont agencées de part et d'autre de la chambre de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur, et peuvent basculer entre une position ouverte et une position fermée afin d'autoriser ou interdire la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone à travers la chambre.

20 Selon une caractéristique de l'invention, le système de capture comprend un premier échangeur thermique 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 parcourue par le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone et une deuxième passe parcourue par le flux de gaz décarboné, ladite
25 première passe étant disposée en amont de la chambre de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur et ladite deuxième passe étant disposée en aval de la chambre. Le premier échangeur thermique permet de refroidir le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone à une température proche du seuil de température de désublimation du dioxyde de carbone mais tout en conservant le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone à l'état

gazeux. Par la suite, lorsque le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone traverse la chambre de l'un des échangeurs de chaleur opéré selon le premier mode de fonctionnement, la désublimation du dioxyde de carbone est facilitée du fait de la très basse température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone à l'entrée de la chambre, grâce à la présence du premier échangeur thermique.

L'échange de chaleur opéré dans le premier échangeur thermique se fait également avec la participation du flux de gaz décarboné sortant de la chambre de l'un des échangeurs de chaleur opéré selon le premier mode de fonctionnement. La traversée de ladite chambre ayant abaissé la température du flux de gaz décarboné, ce dernier peut donc être utilisé pour refroidir le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone.

Selon une caractéristique de l'invention, le système de capture comprend un dispositif de régulation de la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone en amont de la première passe du premier échangeur thermique, configuré pour réguler la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone après son passage à travers la première passe et/ou la deuxième passe de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur, le dispositif de régulation comprenant une ligne de contournement de la première passe et/ou de la deuxième passe de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur, une vanne de contrôle configurée pour contrôler la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone au sein de la ligne de contournement, et un organe de détection de la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone en amont de la première passe dudit échangeur thermique.

Le dispositif de régulation permet de contrôler la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone afin d'éviter que le dioxyde de carbone capturé ne soit fusionné trop vite lorsque l'échangeur de chaleur considéré est opéré selon le deuxième mode de fonctionnement. Ce paramètre est vérifié en mesurant la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone via l'organe de détection de la température en sortie de la première passe et/ou de la deuxième passe de l'échangeur de chaleur opéré selon le deuxième mode de fonctionnement. Une température mesurée trop basse signifie que la fusion du dioxyde de carbone est opérée trop rapidement. Si cela est le cas, le dispositif

de régulation peut alors ouvrir la vanne de contrôle pour que le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone circule dans la ligne de contournement et contourne alors l'échangeur de chaleur au lieu de circuler dans la première passe et/ou dans la deuxième passe pour fusionner le dioxyde de carbone capturé au sein de la chambre.

- 5 Selon une caractéristique de l'invention, le système de capture comprend une branche de récupération connectée à chacun des échangeurs de chaleur et configurée pour collecter le dioxyde de carbone à l'état liquide d'au moins l'un des échangeurs de chaleur, la branche de récupération comprenant une vanne de récupération. Lorsque le dioxyde de carbone capturé dans la chambre est fondu, celui-ci circule à l'état liquide au sein de la
- 10 branche de récupération jusqu'à un organe de stockage, par exemple une cuve ou un réservoir. La branche de récupération comprend une vanne de récupération qui est ouverte seulement lorsque le dioxyde de carbone doit circuler à l'état liquide dans la branche de récupération. La vanne de récupération est donc ouverte seulement lorsque l'échangeur de chaleur considéré est opéré selon le deuxième mode de fonctionnement.
- 15 L'ouverture et/ou la fermeture de la vanne de récupération peut être commandée par les moyens de contrôle.

- Selon une caractéristique de l'invention, le système de capture est associé à une source d'émission du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone, ledit flux de gaz chargé en dioxyde de carbone provenant de ladite source d'émission. La source d'émission peut
- 20 être un moteur à combustion interne, par exemple un moteur utilisé pour une propulsion d'un véhicule et/ou pour générer un courant électrique, ou pour toute autre fonction. Le moteur à combustion fonctionne à l'aide d'un carburant, et la combustion interne qui en résulte génère le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone. La source d'émission peut également, de manière non exhaustive, être une cheminée, une
- 25 chaudière ou une usine quelconque.

Selon une caractéristique de l'invention, le système de capture comprend un troisième échangeur de chaleur configuré pour être opéré selon le premier mode de fonctionnement et selon le deuxième mode de fonctionnement, les moyens de contrôle étant configurés pour opérer une alternance entre le premier mode de fonctionnement et

le deuxième mode de fonctionnement sur le troisième échangeur de chaleur. Il s'agit d'une alternative à ce qui a été décrit précédemment, où le système de capture comprend trois échangeurs de chaleur au lieu de deux. Intégrer un troisième échangeur de chaleur permet de limiter les alternances entre le premier mode de fonctionnement et le

5 deuxième mode de fonctionnement pour chacun des échangeurs de chaleur au cours du temps. Par ailleurs, l'ajout d'un troisième échangeur permet aussi d'accroître la capacité de traitement de l'installation.

L'invention couvre également un procédé de capture de dioxyde de carbone au sein d'un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone mis en œuvre par un système de capture de

10 dioxyde de carbone au sein de gaz chargé en dioxyde de carbone tel que décrit précédemment, au cours duquel :

- on opère au moins l'un des échangeurs de chaleur selon le premier mode de fonctionnement afin de désublimer le dioxyde de carbone présent au sein du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone et traversant la chambre dudit

15 échangeur de chaleur ;

- on bascule du premier mode de fonctionnement vers le deuxième mode de fonctionnement dudit échangeur de chaleur afin de fusionner le dioxyde de carbone désublimé dans la chambre en faisant circuler le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone au sein de la première passe et/ou de la deuxième

20 passe dudit échangeur de chaleur.

Un tel procédé permet donc de capturer le dioxyde de carbone présent dans le gaz chargé en dioxyde de carbone via le premier mode de fonctionnement. Chacun des échangeurs de chaleur a une capacité maximale de capture du dioxyde de carbone à l'état solide ou désublimé. Ainsi, le basculement vers le deuxième mode de fonctionnement

25 permet la fusion du dioxyde de carbone capturé et donc de débarrasser la chambre du dioxyde de carbone qui a été préalablement capturé. Ceci étant fait, la chambre est de nouveau apte à capturer du dioxyde de carbone, et l'échangeur de chaleur est alors de nouveau opéré selon le premier mode de fonctionnement pour pouvoir à nouveau

capturer le dioxyde de carbone présent au sein du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone.

Selon une caractéristique du procédé, au moins l'un des échangeurs de chaleur est opéré selon le premier mode de fonctionnement lorsque l'autre des échangeurs de chaleur est opéré selon le deuxième mode de fonctionnement. Le procédé de capture est mis en œuvre de sorte à ce que le dioxyde de carbone puisse être capturé par désublimation en continu, afin que le gaz chargé en dioxyde de carbone ne soit jamais largué dans l'atmosphère. Lorsque le système de capture comprend deux échangeurs de chaleur, le premier échangeur de chaleur est opéré selon le premier mode de fonctionnement tandis que le deuxième échangeur de chaleur est opéré selon le deuxième mode de fonctionnement et le basculement des deux échangeurs de chaleur vers l'autre mode de fonctionnement se fait avantageusement de manière simultanée. Cela permet d'avoir systématiquement au moins un échangeur de chaleur apte à capturer le dioxyde de carbone du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone.

Selon une caractéristique du procédé, le premier mode de fonctionnement suivi du deuxième mode de fonctionnement est un cycle de capture/fusion du dioxyde de carbone, ledit cycle de capture/fusion étant répété par itérations. Le cycle de capture/fusion garantit une alternance des échangeurs de chaleur entre eux entre le premier mode de fonctionnement et le deuxième mode de fonctionnement, de manière continue et ininterrompue. Ainsi, le dioxyde de carbone peut être capturé en continu, et ce peu importe la durée de fonctionnement de la source émettant le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone.

Selon une caractéristique du procédé, lorsque celui-ci est mis en œuvre par un système de capture comprenant trois échangeurs de chaleur, deux échangeurs de chaleur sont opérés selon le premier mode de fonctionnement tandis que le dernier échangeur de chaleur est opéré selon le deuxième mode de fonctionnement, le cycle de capture/fusion comprenant trois périodes d'utilisation dont deux correspondent au premier mode de fonctionnement et une correspond au deuxième mode de fonctionnement, les trois périodes d'utilisation étant d'une durée égale, ou sensiblement égale, le cycle de

capture/fusion étant opéré pour que chacun des trois échangeurs de chaleur soit opéré selon chacune des trois périodes d'utilisation et pour qu'une transition des périodes d'utilisation se fasse de manière simultanée entre les trois échangeurs de chaleur.

Autrement dit, dans un système de capture à trois échangeurs de chaleur, le procédé de capture est configuré de sorte à ce que deux échangeurs de chaleur soient systématiquement opérés selon le premier mode de fonctionnement, l'échangeur de chaleur restant étant opéré selon le deuxième mode de fonctionnement. Chaque échangeur de chaleur a son propre cycle de capture/fusion qui se répète au cours du temps. Il s'agit du même cycle de capture/fusion pour chacun des trois échangeurs de chaleur, à savoir deux périodes au cours duquel le premier mode de fonctionnement est opéré, suivi d'une période où le deuxième mode de fonctionnement est opéré. Toutefois, les cycles de capture/fusion de chacun des trois échangeurs de chaleur sont décalés l'un par rapport à l'autre. Ce décalage de cycle permet d'établir une configuration selon laquelle deux échangeurs de chaleur sont systématiquement opérés selon le premier mode de fonctionnement tant que le système de capture est en fonctionnement. Une telle configuration permet d'optimiser la quantité de dioxyde de carbone capturée. C'est pour cela que le cycle de capture/fusion est divisé en trois périodes d'utilisation.

Le système de capture est configuré pour que le premier mode de fonctionnement soit maintenu deux fois plus longtemps que le deuxième mode de fonctionnement. Ainsi, l'opération du premier mode de fonctionnement dure deux périodes d'utilisation, pouvant être définies comme étant une première période de capture du dioxyde de carbone et une deuxième période de capture de dioxyde de carbone tandis que l'opération du deuxième mode de fonctionnement dure une période d'utilisation, correspondant à une période de fusion du dioxyde de carbone capturé. Autrement dit, le dioxyde de carbone désublimé met deux fois moins de temps pour être fusionné que pour être capturé.

La transition simultanée entre chaque période et le décalage des cycles de chaque échangeur de chaleur est configuré de sorte à ce qu'à chaque période de temps, un échangeur de chaleur est en cours de première période de capture du dioxyde de

carbone, un échangeur de chaleur est en cours de deuxième période de capture de dioxyde de carbone et un échangeur de chaleur est en cours de période de fusion du dioxyde de carbone capturé. Cette configuration permet ainsi d'optimiser le système de capture et de maximiser le débit de dioxyde de carbone capturé.

5 Selon une caractéristique du procédé, un premier fluide de refroidissement et un deuxième fluide de refroidissement circulent respectivement dans la première passe et dans la deuxième passe d'au moins l'un des échangeurs de chaleur lorsqu'il est opéré selon le premier mode de fonctionnement. Les fluides de refroidissement permettent de refroidir le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone traversant la chambre afin de
10 capturer le dioxyde de carbone par désublimation. Lesdits fluides de refroidissement doivent donc circuler au sein de la première passe et/ou de la deuxième passe à une température adaptée pour assurer la désublimation du dioxyde de carbone lorsque le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone traverse la chambre, par exemple -120°C pour le flux de gaz décarboné ou -161°C pour le flux de gaz naturel liquéfié.

15 Selon une caractéristique du procédé, la première vanne, la deuxième vanne, la troisième vanne, la quatrième vanne, la septième vanne et la huitième vanne sont ouvertes tandis que la cinquième vanne, la sixième vanne et la vanne de récupération sont fermées lorsque l'échangeur de chaleur considéré est opéré selon le premier mode de
fonctionnement. La première vanne, la deuxième vanne, la troisième vanne, la quatrième
20 vanne doivent être ouvertes afin d'autoriser la circulation des fluides de refroidissement dans la première passe et dans la deuxième passe de l'échangeur de chaleur considéré. La septième vanne et la huitième vanne sont également ouvertes afin d'autoriser le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone à travers la chambre. La vanne de récupération est fermée afin de maintenir la chambre hermétique lors de l'opération du premier mode de
25 fonctionnement.

Selon une caractéristique du procédé, la première vanne, la deuxième vanne, la troisième vanne, la quatrième vanne, la septième vanne et la huitième vanne sont fermées tandis que la cinquième vanne, la sixième vanne et la vanne de récupération sont ouvertes lorsque l'échangeur de chaleur considéré est opéré selon le deuxième mode de

fonctionnement. Lorsque l'échangeur de chaleur est opéré selon le deuxième mode de fonctionnement, la première vanne, la deuxième vanne, la troisième vanne, la quatrième vanne, la septième vanne et la huitième vanne sont fermées afin d'interdire la circulation des fluides de refroidissement à travers les passes ainsi que la traversée de la chambre par le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone.

La cinquième vanne et la sixième vanne sont ouvertes afin que le flux de gaz décarboné circule dans la première passe et/ou dans la deuxième passe de l'échangeur de chaleur considéré, dans le but de fusionner le dioxyde de carbone préalablement capturé dans la chambre. A ce stade, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone est par exemple à une température comprise entre -25°C et -33°C . Cette température est suffisante pour faire fondre le dioxyde de carbone. Par la suite, après avoir traversé la première passe et/ou la deuxième passe de l'échangeur de chaleur opéré selon le deuxième mode de fonctionnement, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone circule jusqu'à traverser la chambre d'un autre des échangeurs de chaleur, qui lui est opéré selon le premier mode de fonctionnement. La vanne de récupération est quant à elle ouverte afin que le dioxyde de carbone à l'état liquide puisse être collecté en circulant au sein de la branche de récupération.

Selon une caractéristique du procédé, le dispositif de régulation de la température contrôle une section d'ouverture de la vanne de contrôle afin de déterminer un débit de flux de gaz chargé en dioxyde de carbone traversant la première passe et/ou la deuxième passe de l'échangeur de chaleur opéré selon le deuxième mode de fonctionnement et un débit de flux de gaz chargé en dioxyde de carbone circulant dans la branche de contournement, la section d'ouverture de la vanne de contrôle étant dépendante d'au moins une température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone relevée par l'organe de détection de la température. Le dispositif de régulation de la température permet ainsi de contrôler la vitesse de fusion du dioxyde de carbone capturé dans la chambre de l'échangeur de chaleur opéré selon le deuxième mode de fonctionnement, et ce en fonction de la température mesurée par l'organe de détection de la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone en sortie de la première

- 5 passe et/ou de la deuxième passe. Plus la section d'ouverture de la vanne de contrôle est grande, plus le débit du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone circulant dans la branche de contournement est élevé. Cela permet de limiter la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone à travers la première passe et/ou la deuxième passe de l'échangeur de chaleur opéré selon le deuxième mode de fonctionnement et donc de ralentir la vitesse de fusion du dioxyde de carbone qui y est capturé. Si la vanne de contrôle est totalement fermée, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone circule intégralement au sein de la première passe et/ou de la deuxième passe de l'échangeur de chaleur opéré selon le deuxième mode de fonctionnement.
- 10 Selon une caractéristique du procédé, le dioxyde de carbone fusionné issu de l'échangeur de chaleur opéré selon le deuxième mode de fonctionnement est stocké. Une fois le dioxyde de carbone fusionné, celui-ci circule alors à l'état liquide au sein de la branche de récupération mentionnée précédemment jusqu'à être stocké au sein d'un organe de stockage.
- 15 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore au travers de la description qui suit d'une part, et de plusieurs exemples de réalisation donnés à titre indicatif et non limitatif en référence aux dessins schématiques annexés d'autre part, sur lesquels :
- 20 [fig 1] représente un premier mode de réalisation d'un système de capture de dioxyde de carbone au sein de gaz chargé en dioxyde de carbone selon l'invention,
- [fig 2] illustre un premier exemple de circulation des différents fluides au sein du premier mode de réalisation du système de capture,
- [fig 3] illustre un deuxième exemple de circulation des différents fluides au sein du premier mode de réalisation du système de capture,
- 25 [fig 4] représente un deuxième mode de réalisation d'un système de capture selon l'invention et une illustration d'une circulation des différents fluides au sein de ce deuxième mode de réalisation,

[fig 5] représente un troisième mode de réalisation d'un système de capture selon l'invention et une illustration d'une circulation des différents fluides au sein de ce troisième mode de réalisation,

[fig 6] est un graphique détaillant le déroulement de cycles capture/fusion mis en œuvre par un procédé de capture du dioxyde de carbone opéré selon le deuxième mode de réalisation du système de capture.

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 au sein de 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, 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 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 cours de fonctionnement, le carburant est brûlé et la source d'émission 6 émet donc naturellement des gaz chargés en dioxyde de carbone, par exemple des gaz de combustion. Le système de capture 1 permet ainsi de capturer le dioxyde de carbone présent au sein d'un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 au lieu de larguer ledit flux directement dans l'atmosphère.

Afin de traiter le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone, celui-ci circule de la source d'émission 6 jusqu'au système de capture 1 selon l'invention par le biais d'une conduite. Avant d'atteindre le système de capture 1, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone est comprimé par un dispositif de compression, non représenté sur la figure 1, afin d'atteindre une pression d'environ 4,5 bars. Le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 peut également circuler à travers un dispositif de séchage, également non représenté, qui assure une élimination des traces d'eau pouvant subsister au sein du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone.

Le système de capture 1 est illustré sur la figure 1 sans matérialiser la circulation des différents flux. Cette figure illustre donc les composants du système dépourvu de toute circulation de fluide.

5 Afin d'assurer la capture du dioxyde de carbone contenu dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2, 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.

10 Chaque échangeur de chaleur 4 comprend une chambre 14 définie par un volume interne de chacun des échangeurs de chaleur 4, ainsi que deux passes 12 qui s'étendent dans la chambre 14. Plus précisément, chaque échangeur de chaleur 4 comprend une première passe 12a et une deuxième passe 12b au sein desquelles un fluide peut circuler. La première passe 12a et la deuxième passe 12b traversent toutes deux la chambre 14. Un échange de chaleur peut ainsi être mis en œuvre entre les passes 12 et la chambre 14.

15 Les échangeurs de chaleur 4 présentent la particularité d'être opérés selon deux modes de fonctionnement. Un premier mode de fonctionnement assure une capture du dioxyde de carbone présent au sein du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone par désublimation. Le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 traverse la chambre 14 de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur 4 et le dioxyde de carbone composant le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 est désublimé et vient se déposer à l'état solide sur
20 les parois de l'échangeur de chaleur 4 considéré.

Afin de désublimer le dioxyde de carbone contenu dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2, la première passe 12a et/ou la deuxième passe 12b sont parcourues par des fluides de refroidissement. Ces derniers assurent le refroidissement du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 traversant la chambre 14, de manière à fournir la condition de
25 température adaptée à la capture du dioxyde de carbone par désublimation. Cela permet de générer un flux de gaz décarboné 3 en sortie de la chambre 14 de l'échangeur de chaleur 4.

Les échangeurs de chaleur 4 peuvent également être opérés selon un deuxième mode de fonctionnement assurant une fusion du dioxyde de carbone préalablement capturé au

sein de la chambre 14 de l'échangeur de chaleur 4 considéré. D'une manière préférentielle, le deuxième mode de fonctionnement est opéré sur un échangeur de chaleur 4 précédemment opéré selon le premier mode de fonctionnement.

5 Afin de faire fondre le dioxyde de carbone capturé en fusionnant celui-ci, la première passe 12a et/ou la deuxième passe 12b de l'échangeur de chaleur 4 sont parcourues par le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2. Ce dernier étant à une température relativement élevée, par exemple autour de -25°C à -33°C, la chambre 14 reçoit la chaleur que lui cède le gaz de charge en se refroidissant et le dioxyde de carbone capturé passe à l'état liquide.

10 Le système de capture 1 comprend à ce titre une branche de récupération 31 connectée à la chambre 14 de chacun des échangeurs de chaleur 4 et assurant la circulation du dioxyde de carbone à l'état liquide jusqu'à un organe de stockage 53. Ainsi, en plus d'éviter de larguer du dioxyde de carbone dans l'atmosphère, le système de capture 1 selon l'invention permet de stocker le dioxyde de carbone à l'état liquide, qui peut par la
15 suite être utilisé ou commercialisé pour de multiples activités tierces. La branche de récupération 31 comprend une vanne de récupération 19 pouvant être ouverte pour autoriser la circulation du dioxyde de carbone à l'état liquide dans la branche de récupération 31.

Afin d'opérer les échangeurs de chaleur 4 selon l'un ou l'autre des modes de
20 fonctionnement, mais également de basculer lesdits échangeurs de chaleur 4 d'un mode de fonctionnement à l'autre, le système de capture 1 comprend des moyens de contrôle 5 permettant la gestion de la circulation des différents fluides circulant dans les passes 12 et/ou traversant la chambre 14 de chacun des échangeurs de chaleur 4.

Les moyens de contrôle 5 comprennent notamment au moins un organe de gestion 42,
25 au moins un dispositif de gestion 40, au moins un organe de contrôle 38 et au moins un dispositif de contrôle 44. Avantagusement, chacun de ces moyens de contrôle 5 est présent en autant d'exemplaires qu'il y a d'échangeurs de chaleur 4, afin que chacun de ces derniers puisse être opéré selon l'un ou l'autre des modes de fonctionnement évoqués précédemment.

L'organe de gestion 42 permet de contrôler la circulation d'un premier fluide de refroidissement au sein de l'une ou l'autre des passes 12 des échangeurs de chaleur 4. A titre d'exemple, sur la figure 1, il y a un organe de gestion 42 pour chaque échangeur de chaleur 4, et chacun des organes de gestion 42 contrôle la circulation du premier fluide de refroidissement au sein de la première passe 12a. Chaque organe de gestion 42 comprend une première vanne 42a et une deuxième vanne 42b disposées de part et d'autre de la première passe 12a de chaque échangeur de chaleur 4, c'est-à-dire en amont et en aval de la première passe 12a.

Le dispositif de gestion 40 permet de contrôler la circulation d'un deuxième fluide de refroidissement, pouvant être identique ou différent du premier fluide de refroidissement, au sein de l'une ou l'autre des passes 12 des échangeurs de chaleur 4. A titre d'exemple, sur la figure 1, il y a un dispositif de gestion 40 pour chaque échangeur de chaleur 4, et chacun des dispositifs de gestion 40 contrôle la circulation du deuxième fluide de refroidissement au sein de la deuxième passe 12b. Chaque dispositif de gestion 40 comprend une troisième vanne 40a et une quatrième vanne 40b disposées de part et d'autre de la deuxième passe 12b de chaque échangeur de chaleur 4, c'est-à-dire en amont et en aval de la deuxième passe 12b.

On comprend ainsi que 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 lorsque l'échangeur de chaleur 4 considéré est opéré selon le premier mode de fonctionnement, le passage des fluides de refroidissement au sein des passes 12 assurant la capture du dioxyde de carbone par 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. A titre d'exemple, sur la figure 1, il y a un organe de contrôle 38 pour chaque échangeur de chaleur 4, et chacun des organes de contrôle 38 contrôle la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 au sein de la première passe 12a et/ou de la deuxième passe 12b. Chaque organe de contrôle 38 comprend au moins une cinquième vanne 38a et une sixième vanne 38b disposées de part et d'autre de l'une ou l'autre des

passes 12 de chaque échangeur de chaleur 4, c'est-à-dire en amont et en aval de l'une ou l'autre des passes 12. 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 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 au sein des passes 12 lorsque l'échangeur de chaleur 4 considéré est opéré selon le deuxième mode de fonctionnement, le passage du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 au sein des passes 12 assurant la fonte du dioxyde de carbone capturé dans la chambre 14 de l'échangeur de chaleur 4 considéré.

Sur les figures 1 à 5, l'ensemble des vannes susmentionnées sont des vannes indépendantes les unes des autres, mais il est possible de rassembler certaines d'entre elles, par exemple pour former des vannes trois voies.

Le dispositif de contrôle 44 permet de contrôler la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 à travers la chambre 14 des échangeurs de chaleur 4. Plus précisément, il s'agit du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 qui traverse la chambre 14 autour des passes 12 et qui est refroidi dans le but de capturer le dioxyde de carbone par désublimation. A titre d'exemple, sur la figure 1, il y a un dispositif de contrôle 44 pour chaque échangeur de chaleur 4. Chaque dispositif de contrôle 44 comprend au moins une septième vanne 44a et une huitième vanne 44b disposées de part et d'autre de la chambre 14 de chaque échangeur de chaleur 4, c'est-à-dire en amont et en aval de la chambre 14 de chaque échangeur de chaleur 4.

On comprend ainsi que 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 à travers la chambre 14 lorsque l'échangeur de chaleur 4 considéré est opéré selon le premier mode de fonctionnement, le passage du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 à travers la chambre 14 permettant d'en capturer le dioxyde de carbone qui le contient.

Il est à noter que l'organe de gestion 42, le dispositif de gestion 40, l'organe de contrôle 38 et le dispositif de contrôle 44 ne sont pas des objets matériels mais uniquement des dénominations permettant de désigner l'ensemble des vannes suscitées. Par ailleurs, la vanne de récupération 19 évoquée précédemment peut être également contrôlée par les
5 moyens de contrôle 5.

Quel que soit le mode de réalisation de l'invention ou ses variantes, il est prévu un organe de régulation 90 dont le rôle est de contrôler la température qui règne au sein d'au moins une des deux chambres 14a, 14b, et avantageusement au sein d'une unique chambre ou de toutes les chambres opérées selon le premier mode de fonctionnement.
10 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 90 comprend au moins un canal 93 permettant à une partie du flux de 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 ou des
15 passes 12 peut être réduit et donc l'apport de froid au sein de la chambre 14 peut être ajusté.

La circulation du flux de gaz décarboné dans ce canal 93 est placée sous la dépendance d'un organe de mesure 91 de la température au sein d'au moins une des deux chambres 14, 14a, 14b. Cet organe de mesure 91 est par exemple un capteur de température
20 installé à l'intérieur de la chambre 14. Cet organe de mesure 91 agit sur une vanne de régulation 92 placée sur le canal 93 et qui ajuste le débit du flux de gaz décarboné 3 qui circule dans le canal 93.

Le système de capture 1 comprend par ailleurs un premier échangeur thermique 16 et un deuxième échangeur thermique 10, chacun d'entre eux configuré pour opérer un
25 échange de chaleur entre le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 et le flux de gaz décarboné 3, après que ce dernier sorte de la chambre 14 d'au moins un échangeur de chaleur 4 opéré selon le premier mode de fonctionnement.

Le flux de gaz décarboné 3 étant à très basse température du fait de sa traversée de la chambre 14 de l'un des échangeurs de chaleur 4 opéré selon le premier mode de

fonctionnement, le premier échangeur thermique 16 et le deuxième échangeur thermique 10 permettent d'exploiter cette température du flux de gaz décarboné 3 afin de pré-refroidir le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 avant que celui-ci ne traverse la chambre 14 d'un échangeur de chaleur 4 opéré selon le premier mode de fonctionnement. Ainsi, le premier échangeur thermique 16 comprend une première
5 passe 16a au sein de laquelle circule le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 et une deuxième passe 16b au sein duquel circule le flux de gaz décarboné 3, et le deuxième échangeur thermique 10 comprend une première passe 10a au sein de laquelle circule le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 et une deuxième passe 10b au sein duquel
10 circule le flux de gaz décarboné 3. Tel que cela sera détaillé par la suite, le deuxième échangeur thermique 10 est positionné en amont du premier échangeur thermique 16 par rapport au sens de circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2.

La figure 2 illustre le même système de capture 1 que celui illustré en figure 1. La figure 2 illustre toutefois un premier exemple de circulation des différents fluides au sein du
15 système de capture 1 lorsque ce dernier est en cours de fonctionnement.

Dans les figures 2 à 5, 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 flux de gaz naturel liquéfié, les lignes en pointillés longs
20 correspondent à un flux de dioxyde de carbone à l'état liquide, et les lignes en pointillés courts 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 est opéré par les moyens de contrôle 5 selon le premier mode de fonctionnement. Autrement dit, c'est au sein de la
25 chambre 14b du deuxième échangeur de chaleur 4b que le dioxyde de carbone contenu dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 est en cours de capture. Le premier échangeur de chaleur 4a est opéré par les moyens de contrôle 5 selon le deuxième mode de fonctionnement. Autrement dit, du dioxyde de carbone a été préalablement capturé

au sein de la chambre 14a du premier échangeur de chaleur 4a, et ledit dioxyde de carbone est en cours de fusion.

Lorsque le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 est émis par la source d'émission 6, celui-ci circule jusqu'au système de capture 1 en étant préalablement comprimé et séché tel que cela a été évoqué précédemment. A l'entrée du système de capture 1, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 est à une température par exemple comprise entre +5°C et +15°C.

Le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 circule ensuite au sein du système de capture 1, plus précisément au sein d'un premier circuit d'alimentation 8. Le premier circuit d'alimentation 8 est divisé en une première voie 8a et en une deuxième voie 8b et permet de connecter fluidiquement l'arrivée du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 aux échangeurs de chaleur 4.

Le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 circule au sein de la première voie 8a jusqu'au deuxième échangeur thermique 10 au sein duquel il est pré-refroidi par le flux de gaz décarboné 3 jusqu'à une température d'environ -33°C.

Le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 poursuit sa circulation au sein de la première voie 8a jusqu'au premier échangeur de chaleur 4a. Les moyens de contrôle 5, plus particulièrement l'organe de contrôle 38 associé au premier échangeur de chaleur 4a, est configuré pour maintenir ouvertes les cinquièmes vannes 38a et les sixièmes vannes 38b agencées de part et d'autre des passes 12 du premier échangeur de chaleur 4a. Cette configuration permet au flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 de circuler au sein de la première passe 12a et de la deuxième passe 12b du premier échangeur de chaleur 4a. Le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 étant à une température comprise entre -25°C et -33°C, un échange de chaleur est opéré, refroidissant le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2, par exemple à une température comprise entre -42°C et -49°C, et réchauffant la chambre 14a du premier échangeur de chaleur 4a, entraînant ainsi la fusion du dioxyde de carbone présent au sein de ladite chambre 14a du premier échangeur de chaleur 4a. Le dioxyde de carbone à l'état liquide ainsi formé

peut circuler au sein de la branche de récupération 31 jusqu'à l'organe de stockage 53, la vanne de récupération 19 du premier échangeur de chaleur 4a étant ouverte.

En sortie des passes 12 du premier échangeur de chaleur 4a, le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 poursuit sa circulation jusqu'au premier échangeur thermique 16
5 au sein duquel il est de nouveau refroidi par le flux de gaz décarboné 3. Le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 est refroidi jusqu'à un seuil limite de température de changement d'état du dioxyde de carbone, par exemple à une température d'environ -99°C.

Le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 circule alors jusqu'au deuxième échangeur
10 de chaleur 4b. Les moyens de contrôle 5, plus particulièrement le dispositif de contrôle 44 associé au deuxième échangeur de chaleur 4b est configuré pour maintenir ouvertes la septième vanne 44a et la huitième vanne 44b agencées de part et d'autre de la chambre 14b du deuxième échangeur de chaleur 4b afin que le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 puisse la traverser.

Lorsque le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 traverse la chambre 14b du
15 deuxième échangeur de chaleur 4b, un échange de chaleur est opéré car les passes 12 du deuxième échangeur de chaleur 4b sont parcourues par le premier fluide de refroidissement et le deuxième fluide de refroidissement. Le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 est alors refroidi à une température telle que le dioxyde de carbone
20 contenu dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 est désublimé, c'est-à-dire qu'il passe de l'état vapeur à l'état solide. Le dioxyde de carbone se dépose alors sous forme de givre sur les parois de la chambre 14b du deuxième échangeur de chaleur 4b ou autour des passes 12 de celui-ci. Les détails concernant les caractéristiques et la nature des fluides de refroidissement seront mentionnés par la suite.

La traversée de la chambre 14b du deuxième échangeur de chaleur 4b entraîne la
25 génération du flux de gaz décarboné 3 à partir du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2. Le flux de gaz décarboné 3 est alors à une température d'environ -120°C. Le système de capture 1 comprend un deuxième circuit d'alimentation 20 assurant la circulation du flux de gaz décarboné 3 au sein du système de capture 1. Le deuxième

circuit d'alimentation 20 comprend notamment une ligne 22 qui assure la circulation du flux de gaz décarboné 3 des chambres 14 des échangeurs de chaleur 4 jusqu'aux passes 12 des échangeurs de chaleur.

5 En effet, le flux de gaz décarboné 3 étant à environ -120°C , celui-ci peut être utilisé comme fluide de refroidissement pour au moins l'un des échangeurs de chaleur 4 opérés selon le premier mode de fonctionnement. Sur la figure 2, la ligne 22 permet la circulation du flux de gaz décarboné 3 jusqu'à la première passe 12a du deuxième échangeur de chaleur 4b.

10 Les moyens de contrôle 5, plus particulièrement l'organe de gestion 42 associé au deuxième échangeur de chaleur 4b est configuré pour maintenir ouvertes la première vanne 42a et la deuxième vanne 42b agencées de part et d'autre de la première passe 12a du deuxième échangeur de chaleur 4b afin que le flux de gaz décarboné 3 puisse y circuler pour être utilisé en tant que premier fluide de refroidissement au sein du deuxième échangeur de chaleur 4b et ainsi participer à la désublimation du dioxyde de carbone contenu dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2. En sortie de la première passe 12a du deuxième échangeur de chaleur 4b, le flux de gaz décarboné 3 est à une température d'environ -102°C . Afin de maintenir la chambre 14b hermétique, la vanne de récupération 19 du deuxième échangeur de chaleur 4b est fermée.

20 Le deuxième circuit d'alimentation 20 comprend également un collecteur 24 permettant de récupérer le flux de gaz décarboné 3 après que celui-ci soit évacué de l'une ou l'autre des passes 12 d'au moins l'un des échangeurs de chaleur 4 opéré selon le premier mode de fonctionnement, ici la première passe 12a du deuxième échangeur de chaleur 4b. Le collecteur 24 permet notamment de faire circuler le flux de gaz décarboné 3 jusqu'au premier échangeur thermique 16 afin de refroidir le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2.

25 En sortie du premier échangeur thermique 16, le flux de gaz décarboné 3 est à une température comprise entre -52°C et -55°C . Celui-ci circule alors jusqu'au deuxième échangeur thermique 10 pour assurer le pré-refroidissement du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2. En sortie du deuxième échangeur thermique 10, le flux de gaz

décarboné 3 est à une température comprise entre -19°C et -25°C. Une telle succession d'échanges de chaleur permet d'exploiter au maximum les capacités de refroidissement du flux de gaz décarboné 3. Ce dernier circule ensuite hors du système de capture 1 et peut par exemple, si cela est possible, contribuer au refroidissement du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 lors de sa compression et de son séchage préalable à son arrivée dans le système de capture 1.

Le système de capture 1 comprend par ailleurs un troisième circuit d'alimentation 28, au sein duquel peut circuler un flux de gaz naturel liquéfié 30 ou un autre fluide frigorigène. Le système de capture 1, tel que cela a été mentionné précédemment, peut en effet être intégré au sein d'un véhicule, par exemple un ouvrage flottant. Un tel ouvrage flottant peut comprendre une cuve 34 de transport et/ou de stockage d'un gaz naturel liquéfié. Ce dernier peut par ailleurs être utilisé comme carburant pour alimenter la source d'émission 6. Sur l'ensemble des figures 2 à 5, c'est donc un flux de gaz naturel liquéfié 30 qui circule dans le troisième circuit d'alimentation 28. Il est toutefois possible que le troisième circuit d'alimentation 28 soit un circuit de refroidissement au sein duquel circule un fluide frigorigène assurant une fonction identique au flux de gaz naturel liquéfié 30.

La cuve 34 comprend une pompe 32 assurant la mise en circulation du flux de gaz naturel liquéfié 30. Celui-ci circule alors au sein du troisième circuit d'alimentation 28 jusqu'aux échangeurs de chaleur 4. On comprend ainsi que le flux de gaz naturel liquéfié peut être utilisé comme fluide de refroidissement pour participer à la capture du dioxyde de carbone présent dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2.

Sur la figure 2, le flux de gaz naturel liquéfié 30 circule jusqu'à la deuxième passe 12b du deuxième échangeur de chaleur 4b, celui-ci étant opéré selon le premier mode de fonctionnement. Les moyens de contrôle 5, plus particulièrement le dispositif de gestion 40 associé au deuxième échangeur de chaleur 4b est configuré pour maintenir ouvertes la troisième vanne 40a et la quatrième vanne 44b agencées de part et d'autre de la deuxième passe 12b du deuxième échangeur de chaleur 4b afin que le flux de gaz naturel liquéfié 30 puisse y circuler pour être utilisé en tant que deuxième fluide de

refroidissement au sein du deuxième échangeur de chaleur 4b et ainsi participer à la désublimation du dioxyde de carbone contenu dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2. A l'entrée de la deuxième passe 12b du deuxième échangeur de chaleur 4b, le flux de gaz naturel liquéfié 30 est à une température d'environ -161°C. Dans le cas où
5 c'est un autre fluide frigorigène qui circule dans le troisième circuit d'alimentation 28, ledit fluide frigorigène peut par exemple être à une température de -125°C. En sortie de la deuxième passe 12b du deuxième échangeur de chaleur 4b, le flux de gaz naturel liquéfié 30 est à une température d'environ -101°C.

D'une manière avantageuse, le flux de gaz décarboné 3 circule au sein de la première
10 passe 12a et le flux de gaz naturel liquéfié 30 circule au sein de la deuxième passe 12b de l'échangeur de chaleur 4 opéré selon le premier mode de fonctionnement. Cet agencement permet au flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2, lors de sa traversée de la chambre 14, d'être refroidi dans un premier temps par le flux de gaz décarboné 3, puis par le flux de gaz naturel liquéfié 30 qui est plus froid que le flux de gaz décarboné 3. Le
15 refroidissement du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 est ainsi progressif et contribue à répartir la neige carbonique sur les surfaces froides successivement traversées par le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2.

En sortie de la deuxième passe 12b du deuxième échangeur de chaleur 4b, le flux de gaz naturel liquéfié 30 peut être utilisé par la suite pour un échange de chaleur ultérieur. En
20 effet, comme cela a été évoqué, le premier circuit d'alimentation 8 se divise en la première voie 8a et en la deuxième voie 8b. La circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 au sein de la voie 8a a été décrite précédemment.

Le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 circulant dans la deuxième voie 8b circule également jusqu'aux échangeurs de chaleur 4, mais doit être pré-refroidi avant de
25 traverser la chambre 14 d'au moins l'un des échangeurs de chaleur 4 opéré selon le premier mode de fonctionnement, tout comme le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 circulant dans la première voie 8a.

Pour ce faire, le système de capture 1 comprend un troisième échangeur thermique 18 configuré pour opérer un échange de chaleur entre le flux de gaz chargé en dioxyde de

carbone 2 circulant dans la deuxième voie 8b et le flux de gaz naturel liquéfié 30 circulant dans le troisième circuit d'alimentation 28 après avoir circulé dans l'une et/ou l'autre des passes 12 d'au moins l'un des échangeurs de chaleur 4 opéré selon le premier mode de fonctionnement. La division du premier circuit d'alimentation 8 en deux voies 5 8a, 8b permet une répartition du pré-refroidissement du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 auprès de plusieurs échangeurs thermiques. De plus, la basse température du flux de gaz naturel liquéfié 30 peut être exploitée.

Ainsi, le troisième échangeur thermique 18 comprend une première passe 18a au sein de laquelle circule le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 et une deuxième passe 18b 10 au sein duquel circule le flux de gaz naturel liquéfié 30. Ce dernier étant à une température d'environ -101°C , il peut alors refroidir le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 jusqu'au seuil limite de température de changement d'état du dioxyde de carbone, par exemple à une température d'environ -99°C .

En aval du troisième échangeur thermique 18, la deuxième voie 8b rejoint la première 15 voie 8a en aval du premier échangeur thermique 16 et en amont des échangeurs de chaleur 4. Les 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 l'un par rapport à l'autre.

En sortie du troisième échangeur thermique 18, le flux de gaz naturel liquéfié 30 ou tout 20 autre fluide frigorigène est à l'état vapeur à une température d'environ $+3^{\circ}\text{C}$ et peut circuler jusqu'à un organe de réception 35 qui peut réchauffer ledit flux et le faire circuler jusqu'à un appareil consommateur de gaz, par exemple la source d'émission 6 qui génère le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 que le système de capture 1 selon l'invention cherche à traiter.

25 Afin notamment de réguler la température des flux de gaz au niveau du premier échangeur thermique 16, le système de capture 1 est également pourvu d'un système de régulation 46 et d'un dispositif de régulation 61.

Le système de régulation 46 comprend un dispositif de détection 48, une branche de contournement 26 et une neuvième vanne 50. Le dispositif de détection 48 permet de

mesurer la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 en sortie du premier échangeur thermique 16. La branche de contournement 26 est intégrée au sein du deuxième circuit d'alimentation 20 et est agencée en parallèle du premier échangeur thermique 16. La neuvième vanne 50 est quant à elle disposée sur la branche de contournement 26.

Le système de régulation 46 a pour fonction d'éviter une désublimation prématurée du dioxyde de carbone au sein du premier échangeur thermique 16 qui n'est pas configuré pour assurer le stockage du dioxyde de carbone à l'état solide. La température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 est ainsi contrôlée en sortie dudit premier échangeur thermique 16. Si le dispositif de détection 48 mesure une température inférieure à un seuil de température défini, cela signifie que le flux de gaz décarboné 3 refroidit trop le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 au sein du premier échangeur thermique 16.

Afin de limiter un tel refroidissement, la neuvième vanne 50 peut être ouverte afin qu'au moins une fraction du flux de gaz décarboné 3 circule au sein de la branche de contournement 26 au lieu de traverser le premier échangeur thermique 16. Cela limite ainsi le débit du flux de gaz décarboné 3 traversant le premier échangeur thermique 16 et évite de refroidir trop intensivement le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2.

Le dispositif de détection 48 peut être configuré pour contrôler directement la neuvième vanne 50. Cette dernière peut être ouverte de sorte à faire varier une section de passage de la branche de contournement 26. De cette manière, il est possible de contrôler le débit de gaz décarboné circulant dans la branche de contournement 26 et donc d'indirectement contrôler le débit de gaz décarboné traversant le premier échangeur thermique 16. Dans le cas où le flux de gaz décarboné 3 est divisé en une fraction circulant dans la branche de contournement 26 et en une fraction traversant le premier échangeur thermique 16, les deux fractions se rejoignent en aval de ce dernier et le flux de gaz décarboné 3 poursuit sa circulation jusqu'au deuxième échangeur thermique 10.

Le dispositif de régulation 61 comprend une ligne de contournement 62 de la première passe 12a et/ou de la deuxième passe 12b de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur 4, une vanne de contrôle 63 configurée pour contrôler la circulation du flux de gaz chargé

en dioxyde de carbone 2 au sein de la ligne de contournement 62, et un organe de détection 64 de la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 en amont du premier échangeur thermique 16. La ligne de contournement 62 est intégrée au sein de la première voie 8a du premier circuit d'alimentation 8 et est agencée en parallèle des passes 12 des échangeurs de chaleur 4. La vanne de contrôle 63 est quant à elle disposée sur la ligne de contournement 62.

Le dispositif de régulation 61 a pour fonction de contrôler la vitesse de fusion du dioxyde de carbone au sein de la chambre 14 d'au moins l'un des échangeurs de chaleur 4 opéré selon le deuxième mode de fonctionnement. La température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 est contrôlée par l'organe de détection 64 en amont du premier échangeur thermique 16 et donc en aval des passes 12 d'au moins l'un des échangeurs de chaleur 4, ici la première passe 12a et la deuxième passe 12b du premier échangeur de chaleur 4a. Si l'organe de détection 64 mesure une température inférieure à un seuil de température défini, cela signifie que le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 effectue un échange de chaleur trop important au sein d'au moins l'un des échangeurs de chaleur 4 opéré selon le deuxième mode de fonctionnement et donc que la fusion du dioxyde de carbone est potentiellement effectuée trop rapidement.

Afin de limiter la vitesse de fusion du dioxyde de carbone, la vanne de contrôle 63 peut être ouverte de sorte qu'au moins une fraction du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 circule au sein de la ligne de contournement 62 au lieu de traverser la première passe 12a et la deuxième passe 12b du premier échangeur de chaleur 4a. Cela limite ainsi le débit du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 circulant dans la première passe 12a et dans la deuxième passe 12b du premier échangeur de chaleur 4a et évite de fusionner trop rapidement le dioxyde de carbone contenu dans la chambre 14a du premier échangeur de chaleur 4a.

L'organe de détection 64 peut être configuré pour contrôler directement la vanne de contrôle 63. Cette dernière peut être ouverte de sorte à faire varier une section de passage de la ligne de contournement 62. De cette manière, il est possible de contrôler le débit de gaz chargé en dioxyde de carbone circulant dans la ligne de contournement

62 et donc d'indirectement contrôler le débit de gaz chargé en dioxyde de carbone circulant dans la première passe 12a et dans la deuxième passe 12b du premier échangeur de chaleur 4a.

5 Dans le cas où le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 est divisé en une fraction circulant dans la ligne de contournement 62 et en une fraction circulant dans la première passe 12a et dans la deuxième passe 12b du premier échangeur de chaleur 4a, les deux fractions se rejoignent en aval de ce dernier et en amont de la mesure de la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 par l'organe de détection 64. Bien que la température de la fraction du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2
10 circulant dans la première passe 12a et dans la deuxième passe 12b du premier échangeur de chaleur 4a a été abaissée lors de l'échange de chaleur opéré au sein de ce dernier, cette baisse de température est compensée par la température de la fraction du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 circulant dans la ligne de contournement 62 et qui n'a donc pas subi d'échange de chaleur lorsque les deux fractions se rejoignent et
15 se mélangent.

La figure 3 illustre le même système de capture 1 que celui illustré en figure 1 et en figure 2. La figure 3 illustre un deuxième exemple de circulation des différents fluides au sein du système de capture 1 lorsque ce dernier est en cours de fonctionnement. La différence avec la figure 2 réside dans le fait que cette fois c'est le premier échangeur de
20 chaleur 4a qui est opéré selon le premier mode de fonctionnement et c'est le deuxième échangeur de chaleur 4b qui est opéré selon le deuxième mode de fonctionnement.

On comprend ainsi que la configuration illustrée en figure 3 est successive à la configuration illustrée en figure 2. En effet, le système de capture 1 met en œuvre un procédé de capture du dioxyde de carbone au sein d'un flux de gaz chargé en dioxyde de
25 carbone au cours duquel chaque échangeur de chaleur 4 est opéré selon l'un des modes de fonctionnement et bascule par la suite selon l'autre mode de fonctionnement. Ce procédé de capture permet ainsi une capture du dioxyde de carbone présent dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 au sein de chaque échangeur de chaleur 4 au cours de l'opération du premier mode de fonctionnement, puis de fusionner le dioxyde

de carbone capturé dans lesdits échangeurs de chaleur 4 au cours de l'opération du deuxième mode de fonctionnement, formant ainsi un cycle de capture/fusion. Par la suite, le cycle de capture/fusion est répété par itérations de sorte à pouvoir capturer en continu le dioxyde de carbone au sein du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2.

5 Les moyens de contrôle 5 assurent le basculement des échangeurs de chaleur 4 d'un mode de fonctionnement à l'autre via l'ouverture et la fermeture des différentes vannes évoquées précédemment.

De plus, dans un système de capture 1 comprenant deux échangeurs de chaleur 4 tel que cela est illustré sur les figures 1 à 3, le procédé de capture est configuré pour que chacun
10 des deux échangeurs de chaleur 4 soit opéré selon un mode de fonctionnement différent, et pour que le basculement d'un mode de fonctionnement à l'autre se fasse simultanément ou sensiblement simultanément au niveau des deux échangeurs de chaleur 4. Une telle configuration permet d'avoir en permanence un échangeur de chaleur 4 opéré selon le premier mode de fonctionnement, et ainsi de pouvoir capturer
15 en permanence le dioxyde de carbone présent dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2, celui-ci étant continu tant que la source d'émission 6 est en cours de fonctionnement.

A titre d'exemple, lors d'un basculement de la configuration illustrée en figure 2 vers la configuration illustrée en figure 3, le premier échangeur de chaleur 4a, opéré
20 initialement selon le deuxième mode de fonctionnement, doit basculer vers une opération du premier mode de fonctionnement. Les cinquièmes vannes 38a et les sixièmes vannes 38b agencées de part et d'autre des passes 12 du premier échangeur de chaleur 4a sont fermées afin de stopper la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 au sein desdites passes 12. La vanne de récupération 19 est également
25 fermée. La première vanne 42a et la deuxième vanne 42b situées de part et d'autre de la première passe 12a du premier échangeur de chaleur 4a sont ouvertes afin d'autoriser une circulation du flux de gaz décarboné 3 au sein de la première passe 12a. La troisième vanne 40a et la quatrième vanne 40b situées de part et d'autre de la deuxième passe 12b du premier échangeur de chaleur 4a sont également ouvertes afin d'autoriser une

circulation du flux de gaz naturel liquéfié 30 au sein de la deuxième passe 12b. Enfin, la septième vanne 44a et la huitième vanne 44b situées de part et d'autre de la chambre 14a du premier échangeur de chaleur 4a sont ouvertes afin d'autoriser une circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 à travers la chambre 14a. Le premier

5 échangeur de chaleur 4a est alors prêt à être opéré selon le premier mode de fonctionnement et à capturer le dioxyde de carbone contenu dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2, tel que cela est illustré sur la figure 3.

Simultanément au basculement du mode de fonctionnement du premier échangeur de chaleur 4a, le deuxième échangeur de chaleur 4b, opéré initialement selon le premier

10 mode de fonctionnement, doit basculer vers une opération du deuxième mode de fonctionnement. La première vanne 42a et la deuxième vanne 42b situées de part et d'autre de la première passe 12a du deuxième échangeur de chaleur 4b sont fermées afin de stopper la circulation du flux de gaz décarboné 3 au sein de la première passe 12a. La troisième vanne 40a et la quatrième vanne 40b situées de part et d'autre de la deuxième

15 passe 12b du deuxième échangeur de chaleur 4b sont également fermées afin de stopper la circulation du flux de gaz naturel liquéfié 30 ou de tout autre fluide frigorigène au sein de la deuxième passe 12b. La septième vanne 44a et la huitième vanne 44b situées de part et d'autre de la chambre 14b du deuxième échangeur de chaleur 4b sont également fermées afin de stopper la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 à

20 travers la chambre 14b.

Enfin, les cinquièmes vannes 38a et les sixièmes vannes 38b agencées de part et d'autre des passes 12 du deuxième échangeur de chaleur 4b sont ouvertes afin d'autoriser une circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 au sein desdites passes 12. La vanne de récupération 19 est également ouverte afin d'autoriser la circulation du dioxyde

25 de carbone à l'état liquide au sein de la branche de récupération 31. Le deuxième échangeur de chaleur 4b est alors prêt à être opéré selon le deuxième mode de fonctionnement et à fusionner le dioxyde de carbone capturé dans la chambre 14b, tel que cela est illustré sur la figure 3. L'ensemble des opérations destinées à contrôler les

modes de fonctionnement des échangeurs de chaleur 4 et à opérer les basculements d'un mode de fonctionnement à l'autre est assuré par les moyens de contrôle 5.

Le basculement des modes de fonctionnement des échangeurs de chaleur 4 se poursuit tant que la source d'émission 6 est en cours de fonctionnement, et donc tant qu'il y a du dioxyde de carbone à capturer. La circulation des différents fluides est identique à ce qui est décrit en figure 2, mais en intervertissant le premier échangeur de chaleur 4a et le deuxième échangeur de chaleur 4b.

La figure 4 illustre un deuxième mode de réalisation du système de capture 1 selon l'invention. Le deuxième mode de réalisation se distingue du premier mode de réalisation, illustré sur les figures 1 à 3, en ce que le système de capture 1 comprend trois échangeurs de chaleur 4 chargés de capturer ou fusionner le dioxyde de carbone.

Le système de capture 1 comprend ainsi un troisième échangeur de chaleur 4c structurellement et fonctionnellement identique au premier échangeur de chaleur 4a et au deuxième échangeur de chaleur 4b. Ainsi, le troisième échangeur de chaleur 4c peut être opéré selon les deux modes de fonctionnement évoqués précédemment et les moyens de contrôle 5 peuvent basculer le troisième échangeur de chaleur 4c d'un mode de fonctionnement à l'autre.

Afin de présenter les mêmes caractéristiques fonctionnelles que le premier échangeur de chaleur 4a et le deuxième échangeur de chaleur 4b, le troisième échangeur de chaleur 4c est relié à l'ensemble des différents circuits d'alimentation de manière identique au premier échangeur de chaleur 4a et au deuxième échangeur de chaleur 4b. Le système de capture 1 comprend par ailleurs des moyens de contrôle 5 associés au troisième échangeur de chaleur 4c. Les moyens de contrôle 5 comprennent ainsi un organe de gestion 42, un dispositif de gestion 40, un organe de contrôle 38 et un dispositif de contrôle 44, chacun associé au troisième échangeur de chaleur 4c et chacun étant pourvu de ses vannes respectives telles que décrites précédemment.

La circulation des différents fluides en fonction du mode de fonctionnement opéré sur le troisième échangeur de chaleur 4c se déroule donc de manière identique à ce qui a été décrit précédemment, les différents fluides pouvant par exemple se diviser en deux

fractions au niveau de portions de différents circuits lorsque deux échangeurs de chaleur 4 sont opérés selon le même mode de fonctionnement. C'est ainsi qu'on se reportera à la description des figures 1 à 3 qui forme le support et/ou la description détaillée des éléments identiques ou fonctionnant de manière identique présents sur ces figures.

- 5 Au sein du deuxième mode de réalisation du système de capture 1, le procédé de capture du dioxyde de carbone est opéré de sorte à ce 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. Tel que cela est illustré sur la figure 4, le premier échangeur de
- 10 chaleur 4a est opéré selon le deuxième mode de fonctionnement, tandis que le deuxième échangeur de chaleur 4b et le troisième échangeur de chaleur 4c sont opérés 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 et ainsi d'accroître la capacité de
- 15 traitement du système de capture 1. Le déroulement du procédé de capture et des différents basculements de mode de fonctionnement dans un système de capture 1 à trois échangeurs de chaleur 4 est détaillé ci-après.

Lorsque, selon ce mode de réalisation, deux échangeurs de chaleur 4 sont opérés selon le premier mode de fonctionnement, le système de capture 1 peut comprendre un capteur

20 de débit 94 en amont de la chambre 14 de chacun des échangeurs de chaleur 4, par exemple au voisinage de la septième vanne 44a du dispositif de contrôle 44 de chaque échangeur de chaleur 4. Chaque capteur de débit 94 permet de mesurer le débit de flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 traversant la chambre 14 des échangeurs de chaleur 4 opérés selon le premier mode de fonctionnement.

- 25 De plus, chaque huitième vanne 44b du dispositif de contrôle 44 de chaque échangeur de chaleur 4 peut être une vanne pouvant faire varier une section de passage du flux de gaz décarboné 3. Ainsi, la répartition du débit du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone 2 est maîtrisée entre les deux échangeurs de chaleur 4 opérés selon le premier mode de fonctionnement.

La figure 5 illustre un troisième 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 au moins une conduite 54.

- 5 Dans ce troisième mode de réalisation, le premier échangeur de chaleur 4a est relié à une première conduite 54a, le deuxième échangeur de chaleur 4b est relié à une deuxième conduite 54b et le troisième échangeur de chaleur 4c est relié à une troisième conduite 54c. Il est évident qu'une telle configuration des conduites 54 est également applicable à un système de capture 1 comprenant seulement deux échangeurs de chaleur 4.
- 10 Pour chacun des échangeurs de chaleur 4, la conduite 54 débute en aval de la chambre 14 de l'échangeur de chaleur 4 considéré, puis est raccordée à la deuxième passe 12b qui s'étend dans ladite chambre 14. De cette façon, 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
- 15 de chaleur 4. Cette configuration permet aussi d'éviter les interférences entre les deux appareils fonctionnant selon le premier mode de fonctionnement.

Selon l'exemple de circulation des fluides illustrés en figure 5, le deuxième échangeur de chaleur 4b et le troisième échangeur de chaleur 4c sont opérés selon le premier mode de fonctionnement. La deuxième conduite 54b et la troisième conduite 54c canalisent

20 respectivement le flux de gaz décarboné 3 provenant de la chambre 14 constitutive du deuxième échangeur de chaleur 4b et de la chambre 14 constitutive du troisième échangeur de chaleur 4c, et ce jusqu'à la deuxième passe 12b de chaque échangeur de chaleur 4.

L'ensemble des éléments structurels et fonctionnels à l'exception des conduites 54 étant

25 identique à ce qui a été décrit précédemment, on se reportera à la description des figures 1 à 4 pour la compréhension des éléments communs à l'ensemble des modes de réalisation du système de capture 1.

La figure 6 est un graphique détaillant le déroulement des cycles capture/fusion 81 de chacun des trois échangeurs de chaleur 4a, 4b, 4c au cours du temps de manière à ce

qu'il y ait constamment deux échangeurs de chaleur opérés selon le premier mode de fonctionnement 101.

Le graphique illustre le mode de fonctionnement en ordonnée de chacun des trois échangeurs de chaleur 4 au cours du temps. Le temps est divisé en périodes d'utilisation 80, toutes de durée égale les unes par rapport aux autres. Sur la figure 6, huit périodes d'utilisation 80 sont représentées, mais les périodes d'utilisation 80 peuvent se répéter autant de fois que nécessaire. Une période d'utilisation 80 peut par exemple être égale à quatre heures.

Sur la figure 6, le temps T0 peut correspondre à un temps aléatoire au cours duquel la source d'émission est en cours de fonctionnement et donc que le dioxyde de carbone nécessite d'être capturé. Le temps T0 peut par exemple correspondre au moment où le premier échangeur de chaleur 4a débute un nouveau cycle capture/fusion 81. Au temps T0, le premier échangeur de chaleur 4a est opéré selon le premier mode de fonctionnement 101 afin de débiter la capture du dioxyde de carbone présent au sein du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone.

Au temps T1, c'est-à-dire après une période d'utilisation 80, une nouvelle période d'utilisation 80 débute, entre le temps T1 et le temps T2. A partir du temps T1, le deuxième échangeur de chaleur 4b débute un nouveau cycle de capture/fusion 81 et est donc opéré selon le premier mode de fonctionnement 101, tandis que le premier échangeur de chaleur 4a est maintenu opéré selon le premier mode de fonctionnement 101 et poursuit donc la capture du dioxyde de carbone.

A partir du temps T2, le premier échangeur de chaleur 4a, qui a capturé une quantité conséquente de dioxyde de carbone bascule vers le deuxième mode de fonctionnement 102 afin que le dioxyde de carbone capturé dans la chambre du premier échangeur de chaleur 4a soit fusionné. Au même instant, le troisième échangeur de chaleur 4c débute un nouveau cycle de capture/fusion 81 et est opéré selon le premier mode de fonctionnement 101 pour capturer le dioxyde de carbone contenu dans le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone. Le deuxième échangeur de chaleur 4b est maintenu quant

à lui selon le premier mode de fonctionnement 101 pour poursuivre la capture du dioxyde de carbone dans sa chambre.

Entre le temps T2 et le temps T3, le premier échangeur de chaleur 4a est opéré selon le deuxième mode de fonctionnement 102 tandis que le deuxième échangeur de chaleur 4b et le troisième échangeur de chaleur 4c sont opérés selon le premier mode de fonctionnement 101. La circulation des différents fluides au cours de cette période d'utilisation 80 correspond donc à la circulation des fluides illustrée sur la figure 4.

Au temps T3, le premier échangeur de chaleur 4a bascule de nouveau vers le premier mode de fonctionnement 101. Comme le dioxyde de carbone a été entièrement fusionné lors de la période d'utilisation 80 précédente, le premier échangeur de chaleur 4a est apte à capturer de nouveau le dioxyde de carbone au sein du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone.

Ainsi, entre le temps T0 et le temps T3, le premier échangeur de chaleur 4a a effectué un cycle de capture/fusion 81 complet. On comprend ainsi qu'un cycle de capture/fusion 81 dure trois périodes d'utilisation 80, dont deux périodes d'utilisation 80 au cours desquelles l'échangeur de chaleur considéré est opéré selon le premier mode d'utilisation 101 puis une période d'utilisation 80 au cours de laquelle l'échangeur de chaleur considéré est opéré selon le deuxième mode d'utilisation 102. Le temps de fusion du dioxyde de carbone dure donc deux fois moins longtemps que le temps de capture du dioxyde de carbone.

En parallèle, au temps T3, le deuxième échangeur de chaleur 4b a été opéré selon le premier mode de fonctionnement 101 pendant deux périodes d'utilisation 80 et bascule donc vers le deuxième mode de fonctionnement 102 pour que le dioxyde de carbone soit fusionné. N'ayant été opéré selon le premier mode de fonctionnement 101 que depuis une période d'utilisation 80, le troisième échangeur de chaleur 4c est donc maintenu opéré selon le premier mode de fonctionnement 101.

Au temps T4, le deuxième échangeur de chaleur 4b bascule de nouveau vers le premier mode de fonctionnement 101 pour achever son cycle de capture/fusion 81 et en

démarrer un nouveau. Le dioxyde de carbone est donc de nouveau capturé au sein de la chambre du deuxième échangeur de chaleur 4b.

Le troisième échangeur de chaleur 4c bascule à son tour vers le deuxième mode de fonctionnement 102 pour que le dioxyde de carbone capturé soit fusionné. Le premier
5 échangeur de chaleur 4a est quant à lui maintenu opéré selon le premier mode de fonctionnement 101.

Le cycle de capture/fusion 81 du troisième échangeur de chaleur 4c s'achève au temps T5 lors du basculement vers le premier mode de fonctionnement 101, pendant que le premier échangeur de chaleur 4a bascule de nouveau vers le deuxième mode de
10 fonctionnement 102 et que le deuxième échangeur de chaleur 4b est maintenu opéré selon le premier mode de fonctionnement 101. Le procédé de capture se déroule ainsi jusqu'aux temps T6, T7, T8 et suivants et ce tant que cela est nécessaire.

On comprend de la figure 6 que les cycles capture/fusion 81 des trois échangeurs de chaleur sont décalés les uns par rapport aux autres d'une période d'utilisation 80. Le
15 cycle de capture/fusion 81 durant trois périodes d'utilisation 80 dont deux selon le premier mode de fonctionnement 101 et une selon le deuxième mode de fonctionnement 102, le décalage des cycles capture/fusion 81 permet, à chaque période d'utilisation 80 où les trois échangeurs de chaleur sont en cours de fonctionnement, d'avoir systématiquement deux échangeurs de chaleur opérés selon le premier mode de
20 fonctionnement 101, le dernier échangeur de chaleur étant opéré selon le deuxième mode de fonctionnement 102. Le dioxyde de carbone est ainsi capturé de manière optimale lorsque le système de capture est équipé de trois échangeurs de chaleur.

Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de
25 l'invention.

L'invention, telle qu'elle vient d'être décrite, atteint bien le but qu'elle s'était fixée, et permet de proposer un système de capture du dioxyde de carbone au sein de gaz chargé en dioxyde de carbone comprenant au moins deux échangeurs aptes à être opérés selon un premier mode de fonctionnement où le dioxyde de carbone est capturé et selon un

deuxième mode de fonctionnement où le dioxyde de carbone capturé est fusionné. Des variantes non décrites ici pourraient être mises en œuvre sans sortir du contexte de l'invention, dès lors que, conformément à l'invention, elles comprennent un système de capture conforme à l'invention.

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) comprenant au moins
5 une chambre (14), une première passe (12a) et une deuxième passe (12b) qui s'étendent routes deux dans la chambre (14), caractérisé en ce que le premier échangeur de chaleur (4a) et le deuxième échangeur de chaleur (4b) sont configurés pour être opérés selon un premier mode de fonctionnement (101) où la chambre (14) est configurée pour être
10 traversée par un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) et pour capturer par désublimation le dioxyde de carbone présent dans ledit flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) en vue de générer un flux de gaz décarboné (3) et selon un deuxième mode de fonctionnement (102) où la première passe (12a) et/ou la deuxième passe (12b) sont traversées par le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) pour fusionner le dioxyde de carbone capturé dans la chambre (14), le système de capture (1) comprenant des
15 moyens de contrôle (5) configurés pour opérer une alternance entre le premier mode de fonctionnement (101) et le deuxième mode de fonctionnement (102).
- 2- Système de capture (1) selon la revendication 1, dans lequel les moyens de contrôle (5) sont configurés pour opérer une alternance d'un échangeur de chaleur (4) par rapport à l'autre entre le premier mode de fonctionnement (101) et le deuxième
20 mode de fonctionnement (102).
- 3- Système de capture (1) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel les moyens de contrôle (5) comprennent au moins un organe de gestion (42) configuré pour réguler une circulation d'un premier fluide de refroidissement qui circule au sein de l'une ou l'autre des passes (12) de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4).
- 25 4- Système de capture (1) selon la revendication précédente, dans lequel l'organe de gestion (42) comprend au moins une première vanne (42a) disposée en amont de l'une ou l'autre des passes (12) de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4) et/ou au moins une deuxième vanne (42b) disposée en aval de l'une ou l'autre des passes (12) de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4).

- 5- Système de capture (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les moyens de contrôle (5) comprennent au moins un dispositif de gestion (40) configuré pour réguler une circulation d'un deuxième fluide de refroidissement qui circule au sein de l'une ou l'autre des passes (12) de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4).
- 5
- 6- Système de capture (1) selon la revendication précédente, 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 (12) de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4) et/ou au moins une quatrième vanne (40b) disposée en aval de l'une ou l'autre des passes (12) de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4).
- 10
- 7- Système de capture (1) selon la revendication 5 ou 6, dans lequel le premier fluide de refroidissement et/ou le deuxième fluide de refroidissement est le flux de gaz décarboné (3).
- 8- Système de capture (1) selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, dans lequel le premier fluide de refroidissement et/ou le deuxième fluide de refroidissement est un flux de gaz naturel liquéfié (30) ou un fluide frigorigène.
- 15
- 9- Système de capture (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les moyens de contrôle (5) comprennent 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 (12) de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4).
- 20
- 10- Système de capture (1) selon la revendication précédente, dans lequel l'organe de contrôle (38) comprend au moins une cinquième vanne (38a) disposée en amont de l'une ou l'autre des passes (12) de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4) et/ou au moins une sixième vanne (38b) disposée en aval de l'une ou l'autre des passes (12) de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4).
- 25
- 11- Système de capture (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les moyens de contrôle (5) comprennent au moins un dispositif de contrôle

(44) configuré pour réguler la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) qui circule au travers de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4) autour de l'une ou l'autre de ses passes (12).

5 12- Système de capture (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le dispositif de contrôle (44) comprend au moins une septième vanne (44a) disposée en amont de la chambre (14) de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4) et/ou au moins une huitième vanne (44b) disposée en aval de la chambre (14) de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4).

10 13- Système de capture (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, 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) parcourue par le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) et une deuxième passe (16b) parcourue par le flux de gaz décarboné (3), ladite première passe (16a) étant
15 disposée en amont de la chambre (14) de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4) et ladite deuxième passe (16b) étant disposée en aval de la chambre (14).

20 14- Système de capture (1) selon la revendication précédente, comprenant un dispositif de régulation (61) de la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) en amont de la première passe (16a) du premier échangeur thermique (16), configuré pour réguler la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) après son passage à travers la première passe (12a) et/ou la deuxième passe (12b) de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4), le dispositif de régulation (61) comprenant une ligne de contournement (62) de la première passe (12a) et/ou de la deuxième passe (12b) de l'un ou l'autre des échangeurs de chaleur (4), une vanne de contrôle (63) configurée
25 pour contrôler la circulation du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) au sein de la ligne de contournement (62), et un organe de détection (64) de la température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) en amont de la première passe (16a) dudit échangeur thermique (16).

- 15- Système de capture (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une branche de récupération (31) connectée à chacun des échangeurs de chaleur (4) et configurée pour collecter le dioxyde de carbone à l'état liquide d'au moins l'un des échangeurs de chaleur (4), la branche de récupération (31) comprenant une
- 5 vanne de récupération (19).
- 16- Système de capture (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant un troisième échangeur de chaleur (4c) configuré pour être opéré selon le premier mode de fonctionnement (101) et selon le deuxième mode de fonctionnement (102), les moyens de contrôle (5) étant configurés pour opérer une alternance entre le
- 10 premier mode de fonctionnement (101) et le deuxième mode de fonctionnement (102) sur le troisième échangeur de chaleur (4c).
- 17- Procédé de capture de dioxyde de carbone au sein d'un flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) mis en œuvre par un système de capture (1) de dioxyde de carbone au sein de gaz chargé en dioxyde de carbone selon l'une quelconque des
- 15 revendications précédentes, au cours duquel :
- on opère au moins l'un des échangeurs de chaleur (4) selon le premier mode de fonctionnement (101) afin de désublimiser le dioxyde de carbone présent au sein du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) et traversant la chambre (14) dudit échangeur de chaleur (4) ;
- 20 - on bascule du premier mode de fonctionnement (101) vers le deuxième mode de fonctionnement (102) dudit échangeur de chaleur (4) afin de fusionner le dioxyde de carbone désublimé dans la chambre (14) en faisant circuler le flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) au sein de la première passe (12a) et/ou de la deuxième passe (12b) dudit échangeur de chaleur (4).
- 25 18- Procédé de capture selon la revendication précédente, au cours duquel au moins l'un des échangeurs de chaleur (4) est opéré selon le premier mode de fonctionnement (101) lorsque l'autre des échangeurs de chaleur (4) est opéré selon le deuxième mode de fonctionnement (102).

- 19- Procédé de capture selon la revendication 17 ou 18, au cours duquel le premier mode de fonctionnement (101) suivi du deuxième mode de fonctionnement (102) est un cycle de capture/fusion (81) du dioxyde de carbone, ledit cycle de capture/fusion (81) étant répété par itérations.
- 5 20- Procédé de capture selon la revendication précédente, mis en œuvre par un système de capture (1) selon la revendication 16, au cours duquel deux échangeurs de chaleur (4) sont opérés selon le premier mode de fonctionnement (101) tandis que le dernier échangeur de chaleur (4) est opéré selon le deuxième mode de fonctionnement (102), le cycle de capture/fusion (81) comprenant trois périodes d'utilisation (80) dont
10 deux correspondent au premier mode de fonctionnement (101) et une correspond au deuxième mode de fonctionnement (102), les trois périodes d'utilisation (80) étant d'une durée égale, le cycle de capture/fusion (81) étant opéré pour que chacun des trois échangeurs de chaleur (4) soit opéré selon chacune des trois périodes d'utilisation (80) et pour qu'une transition des périodes d'utilisation (80) se fasse de manière simultanée
15 entre les trois échangeurs de chaleur (4).
- 21- Procédé de capture selon l'une quelconque des revendications 17 à 20, au cours duquel un premier fluide de refroidissement et un deuxième fluide de refroidissement circulent respectivement dans la première passe (12a) et dans la deuxième passe (12b) d'au moins l'un des échangeurs de chaleur (4) lorsqu'il est opéré selon le premier mode
20 de fonctionnement (101).
- 22- Procédé de capture selon l'une quelconque des revendications 17 à 21 en combinaison avec les revendications 4, 6, 10, 12 et 15, au cours duquel la première vanne (42a), la deuxième vanne (42b), la troisième vanne (40a), la quatrième vanne (40b), la septième vanne (44a) et la huitième vanne (44b) sont ouvertes tandis que la
25 cinquième vanne (38a), la sixième vanne (38b) et la vanne de récupération (19) sont fermées lorsque l'échangeur de chaleur (4) considéré est opéré selon le premier mode de fonctionnement (101).
- 23- Procédé de capture selon l'une quelconque des revendications 17 à 22, en combinaison avec les revendications 4, 6, 10, 12 et 15, au cours duquel la première

vanne (42a), la deuxième vanne (42b), la troisième vanne (40a), la quatrième vanne (40b), la septième vanne (44a) et la huitième vanne (44b) sont fermées tandis que la cinquième vanne (38a), la sixième vanne (38b) et la vanne de récupération (19) sont ouvertes lorsque l'échangeur de chaleur (4) considéré est opéré selon le deuxième mode de fonctionnement (102).

24- Procédé de capture selon l'une quelconque des revendications 17 à 23, mis en œuvre par un système de capture (1) selon la revendication 14, au cours duquel le dispositif de régulation (61) de la température contrôle une section d'ouverture de la vanne de contrôle (63) afin de déterminer un débit de flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) traversant la première passe (12a) et/ou la deuxième passe (12b) de l'échangeur de chaleur (4) opéré selon le deuxième mode de fonctionnement (102) et un débit de flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) circulant dans la branche de contournement (62), la section d'ouverture de la vanne de contrôle (63) étant dépendante d'au moins une température du flux de gaz chargé en dioxyde de carbone (2) relevée par l'organe de détection (64) de la température.

25- Procédé de capture selon l'une quelconque des revendications 17 à 24, au cours duquel le dioxyde de carbone fusionné issu de l'échangeur de chaleur (4) opéré selon le deuxième mode de fonctionnement (102) est stocké.