



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
13.03.2024 Bulletin 2024/11

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
F25B 9/00 (2006.01) F25B 23/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22194662.7**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F25B 9/008; F25B 23/006; F25B 2339/047; F25B 2400/24

(22) Date de dépôt: **08.09.2022**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
 Etats d'extension désignés:
BA ME
 Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Wise Open Foundation**
1630 Bulle (CH)

(72) Inventeur: **Geinoz, François Ignace**
1630 Bulle (CH)

(74) Mandataire: **Omnis-IP**
Omnis-IP SA
Rue Galilée 4
1400 Yverdon-les-Bains (CH)

(54) **SYSTÈME ET PROCÉDÉ DE TRANSFERT D'ÉNERGIE THERMIQUE**

(57) La présente invention concerne un système de transfert d'énergie thermique d'au moins une source d'énergie vers un registre de stockage. Ce système comporte au moins un circuit de fluide caloporteur formé de dioxyde de carbone, au moins un premier échangeur de chaleur agencé pour capter de l'énergie de la source d'énergie et pour transférer de l'énergie au fluide caloporteur circulant dans le circuit et au moins un organe de mise en circulation du fluide dans ce circuit. Ce système comporte en outre au moins un régulateur de pression et/ou de température du fluide caloporteur, agencé pour régler la pression et/ou la température de ce fluide de telle façon qu'il subisse une transition de phase dans ledit circuit. Le système comporte en outre au moins un deuxième échangeur de chaleur agencé pour transférer de l'énergie du fluide caloporteur vers ledit registre de stockage.

L'invention concerne également un procédé de

transfert d'énergie thermique d'une source d'énergie vers le registre de stockage au moyen du système décrit ci-dessus. Ce procédé comporte une étape de détermination d'une température de circulation du fluide caloporteur dans le circuit, cette température étant telle que la température du premier échangeur de chaleur puisse être supérieure à la température de circulation du fluide dans le circuit; que la température du deuxième échangeur de chaleur puisse être inférieure à la température de circulation du fluide dans le circuit, et qu'une transition de phase du fluide puisse se produire dans ce circuit. Le procédé comporte également les étapes de détermination d'une pression de circulation du fluide caloporteur telle qu'une transition de phase puisse se produire à la température et à la pression de circulation; de réglage de la pression et de la température de circulation du fluide dans le circuit, et de mise en circulation du fluide dans le circuit à la pression et à la température de circulation.

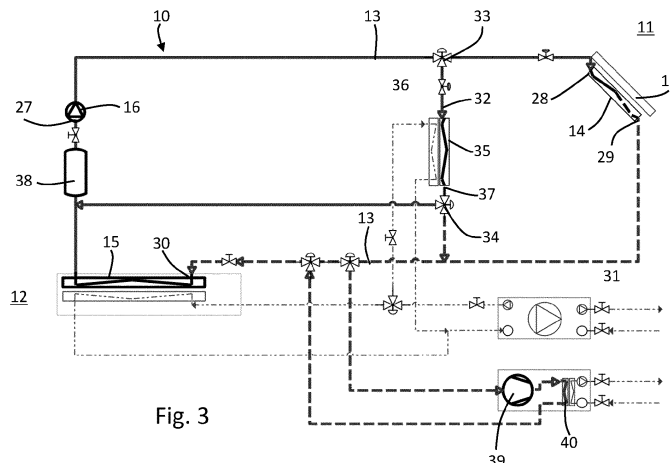


Fig. 3

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention concerne le domaine de l'énergie et plus particulièrement le domaine du captage d'énergie thermique dans un endroit donné, de son transport et de son stockage dans un autre endroit, en vue de son utilisation, soit immédiate, soit différée dans le temps.

[0002] Cette invention concerne plus spécifiquement un système de transfert d'énergie thermique d'au moins une source d'énergie vers un registre de stockage, comportant :

- au moins un circuit de fluide caloporteur, ce fluide caloporteur comportant du dioxyde de carbone ;
- au moins un premier échangeur de chaleur agencé pour capter de l'énergie de ladite au moins une source d'énergie et pour transférer de l'énergie au fluide caloporteur circulant dans ledit circuit ; et
- au moins un organe de mise en circulation du fluide calorifique dans ledit circuit.

[0003] L'invention concerne également un procédé de transfert d'énergie thermique d'au moins une source d'énergie vers un registre de stockage au moyen d'un système comportant :

- au moins un circuit de fluide caloporteur comportant du dioxyde de carbone ; et
- au moins un premier échangeur de chaleur agencé pour capter de l'énergie de ladite au moins une source d'énergie et pour transférer de l'énergie au fluide caloporteur circulant dans ledit circuit.

ART ANTÉRIEUR

[0004] Actuellement, il existe de nombreux systèmes de transfert de chaleur ou d'énergie thermique ou calorifiques utilisant un fluide caloporteur circulant dans un circuit. Ce fluide caloporteur se trouve généralement dans un état spécifique de la matière, liquide ou gazeux, et reste dans cet état sur l'ensemble du circuit. Le maintien du fluide caloporteur dans un état spécifique de la matière est souvent recherché. La température du fluide varie en fonction de l'endroit du circuit. Plus précisément, le circuit est généralement associé à au moins une source chaude et au moins une source froide. Le fluide caloporteur passe à proximité de la source chaude et est chauffé par cette source chaude par exemple en utilisant un échangeur de chaleur. Ce fluide caloporteur chaud est ensuite déplacé dans le circuit et cède une partie de son énergie à la source froide, par exemple également au moyen d'un échangeur de chaleur. Le transport d'énergie calorifique est réalisé par les modifications de la température du fluide dans le circuit.

[0005] Les fluides caloporteurs utilisés peuvent être

notamment du liquide (eau, eau glycolée, etc.) ou du gaz (HFC, NH₃, etc.). Certains de ces fluides demandent des précautions particulières. Notamment lorsque le liquide est de l'eau, il est nécessaire de prendre des précautions pour que l'eau reste à l'état liquide. En effet, le circuit n'est plus utilisable si l'eau change d'état et passe de l'état liquide à l'état solide. Il est à noter que lorsqu'un système de transfert d'énergie thermique est utilisé dans un environnement dans lequel les conditions sont proches des conditions normales de température et de pression, cette transition de phase se produit naturellement. Les précautions à prendre peuvent notamment comprendre l'adjonction d'un antigel et/ou la mise en place de canalisations à une profondeur permettant d'éviter le gel. Ceci peut renchérir le coût, compliquer la mise en œuvre et impliquer des produits polluants notamment.

[0006] En ce qui concerne l'utilisation d'eau au niveau des utilisateurs, par exemple avec une pompe à chaleur, l'utilisation d'un antigel a pour effet de diminuer le pouvoir calorifique du mélange eau-antigel et d'encrasser plus rapidement les conduits dans lesquels le mélange circule.

[0007] Certains autres fluides caloporteurs peuvent notamment être toxiques, explosifs, nocifs pour l'environnement et/ou coûteux et leur mise en œuvre peut être relativement complexe et également nécessiter des précautions particulières.

[0008] Il existe donc un besoin pour un système de captage, de transport et de stockage d'énergie qui soit bon marché, non toxique, non polluant, non nocif pour les êtres vivants et la nature en général, efficace et facile à mettre en œuvre.

[0009] De plus, il est avantageux que le fluide caloporteur ait une enthalpie volumique importante. En effet, plus l'enthalpie volumique est importante, plus la quantité d'énergie stockée par unité de volume est grande. Une enthalpie volumique importante évite que la quantité de fluide soit très importante pour transporter ou stocker une quantité d'énergie donnée. Ceci évite notamment l'utilisation de tubes de très grand diamètre, qui poseraient des problèmes lors de la mise en place concrète d'un système de transport d'énergie.

[0010] Comme indiqué ci-dessus, une manière de « transporter » ou de transférer de l'énergie dans un fluide consiste à modifier sa température. Une autre manière consiste à conserver le fluide à une température constante, tout en modifiant son état, en particulier en le faisant passer de l'état liquide à l'état gazeux et inversement. Selon le fluide caloporteur utilisé, la quantité d'énergie par unité de masse ou enthalpie massique peut être plus ou moins importante.

[0011] Il existe actuellement des systèmes de transfert de chaleur utilisant du dioxyde de carbone comme fluide caloporteur, ce fluide subissant une transition de phase. Ce fluide présente un certain nombre d'avantages. En particulier, il n'y a pas de risque de transition de phase vers l'état solide dans les conditions dans lesquelles le système est généralement utilisé. Par ailleurs, le dioxyde

de carbone a une enthalpie massique ou volumique importante. A titre de comparaison, lorsque de l'eau est utilisée comme fluide caloporteur, des tubes de diamètre de l'ordre d'un mètre sont utilisés pour transporter une certaine quantité d'énergie. Si du dioxyde de carbone est utilisé pour transporter la même quantité d'énergie, des tubes d'un diamètre de l'ordre de 15 cm sont suffisants. De ce fait, l'utilisation de CO₂ comme fluide caloporteur est particulièrement intéressante.

[0012] Dans le cas de l'utilisation de dioxyde de carbone comme fluide caloporteur, il existe un domaine de pressions et de températures qui présente les caractéristiques suivantes :

- une transition de phase de l'état liquide à l'état gazeux et inversement peut se produire dans une plage de température compatible avec une utilisation dans un environnement « courant » ;
- la transition de phase peut se produire dans une plage de pression compatible avec des installations techniquement réalisables.

[0013] Le dioxyde de carbone est actuellement déjà utilisé notamment pour des installations de réfrigération telles que des réfrigérateurs de supermarchés. Dans ce type d'installations, l'énergie nécessaire pour la réfrigération est généralement de l'énergie électrique. L'énergie thermique ou chaleur produite lors de la réfrigération est rarement récupérée.

[0014] Il existe également des projets pour l'élaboration de systèmes ayant pour objectif de créer un circuit fermé dans lequel du dioxyde de carbone est utilisé pour produire du chaud et/ou du froid par le biais d'une transition de phase. Dans ces projets, les circuits de transfert d'énergie ont besoin d'une ressource géothermique, par exemple une nappe phréatique dont on peut extraire le froid en été et le chaud en hiver. Un tel circuit de transfert d'énergie est relié à une ou plusieurs pompes à chaleur ou à des systèmes de refroidissement qui jouent le rôle d'interface pour chauffer ou refroidir des bâtiments. Une centrale d'équilibrage est chargée de réguler le système pour qu'un équilibre entre CO₂ liquide et CO₂ gazeux soit assuré.

[0015] Le but d'un tel système de transfert d'énergie est de créer des synergies en produisant du froid pour une application spécifique et du chaud pour une autre application.

[0016] Si les besoins des utilisateurs étaient tout le temps complémentaires, le recours à une centrale d'équilibrage et à une ressource géothermique telle que la nappe phréatique ne serait pas nécessaire. En pratique, les besoins des utilisateurs sont rarement complémentaires. La solution proposée pour résoudre les problèmes dus à la différence entre l'offre et la demande en énergie dans les projets actuels est de connecter différents circuits entre eux, à large échelle.

[0017] Dans la réalité, cette solution de connexion à large échelle ne fait qu'aggraver le problème. En effet,

la très grande majorité des réseaux ayant besoin des mêmes ressources au même moment, par exemple du froid en été et du chaud en hiver, la connexion de plusieurs circuits a un effet additif et non un effet compensatoire.

[0018] Il est bien connu que les besoins en énergie sont moindres en été, en particulier lorsque l'énergie solaire est disponible en grande quantité et relativement simple à capter, plutôt qu'en hiver, quand cette énergie solaire est disponible en moins grandes quantités et plus difficile à capter. Il existe donc un besoin pour répartir l'énergie non pas en termes de localisation des utilisateurs, comme le proposent les projets mentionnés ci-dessus, mais en termes de temps. En d'autres termes, il existe un besoin pour stocker de l'énergie lorsque les ressources externes en énergie sont plus élevées que les besoins et pour puiser l'énergie dans le registre de stockage lorsque les besoins en énergie sont plus importants que les ressources externes.

DESCRIPTION DE L'INVENTION

[0019] La présente invention se propose de résoudre les problèmes des systèmes de l'art antérieur en proposant un système de transfert d'énergie thermique qui soit en mesure d'une part de capter de l'énergie thermique et d'autre part, de la stocker à moyen ou long terme. De ce fait, contrairement aux systèmes existants, l'énergie captée n'a pas besoin d'être utilisée immédiatement et il n'est pas nécessaire d'équilibrer la production et la consommation de cette énergie. De plus, il est possible de gérer le stock d'énergie de façon relativement souple et simple du fait de la suppression des contraintes temporelles liées à la captation d'énergie et à son utilisation.

[0020] Les buts de l'invention sont atteints par un système d'échange d'énergie thermique tel que défini en préambule et caractérisé en ce qu'il comporte :

- au moins un régulateur de pression et/ou de température agencé pour régler la pression et/ou la température du dioxyde de carbone dans ledit circuit de telle façon que le fluide caloporteur subisse une transition de phase dans ledit circuit ; et
- au moins un deuxième échangeur de chaleur agencé pour transférer de l'énergie du fluide caloporteur vers ledit registre de stockage.

[0021] Les buts de l'invention sont également atteints par un procédé d'échange d'énergie thermique tel que défini en préambule et caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant à :

- déterminer une température de circulation du fluide caloporteur dans le circuit, cette température de circulation étant telle que :
 - la température du premier échangeur de chaleur soit susceptible d'être supérieure à la tem-

pérature de circulation du fluide caloporteur dans ledit circuit ;

- la température du deuxième échangeur de chaleur soit susceptible d'être inférieure à la température de circulation du fluide caloporteur dans ledit circuit ;
 - une transition de phase du fluide caloporteur entre l'état liquide et l'état gazeux soit susceptible de se produire dans ledit circuit ;
- déterminer une pression de circulation du fluide caloporteur dans le circuit telle qu'une transition de phase du fluide caloporteur entre l'état liquide et l'état gazeux soit susceptible de se produire à ladite température de circulation du fluide caloporteur ;
 - régler ladite pression de circulation et ladite température de circulation du fluide caloporteur dans le circuit ;
 - mettre en circulation ledit fluide caloporteur dans le circuit à la pression de circulation et à la température de circulation choisies.

[0022] Lorsque du dioxyde de carbone est utilisé comme fluide caloporteur, il existe un domaine de pressions et de températures dans lequel une transition de phase peut se produire et qui réponde aux contraintes mentionnées ci-dessus, à savoir que les conditions du changement de phase doivent être compatibles avec l'environnement externe tel qu'il existe couramment d'une part et d'autre part, que les installations soient techniquement réalisables. A titre d'exemple, une plage de température d'utilisation possible pourrait être comprise entre 5°C et 30°C et de préférence de l'ordre de 12°C à 15°C et une plage de pressions d'utilisation possible pourrait être comprise entre 40 bars et 60 bars et de préférence de l'ordre de 45 à 55 bars.

[0023] Dans ces plages de paramètres, le dioxyde de carbone peut passer de l'état gazeux à l'état liquide et inversement, sans changer de température.

[0024] Dans la description de l'invention, il est indiqué que le transfert d'énergie est réalisé par un changement d'état du fluide caloporteur ou changement de phase. Il est également possible de combiner le principe de l'invention avec le principe utilisé dans les systèmes de l'art antérieur, dans lesquels le transfert d'énergie est réalisé par un changement de température sans changement de l'état de la matière.

[0025] Concrètement, lorsque par exemple de l'énergie est apportée à un liquide, à une certaine pression, si la température et la pression sont compatibles avec un changement de phase, le fluide se trouve tout d'abord en totalité dans un état liquide. L'apport d'énergie a pour effet de transformer petit à petit une partie du liquide en gaz, sans changement de température. Ce changement d'état se poursuit jusqu'à ce que la totalité du fluide se trouve à l'état gazeux. Un apport supplémentaire d'énergie a pour effet d'augmenter la température du fluide.

[0026] De manière similaire, dans l'invention, il est pos-

sible de dépasser l'état de changement de phase et de poursuivre la transformation du fluide caloporteur par une modification de la température. Dans tous les cas toutefois, le fluide caloporteur passe par un changement d'état de la matière.

[0027] L'utilisation de dioxyde de carbone comme fluide caloporteur est particulièrement intéressante pour une autre raison. En effet, comme indiqué ci-dessus en lien avec les projets actuels utilisant du CO₂, dans les systèmes de transfert ou d'échange de chaleur, il est courant d'utiliser de la géothermie, en puisant de la chaleur dans le sol, par exemple dans une nappe phréatique. Le sol joue le rôle de source chaude. Lorsque de la chaleur est puisée dans le sol, en particulier dans le cadre de systèmes de pompes à chaleur de type sol/eau ou de pompes à chaleur géothermiques, essentiellement deux systèmes de captage sont utilisés, à savoir le captage horizontal et le captage vertical.

[0028] Le captage horizontal comporte un circuit formé d'un ou plusieurs tubes dans lequel circule un fluide caloporteur. Ces tubes sont enterrés à faible profondeur, sur une grande surface. Le captage vertical comporte également un circuit de fluide caloporteur formé de tubes, les tubes étant enterrés verticalement.

[0029] Dans les systèmes de captage existants utilisant une pompe à chaleur de type sol/eau ou eau/eau, de l'énergie est extraite du registre de stockage. L'énergie extraite est considérée comme négligeable par rapport à la quantité totale d'énergie disponible. Le registre de stockage, en particulier le registre terrestre n'est jamais rechargé artificiellement ou volontairement en énergie, les capteurs n'étant pas susceptibles de transférer de l'énergie au registre de stockage. Ceci implique qu'il est indispensable d'installer les capteurs dans des zones et de telle manière que l'énergie extraite soit réellement négligeable par rapport à la quantité d'énergie disponible dans la zone considérée. Pour cette raison, en cas de captage horizontal, la surface des capteurs doit être importantes et en cas de captage vertical, la profondeur des capteurs doit être importante.

[0030] Dans le système selon l'invention, de l'énergie peut être produite par une source, par exemple une source d'énergie renouvelable telle que l'énergie solaire, captée par un capteur approprié, puis stockée dans un registre de stockage, de façon à recharger ce registre en énergie. L'énergie ainsi stockée peut être utilisée plus tard, lorsque les besoins sont plus importants que les ressources externes en particulier.

[0031] Les températures utilisées sont compatibles avec un stockage dans le registre terrestre et avec l'utilisation de ce registre terrestre comme source froide.

[0032] L'invention permet donc de stocker de l'énergie à moyen ou long terme, en particulier dans le registre terrestre. Ceci est particulièrement intéressant notamment parce que certaines énergies renouvelables comme l'énergie solaire sont disponibles dans les quantités les plus importantes au moment où elles sont le moins utiles. Il est donc avantageux de pouvoir capter de l'éner-

gie solaire en été, lorsqu'elle est abondante, et de la stocker pour pouvoir l'utiliser en hiver, lorsqu'elle est peu abondante, mais que la demande en énergie est importante.

[0033] Par ailleurs, le stockage de l'énergie permet de remplacer l'énergie qui a été prélevée du registre de stockage. Ceci permet notamment d'éviter le refroidissement des terrains dans lesquels des sondes géothermiques horizontales sont installées. Ceci permet également d'utiliser des plans d'eau ou des nappes phréatiques comme registre de stockage.

[0034] Contrairement aux sondes géothermiques existantes qui ne sont utilisés que comme éléments prélevant de l'énergie de l'environnement, le système selon l'invention peut également être utilisé comme élément apportant de l'énergie thermique à son environnement.

[0035] Le fait qu'un échangeur de chaleur tel qu'utilisé dans l'invention puisse être utilisé comme élément fournissant de l'énergie à son environnement présente plusieurs avantages. Il peut notamment être utilisé dans des endroits ou dans des volumes dans lesquels l'énergie puisée n'est pas considérée comme négligeable par rapport à l'énergie disponible. Dans les systèmes de capteurs conventionnels, les sondes doivent être suffisamment éloignées les unes des autres pour qu'elles ne s'influencent pas mutuellement. A défaut, l'énergie prélevée par l'une des sondes refroidirait le terrain à proximité d'une autre sonde, diminuant ainsi le rendement global.

[0036] Dans l'invention au contraire, le registre de stockage est rechargé en énergie de façon régulière, de sorte qu'il est possible de prélever de l'énergie de sondes proches les unes des autres. Ceci permet notamment de disposer plusieurs sondes de façon proche les unes des autres, ce qui autorise une mise en place dans des endroits dans lesquels la place est limitée. Lorsque les capteurs sont horizontaux en particulier, ils ne peuvent être mis en place que dans des zones dans lesquels le terrain disponible est suffisamment grand. Si des capteurs géothermiques doivent être mis en place dans des zones disposent de peu de terrain, des sondes verticales doivent être installées, ce qui implique des coûts élevés.

[0037] Dans l'invention, des surfaces relativement faibles sont nécessaires puisque les sondes peuvent être nettement plus proches les unes des autres que dans les systèmes existants. Par ailleurs, les sondes sont installées à faible profondeur, ce qui évite les coûts liés à des forages profonds.

[0038] Le système selon l'invention peut également être intéressant en ce qui concerne le captage d'énergie thermique provenant d'une source d'énergie dite source chaude. Lorsque cette source chaude utilise l'énergie solaire, en particulier lorsque le système de l'invention comporte un ou plusieurs panneaux photovoltaïques, le rendement des panneaux varie en fonction de leur température. En particulier, lorsque la température d'un panneau photovoltaïque dépasse 25°C, son rendement diminue d'environ 0.4% par degré. De manière similaire, lorsque les panneaux sont recouverts de neige, leur ren-

dement peut devenir totalement nul. Dans le cas du système selon l'invention, la température des panneaux solaires peut être contrôlée et maintenue dans une plage déterminée. Cette plage peut par exemple être comprise entre 12°C et 15°C. De cette façon, le rendement de panneaux photovoltaïques est intéressant puisque la température ne dépasse pas 25°C. En cas de neige, cette température permet de chauffer les panneaux suffisamment pour faire fondre la neige et donc permettre le fonctionnement de ces panneaux dans pratiquement n'importe quelle condition climatique.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0039] La présente invention et ses avantages seront mieux compris en référence aux figures annexées et à la description détaillée d'un mode de réalisation particulier, dans lesquelles :

- la figure 1 représente un premier mode de réalisation d'un système de transfert et de stockage d'énergie selon l'invention ;
- la figure 2 représente un deuxième mode de réalisation d'un système de transfert et de stockage d'énergie selon l'invention ;
- la figure 3 illustre un troisième mode de réalisation d'un système selon la présente invention ;
- la figure 4a est une vue de face d'une partie d'un échangeur de chaleur tel qu'utilisé dans un système selon l'invention ;
- la figure 4b est une vue de dessus de la partie de l'échangeur de chaleur de la figure 4a ;
- la figure 4c est une vue de face d'une autre partie de l'échangeur de chaleur partiellement représenté par la figure 4a ;
- la figure 4d est une vue de dessus de la partie de l'échangeur de chaleur de la figure 4c ;
- la figure 4e est une vue de dessus de l'échangeur de chaleur comportant les parties illustrées par les figures 4a à 4d ; et
- la figure 5 est un abaque représentant les différents états du dioxyde de carbone en fonction de la pression et de la température, ainsi que l'enthalpie massique en fonction de ces paramètres.

MODE DE REALISATION DE L'INVENTION

[0040] En référence à la figure 1, le système de transfert d'énergie thermique 10 l'invention coopère avec une source d'énergie, dite source chaude 11 et avec un puit d'énergie ou registre de stockage ou registre terrestre 12, dit source froide. Ce système selon l'invention comporte essentiellement un circuit 13 dans lequel circule un fluide caloporteur, un premier échangeur de chaleur 14 disposé entre la source chaude 11 et le circuit 13 de fluide caloporteur, un deuxième échangeur de chaleur 15 disposé entre la source froide ou registre de stockage 12 et le circuit 13 de fluide caloporteur et un organe 16

de mise en mouvement du fluide caloporteur dans le circuit.

[0041] Dans le mode de réalisation illustré, la source chaude 11 est le soleil et son énergie est captée par au moins un panneau solaire 17 du type panneau solaire thermique. Il est avantageux, pour des questions de coût et de respect de l'environnement notamment, que la source chaude soit une énergie renouvelable. Les sources d'énergies potentielles utilisables sont notamment la chaleur du soleil, de l'énergie thermique produite par géothermie, la récupération de pertes de bâtiments, d'installations industrielles ou domestiques, etc. D'autres sources d'énergie, et en particulier des sources d'énergie non-renouvelables peuvent également être utilisées.

[0042] La température que la source chaude peut atteindre doit être supérieure à une valeur de seuil appelée température de vaporisation. Il n'est toutefois pas nécessaire que la température de la source chaude soit toujours au-dessus de cette température de vaporisation. La température de vaporisation est la température à laquelle le fluide caloporteur subit un changement de phase de l'état liquide à l'état gazeux dans les conditions de pressions rencontrées dans le circuit de fluide caloporteur. Cette température de vaporisation étant la température à laquelle circule le fluide caloporteur dans le circuit, elle est également appelée température de circulation dans le présent texte.

[0043] Le premier échangeur de chaleur 14 est agencé pour transférer de la chaleur de la source chaude 11 vers une portion du fluide caloporteur qui passe dans le circuit à proximité de la source chaude. Cet échangeur de chaleur 14 est bien entendu adapté au type de source chaude utilisée.

[0044] Le fluide caloporteur circule dans le circuit 13 à une pression donnée, compatible avec un changement de phase du dioxyde de carbone, et en lien avec la température de vaporisation ou de circulation. Selon un mode de réalisation concret, le dioxyde de carbone circule à une pression comprise en 45 et 60 bars. A cette pression, la température à laquelle une transition de phase peut se produire est comprise entre environ 10°C et 20°C comme cela est visible à partir de la figure 5. En pratique, une plage de températures particulièrement intéressante s'étend de 12°C à 15°C. La température de vaporisation mentionnée précédemment est comprise dans cette plage. Il est fréquent qu'un panneau solaire atteigne une température égale ou supérieure à cette température de vaporisation. Il est donc fréquent que le fluide caloporteur contenu dans le circuit 13 de fluide caloporteur soit partiellement ou totalement en phase gazeuse, à proximité de la source chaude et/ou dans le premier échangeur de chaleur 14.

[0045] Dans les modes de réalisation illustrés par les figures 1 à 3, le registre terrestre joue le rôle de source froide pour le circuit de fluide caloporteur, de capteur ou puit d'énergie et de registre de stockage. Ce registre terrestre 12 peut être compris au sens large en ce qu'il englobe notamment également un stockage dans une ré-

serve d'eau tel qu'un lac, un bassin, un réservoir, une nappe phréatique, etc. Cette source froide doit pouvoir atteindre une température inférieure à une valeur de seuil, appelée température de liquéfaction. De façon symétrique à la source chaude, il n'est toutefois pas nécessaire que la température de la source froide soit toujours inférieure à cette température de liquéfaction.

[0046] En règle générale, la température de vaporisation et la température de liquéfaction sont égales à la température de transition de phase du CO₂ à la pression de ce CO₂ dans le circuit de fluide caloporteur. Cette température de liquéfaction est également appelée température de circulation. Selon un mode de réalisation concret, la température de liquéfaction peut également être comprise entre 12°C et 15°C.

[0047] Lorsque le stockage est réalisé dans le registre terrestre, il est relativement courant que la température du registre terrestre soit inférieure à la température de liquéfaction. Ainsi, le fluide circulant dans le circuit à proximité de la source froide peut passer de l'état gazeux à l'état liquide.

[0048] Le deuxième échangeur de chaleur 15 est agencé pour transférer de la chaleur du fluide contenu dans le circuit 13 vers le registre de stockage.

[0049] Un exemple d'un tel échangeur de chaleur est en particulier illustré par les figures 4a à 4d. Cet échangeur de chaleur 15 comporte au moins un circuit de fluide caloporteur 18 illustré de face par la figure 4a et de dessus par la figure 4b. De façon plus détaillée, l'échangeur de chaleur 15 comporte un conduit d'entrée 19 de fluide caloporteur et un conduit de sortie 20 de fluide caloporteur. Ce conduit d'entrée 19 et ce conduit de sortie 20 sont reliés par des tubes 21. Les tubes et les conduits sont dimensionnés de façon à permettre la circulation du dioxyde de carbone à une température et à une pression correspondant à la température et à la pression du dioxyde de carbone dans le circuit de fluide caloporteur 13.

[0050] Dans le mode de réalisation illustré en particulier par les figures 4c et 4d, le deuxième échangeur de chaleur 15 comporte un circuit d'eau 22. Différents modes de réalisation sont possibles pour ce circuit d'eau. Selon un mode de réalisation particulier, le circuit d'eau 22 comporte deux conduits, à savoir un conduit d'entrée d'eau 23 et un conduit de sortie d'eau 24, disposés de façon concentrique respectivement au conduit d'entrée 19 de fluide caloporteur et au conduit de sortie 20 de fluide caloporteur. Ces conduits d'eau sont reliés par un plan d'eau 25 délimité par deux panneaux 26 et fermés vers le haut et le bas de façon à pouvoir faire circuler de l'eau entre les deux conduits d'eau. De cette façon, les conduits 19, 20 de dioxyde de carbone ainsi que les tubes 21 de dioxyde de carbone de cet échangeur de chaleur baignent dans l'eau et sont en mesure de transférer de l'énergie à cette eau. Il est à noter que les panneaux 26 délimitant le plan d'eau peuvent avoir différentes configurations, en particulier pour résister à des pressions.

[0051] Le deuxième échangeur de chaleur 15 est destiné à être placé dans le registre de stockage, en parti-

culier le registre terrestre. Dans ce cas, l'énergie transportée par le dioxyde de carbone est tout d'abord transférée à l'eau et l'énergie transférée dans l'eau est ensuite transférée au registre terrestre. Ainsi, le deuxième échangeur de chaleur joue un rôle double. Ceci peut être intéressant en ce sens que le deuxième échangeur de chaleur est également utilisé comme élément de stockage d'eau.

[0052] Lorsqu'un tel échangeur de chaleur est mis en place dans le sol, de la terre ou un matériau assurant un contact thermique entre le registre terrestre et l'échangeur de chaleur peut être mis en place. Ce matériau peut être notamment de la terre, de la terre glaise, de la boue, de l'argile,...

[0053] Il est possible de placer plusieurs échangeurs de chaleur 15 à proximité l'un de l'autre afin d'augmenter la surface d'échange entre le registre de stockage et les échangeurs de chaleur et afin d'augmenter le volume de stockage.

[0054] Comme indiqué plus haut, le système comporte en outre un organe 16 de mise en mouvement du fluide caloporteur dans le circuit. Comme également mentionné, le fluide caloporteur se présente sous forme de gaz dans une partie du circuit et sous forme de liquide dans une autre partie du circuit. L'organe 16 de mise en mouvement du fluide caloporteur a pour fonction de faire circuler le fluide caloporteur dans le circuit 13. En fonction de l'état du fluide caloporteur et en fonction de l'endroit où cet organe 16 se trouve, il pourra prendre la forme d'une pompe, destinée à mettre en mouvement un liquide, ou d'un compresseur, destiné à mettre en mouvement un gaz. Pour des questions économiques, il est généralement plus avantageux d'utiliser une pompe et de la placer dans la zone dans laquelle le fluide caloporteur se trouve en phase liquide, plutôt qu'un compresseur.

[0055] Dans les figures 1 à 3, les zones du circuit de fluide caloporteur dans lesquelles le dioxyde de carbone se présente sous forme liquide sont représentées en traits pleins. Les zones du circuit dans lesquelles le dioxyde de carbone se présente sous forme gazeuse sont représentées en traits interrompus.

[0056] Dans le mode de réalisation illustré par la figure 1, le circuit comporte une pompe 27 agencée pour faire circuler le dioxyde de carbone en phase liquide. La circulation du dioxyde de carbone est représentée dans le sens horaire sur les figures 1 à 3. Le circuit 13 comporte le premier échangeur 14 mentionné précédemment et agencé pour transférer de la chaleur de la source chaude vers le fluide caloporteur. Ce premier échangeur de chaleur 14 comporte une entrée 28 de dioxyde de carbone liquide. Du fait du captage d'énergie provenant de la source chaude, le dioxyde de carbone liquide entrant dans le premier échangeur de chaleur subit un changement de phase et devient au moins partiellement gazeux. Ce gaz est évacué par une sortie 29 du premier échangeur de chaleur 14. Ce gaz circule ensuite dans le circuit 13 de fluide caloporteur en direction du deuxième échan-

geur de chaleur 15.

[0057] Ce deuxième échangeur de chaleur 15 comporte une entrée 30 agencée pour recevoir du dioxyde de carbone sous forme gazeuse provenant de la sortie du premier échangeur de chaleur. Ce deuxième échangeur de chaleur est en contact avec le puit d'énergie, ce puit d'énergie prélevant de l'énergie du fluide caloporteur circulant dans ce deuxième échangeur de chaleur. Le dioxyde de carbone subit une nouvelle transition de phase pour redevenir liquide, comme cela est expliqué plus en détail plus bas.

[0058] Le deuxième échangeur de chaleur 15 permet le stockage d'énergie dans le registre terrestre. Ce registre terrestre peut être utilisé comme source d'énergie pour une ou plusieurs pompes à chaleur 31, notamment des pompes à chaleur de type eau-eau.

[0059] L'utilisation du registre terrestre comme élément de stockage en lien avec l'utilisation de dioxyde de carbone est particulièrement intéressant pour différentes raisons. D'une part, la quantité d'énergie qu'il est possible de stocker en modifiant peu la température du lieu de stockage est importante. La température moyenne du sol à une profondeur comprise entre 1m et 10m, dans de nombreux endroits du globe est compatible avec les températures requises pour un changement de phase du dioxyde de carbone, à des pressions techniquement atteignables. L'utilisation d'énergie stockée, notamment au moyen de pompes à chaleur permet de diminuer la température du registre de stockage dans le cas où celle-ci deviendrait trop élevée pour un changement d'état du fluide caloporteur. Il est donc relativement simple de gérer la température du registre pour assurer un bon fonctionnement du système.

[0060] Un autre élément important est le fait que la température du registre terrestre est relativement constante dans une plage de température. Cette plage de température dépend de l'endroit sur terre, mais dans les régions à climats tempérés, elle est typiquement comprise entre 12°C et 15°C. Il est clair qu'à ces températures, l'eau utilisée dans les pompes à chaleur eau-eau ne gèle pas et n'a pas besoin d'antigel. Il en résulte un meilleur pouvoir calorifique comparé à un mélange eau-antigel, un encrassement moindre des circuits dans lesquels circule cette eau et un coût moindre.

[0061] Dans le mode de réalisation illustré par la figure 2, en plus du circuit représenté par la figure 1, le circuit 13 de fluide caloporteur comporte une branche annexe 32 pourvue d'une entrée 33 matérialisée par une vanne trois voies d'entrée et une sortie 34 également matérialisée par une vanne trois voies, dite vanne trois voies de sortie. Dans cette branche annexe 32, un troisième échangeur de chaleur 35 est prévu, celui-ci étant agencé pour utiliser comme source d'énergie, de l'énergie liée à un bâtiment et considérée généralement comme des pertes. Ces pertes peuvent notamment être de la chaleur s'échappant de l'enveloppe d'un bâtiment, tel que par les murs ou le toit.

[0062] Elles peuvent également être des pertes dues

par exemple à des installations frigorifiques ou autres.

[0063] Ce troisième échangeur de chaleur 35 comporte une entrée 36 et une sortie 37, la sortie 37 étant connectée à la vanne trois voie de sortie. L'une des sorties de la vanne est utilisée lorsque le dioxyde de carbone ressort de ce troisième échangeur de chaleur 35 sous forme liquide et réinjecte le dioxyde de carbone liquide dans une zone du circuit 13 de fluide caloporteur dans laquelle le dioxyde de carbone se présente sous forme liquide. La deuxième sortie de la vanne trois voies est utilisée lorsque le dioxyde de carbone ressort de ce troisième échangeur de chaleur 35 sous forme gazeuse et réinjecte le dioxyde de carbone gazeux avant l'entrée du deuxième échangeur de chaleur 15 dans le sens de circulation du fluide caloporteur.

[0064] Comme dans le mode de réalisation illustré par la figure 1, l'énergie stockée dans le registre de stockage peut être utilisée par exemple au moyen d'une pompe à chaleur 31. Dans le mode de réalisation de la figure 2, il est également possible de prélever l'énergie directement au niveau du troisième échangeur de chaleur 35 pour faire fonctionner une pompe à chaleur 31. Dans ce cas, l'énergie récupérée de l'enveloppe du bâtiment n'est pas envoyée au deuxième échangeur de chaleur en vue de son stockage, mais est utilisée directement. Il est clair qu'une partie de l'énergie peut être utilisée directement et une autre envoyée au deuxième échangeur de chaleur pour stockage. Il est également clair que le choix de l'utilisation directe ou du stockage peut être modifié à n'importe quel moment, en fonction des besoins immédiats ou futurs en énergie.

[0065] Dans la figure 3, le circuit 13 de fluide caloporteur est similaire au circuit de la figure 2, mis à part qu'il comporte un vase d'expansion 38 agencé pour contrôler et régler la pression du fluide caloporteur dans le circuit 13.

[0066] Ce vase d'expansion 38 est intéressant notamment du fait qu'il permet une utilisation particulière du système de l'invention. La figure 3 illustre en particulier un dispositif permettant l'utilisation d'énergie de manière similaire au mode de réalisation illustré par la figure 2, mettant en œuvre en particulier une pompe à chaleur 31. Cette figure 3 illustre en outre un compresseur 39 comportant une entrée connectée à une partie du circuit 13 de fluide caloporteur dans laquelle circule du dioxyde de carbone sous forme gazeuse. Ce compresseur 39 est associé à un quatrième échangeur 40 de chaleur dont la fonction est décrite ci-dessous.

[0067] Lorsque du dioxyde de carbone sous forme gazeuse est prélevé dans le circuit 13 de fluide caloporteur à une certaine pression, il est introduit dans le compresseur 39 pour y être comprimé. Comme cela est bien connu, la compression de gaz à volume constant a pour effet d'augmenter sa température. A titre d'exemple, la température du gaz initialement à 50 bars et à une température de 15°C atteint pratiquement 73°C à une pression de 60 bars. Cette augmentation de température étant extrêmement rapide, le gaz chaud peut être transféré au

quatrième échangeur de chaleur 40 et peut chauffer par exemple de l'eau chaude sanitaire. Ceci évite les problèmes et la complexité liés au stockage d'eau chaude, notamment le volume requis pour le stockage, l'isolation de l'élément de stockage, son entretien, etc.

[0068] Le gaz sous pression ressortant du quatrième échangeur de chaleur 40 peut être réinjecté dans le circuit 13 de fluide caloporteur, comme cela est représenté par les flèches en trait interrompues sur la figure 3. La pression du gaz réinjecté étant supérieure à la pression dans le circuit de fluide caloporteur, ce dernier utilise le vase d'expansion 38 pour ajuster la pression et la température du dioxyde de carbone dans le circuit.

[0069] Dans les trois modes de réalisation illustrés, le registre de stockage 12 peut être utilisé comme source d'énergie pour des utilisateurs. L'utilisation de pompes à chaleur est particulièrement adéquate pour utiliser le registre de stockage comme source d'énergie et pour apporter cette énergie au lieu de son utilisation.

[0070] Selon un premier mode de réalisation de l'invention, décrit en particulier en référence à la figure 1, le système de l'invention fonctionne de la façon suivante.

[0071] Tout d'abord, les paramètres physiques du fluide caloporteur sont fixés de façon à permettre une transition de phase de ce fluide le long du circuit 13. Le maintien du fluide caloporteur dans les conditions correspondant à ces paramètres est assuré par au moins un régulateur de pression et/ou de température. Le dioxyde de carbone sous forme liquide se déplace le long du circuit et une partie de ce fluide caloporteur se trouve dans le premier échangeur de chaleur 14, à proximité du panneau solaire 17.

[0072] Selon un mode de réalisation particulièrement intéressant, le fluide caloporteur est du dioxyde de carbone et la pression est fixée à environ 50 bars. A cette pression, une transition de phase s'opère à une température de l'ordre de 12°C à 15°C.

[0073] Dans une partie du circuit 13, représentée en traits pleins sur les figures 1 à 3, le dioxyde de carbone se présente sous forme liquide. L'organe de mise en mouvement 16 du fluide caloporteur se trouve dans cette partie du circuit et comporte la pompe 27.

[0074] Le dioxyde de carbone sous forme liquide se déplace le long du circuit 13 et une partie de ce fluide caloporteur se trouve dans le premier échangeur de chaleur 14, à proximité du panneau solaire. Dans cette zone, le premier échangeur de chaleur est disposé de telle façon que de l'énergie captée par le panneau solaire soit transférée au fluide caloporteur. Cette énergie a pour effet d'induire un changement de phase du dioxyde de carbone qui passe de l'état liquide à l'état gazeux, sans changer de température.

[0075] Selon la quantité d'énergie captée par les panneaux solaires ou plus généralement par la source chaude, lorsque la transition de phase du fluide caloporteur est terminée et que la totalité du dioxyde de carbone se trouve sous forme gazeuse, la température du CO₂ peut augmenter, ce qui permet de stocker une quantité d'éner-

gie plus importante.

[0076] L'enthalpie massique que peut contenir du dioxyde de carbone lorsque son état se trouve au début de la transition de phase du côté de l'état gazeux est de l'ordre de 235 kJ/kg. Cette enthalpie en fin de transition de phase, du côté de l'état liquide est de l'ordre de 415 kJ/kg. Lors du changement de phase de l'état liquide à l'état gazeux, le dioxyde de carbone est capable de stocker $415 - 235 = 180$ kJ/kg.

[0077] Cette énergie est transportée le long du circuit 13 de fluide caloporteur jusqu'au deuxième échangeur de chaleur 15. Celui-ci est placé dans le lieu de stockage de l'énergie, de façon à pouvoir céder de l'énergie du circuit de fluide caloporteur au registre de stockage 12. Comme indiqué plus haut, le stockage peut avantageusement se faire dans le registre terrestre. Dans ce cas, le dioxyde de carbone sous forme gazeuse est mis en circulation dans le deuxième échangeur de chaleur 15, celui-ci étant disposé dans le sol. Le sol peut avoir une température généralement comprise entre 12°C et 15°C alors que la température du gaz circulant dans le circuit à cet endroit a généralement une température plus élevée. La circulation dans le deuxième échangeur de chaleur a pour effet de transférer une partie de l'énergie du dioxyde de carbone au registre terrestre qui sert alors de stockage d'énergie.

[0078] Dans la pratique, à partir d'une certaine profondeur, typiquement de l'ordre de 2 m, la température du sol d'une part varie peu en fonction du changement de température en surface et d'autre part est pratiquement toujours en dessous de 15°C. Au pressions et températures choisies, la circulation du dioxyde de carbone dans le deuxième échangeur de chaleur implique que celui-ci subisse un changement de phase de l'état gazeux à l'état liquide. De l'énergie est donc transférée du gaz au registre terrestre.

[0079] Le gaz poursuit donc sa circulation dans le circuit 13 en retournant au point de départ sous forme liquide.

[0080] Comme indiqué précédemment, l'énergie stockée dans le registre terrestre ou registre de stockage peut servir de source d'énergie en particulier pour une ou plusieurs pompes à chaleur, notamment des pompes à chaleur de type eau-eau, fonctionnant de façon conventionnelle.

[0081] Ce système est particulièrement intéressant à plusieurs points de vue. En effet, l'énergie récupérée de systèmes d'énergie renouvelables est généralement relativement difficile à stocker à long terme. Cette énergie est souvent stockée sous forme électrique dans des batteries. Ces batteries sont généralement coûteuses et utilisent des matériaux tels que le lithium notamment, dont les ressources sont limitées.

[0082] Pour résoudre ce problème de stockage et celui du décalage entre le moment où l'énergie est captée et le moment où elle est utilisée, le stockage à moyen ou long terme comme le stockage dans le registre terrestre proposé par l'invention est donc particulièrement intéres-

sant.

[0083] Par ailleurs, contrairement à la majorité des systèmes géothermiques existants, de l'énergie géothermique est réinjectée dans le registre de stockage. Ceci permet une bonne gestion de l'énergie stockée et de l'énergie prélevée pour assurer un fonctionnement efficace du système.

[0084] Dans le cas où le circuit de fluide caloporteur comporte plusieurs branches, ce circuit peut comporter un by-pass permettant de faire circuler le fluide caloporteur dans une ou plusieurs branches choisies du circuit en fonction des températures disponibles. A titre d'exemple, il est possible de fermer le circuit passant à proximité des panneaux solaires lorsque la température des panneaux est inférieure à une valeur de seuil, tout en maintenant le circuit de l'enveloppe de bâtiments ouverts. L'inverse est également bien entendu possible. Il est également possible de maintenir les deux circuits ouverts ou de fermer les circuits si les températures ne sont pas compatibles avec une utilisation du système.

Revendications

1. Système de transfert d'énergie thermique d'au moins une source d'énergie vers un registre de stockage (12), comportant :

- au moins un circuit (13) de fluide caloporteur, ce fluide caloporteur comportant du dioxyde de carbone ;
- au moins un premier échangeur de chaleur (14) agencé pour capter de l'énergie de ladite au moins une source (11) d'énergie et pour transférer de l'énergie au fluide caloporteur circulant dans ledit circuit ;
- au moins un organe (16) de mise en circulation du fluide caloporteur dans ledit circuit (13) ;

ce système de transfert d'énergie thermique étant **caractérisé en ce qu'il** comporte :

- au moins un régulateur de pression et/ou de température agencé pour régler la pression et/ou la température du dioxyde de carbone dans ledit circuit (13) de fluide caloporteur de telle façon que ce fluide caloporteur subisse une transition de phase dans ledit circuit ; et
- au moins un deuxième échangeur de chaleur (15) agencé pour transférer de l'énergie du fluide caloporteur vers ledit registre de stockage (12).

2. Système de transfert d'énergie thermique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit registre de stockage (12) est un registre terrestre.

3. Système de transfert d'énergie thermique selon la

revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ledit registre de stockage (12) comporte de l'eau.

4. Système de transfert d'énergie thermique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'organe (16) de mise en circulation du fluide calorifique est une pompe (27). 5
5. Système de transfert d'énergie thermique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'organe (16) de mise en circulation du fluide calorifique est un compresseur. 10
6. Système de transfert d'énergie thermique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ce système comporte au moins un troisième échangeur de chaleur (35) agencé pour récupérer de l'énergie thermique provenant d'une enveloppe de bâtiment. 15
7. Système de transfert d'énergie thermique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit régulateur de pression et/ou de température comporte un vase d'expansion (38). 20
8. Procédé de transfert d'énergie thermique d'au moins une source d'énergie vers un registre de stockage (12) au moyen d'un système comportant :
- au moins un circuit (13) de fluide caloporteur comportant du dioxyde de carbone ; 30
 - au moins un premier échangeur de chaleur (14) agencé pour capter de l'énergie de ladite au moins une source (11) d'énergie et pour transférer de l'énergie au fluide caloporteur circulant dans ledit circuit ; 35
 - au moins un deuxième échangeur de chaleur (15) agencé pour transférer de l'énergie du fluide caloporteur vers ledit registre de stockage (12) ; 40

ce procédé étant **caractérisé en ce qu'il** comporte les étapes consistant à :

- déterminer une température de circulation du fluide caloporteur dans le circuit (13) de fluide caloporteur, cette température de circulation étant telle que : 45
 - la température du premier échangeur de chaleur (14) soit susceptible d'être supérieure à la température de circulation du fluide caloporteur dans ledit circuit ; 50
 - la température du deuxième échangeur de chaleur (15) soit susceptible d'être inférieure à la température de circulation du fluide caloporteur dans ledit circuit ; 55
 - une transition de phase du fluide caloporteur entre l'état liquide et l'état gazeux soit

susceptible de se produire dans ledit circuit ;

- déterminer une pression de circulation du fluide caloporteur dans le circuit (13) telle qu'une transition de phase du fluide caloporteur entre l'état liquide et l'état gazeux soit susceptible de se produire à ladite température de circulation du fluide caloporteur ;
 - régler ladite pression de circulation et ladite température de circulation du fluide caloporteur dans le circuit ;
 - mettre en circulation ledit fluide caloporteur dans le circuit à la pression de circulation et à la température de circulation choisies.
9. Procédé de transfert d'énergie thermique selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** ladite température de circulation est comprise entre 5°C et 30°C.
10. Procédé de transfert d'énergie thermique selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** ladite température de circulation est comprise entre 12°C et 15°C.
11. Procédé de transfert d'énergie thermique selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la pression du dioxyde de carbone dans le circuit de fluide caloporteur est comprise entre 40 et 65 bars.
12. Procédé de transfert d'énergie thermique selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la pression du dioxyde de carbone dans le circuit de fluide caloporteur est comprise entre 45 et 55 bars.

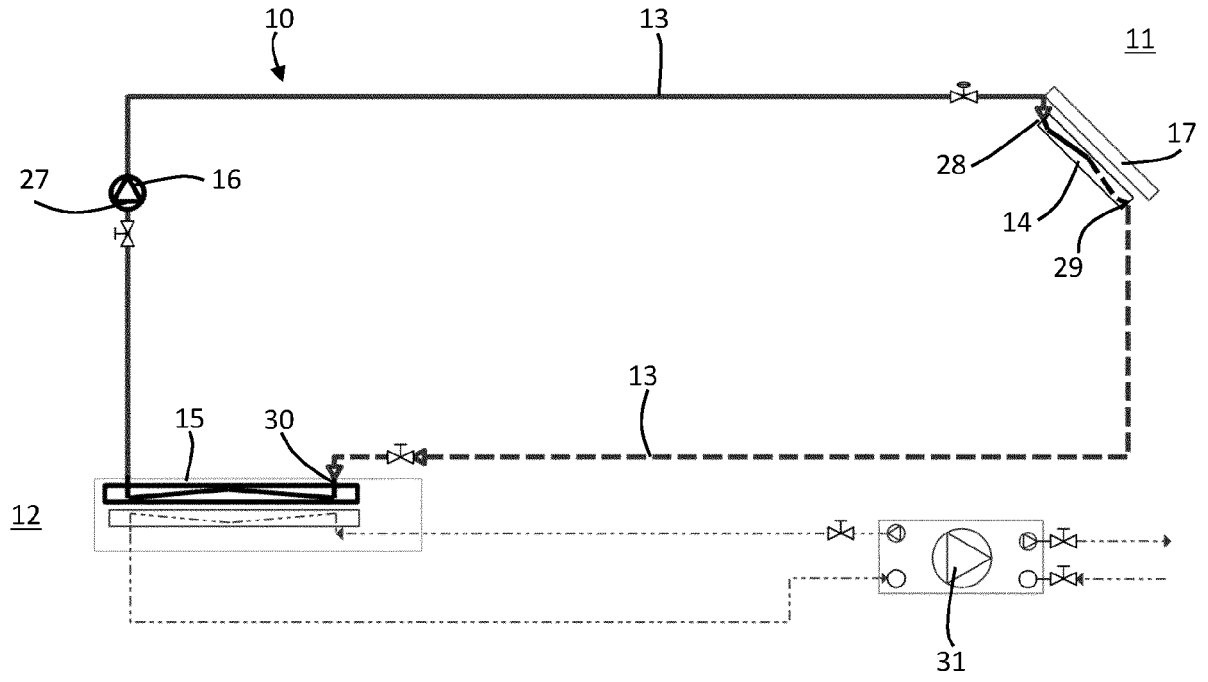


Fig. 1

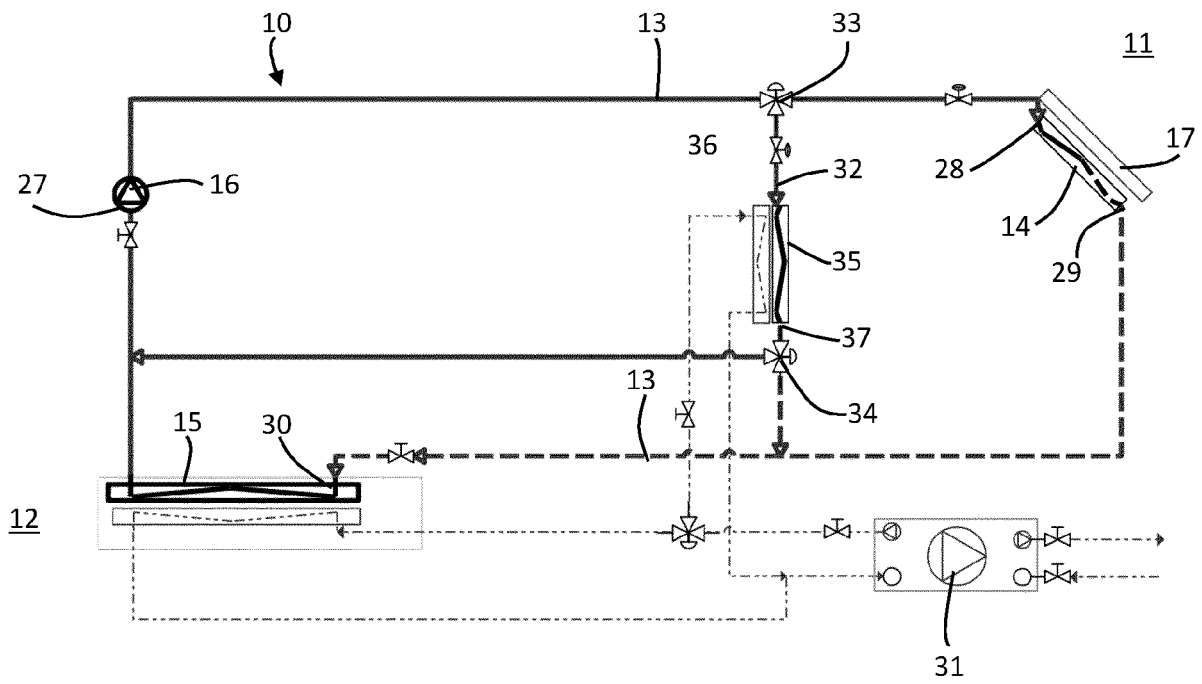
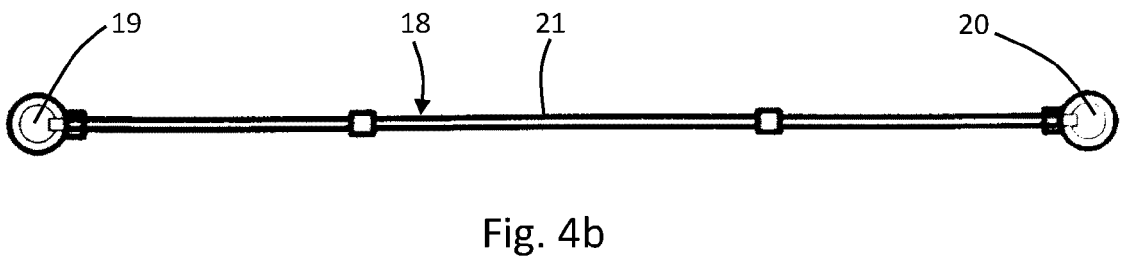
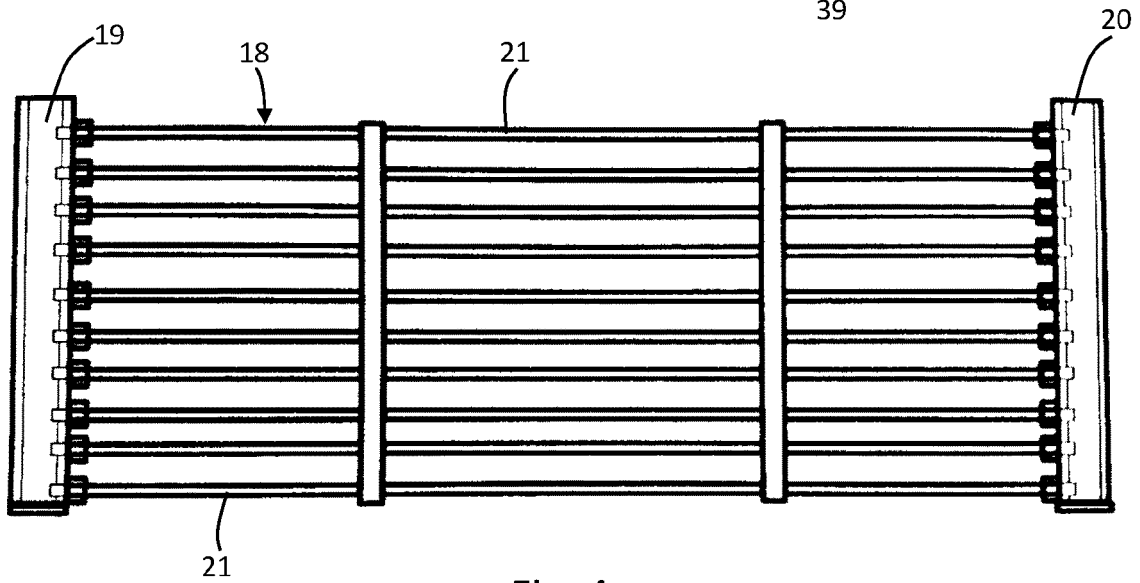
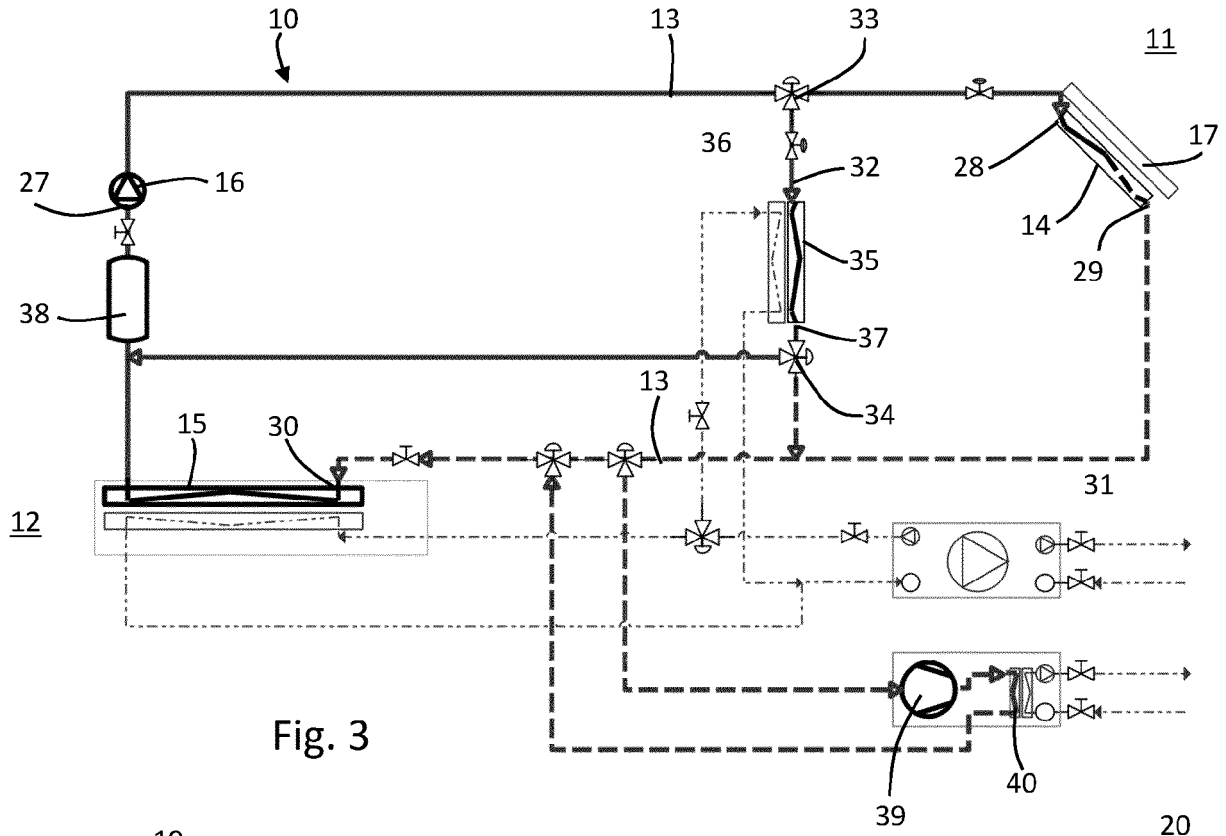


Fig. 2



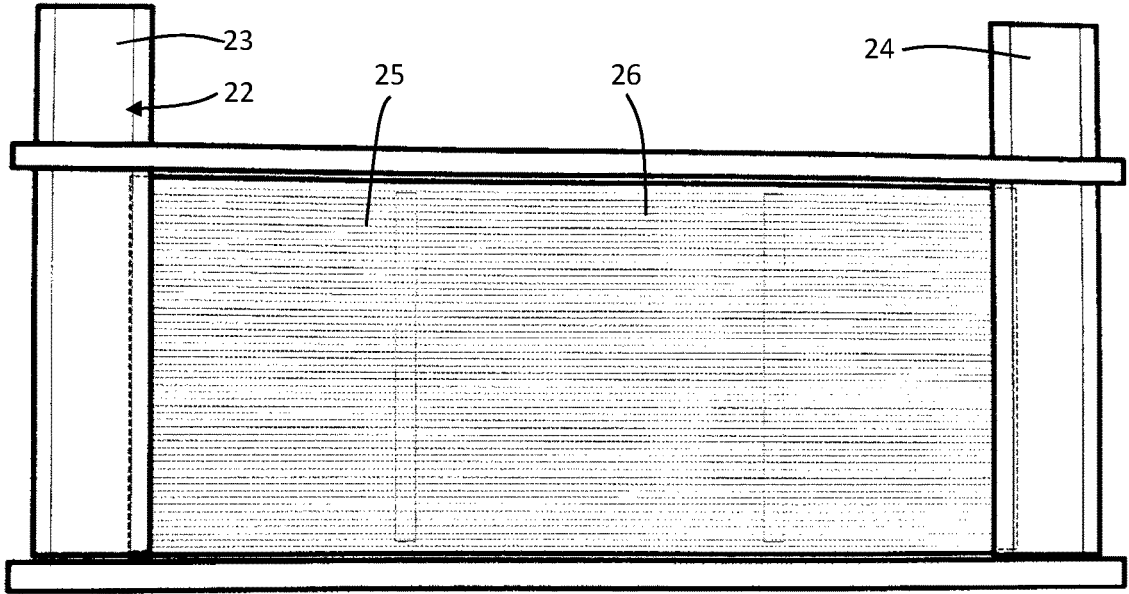


Fig. 4c

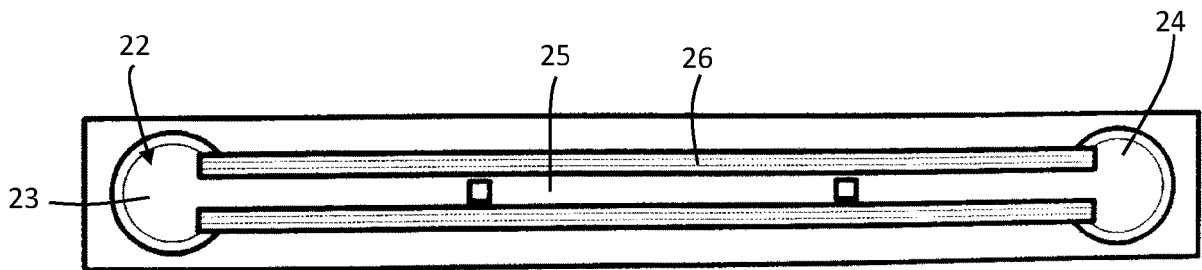


Fig. 4d

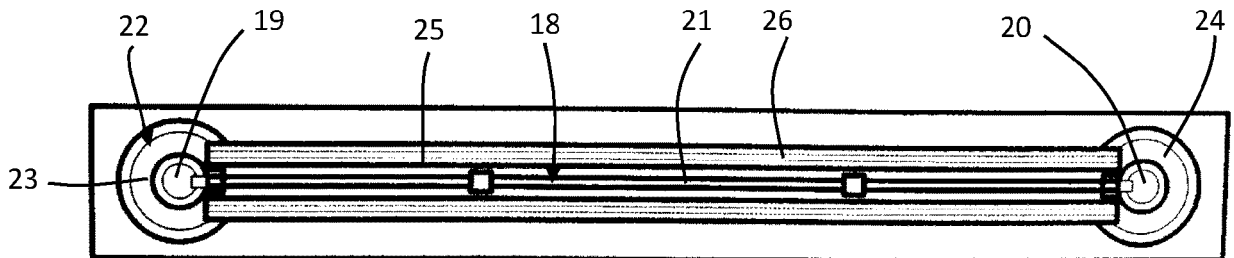


Fig. 4e

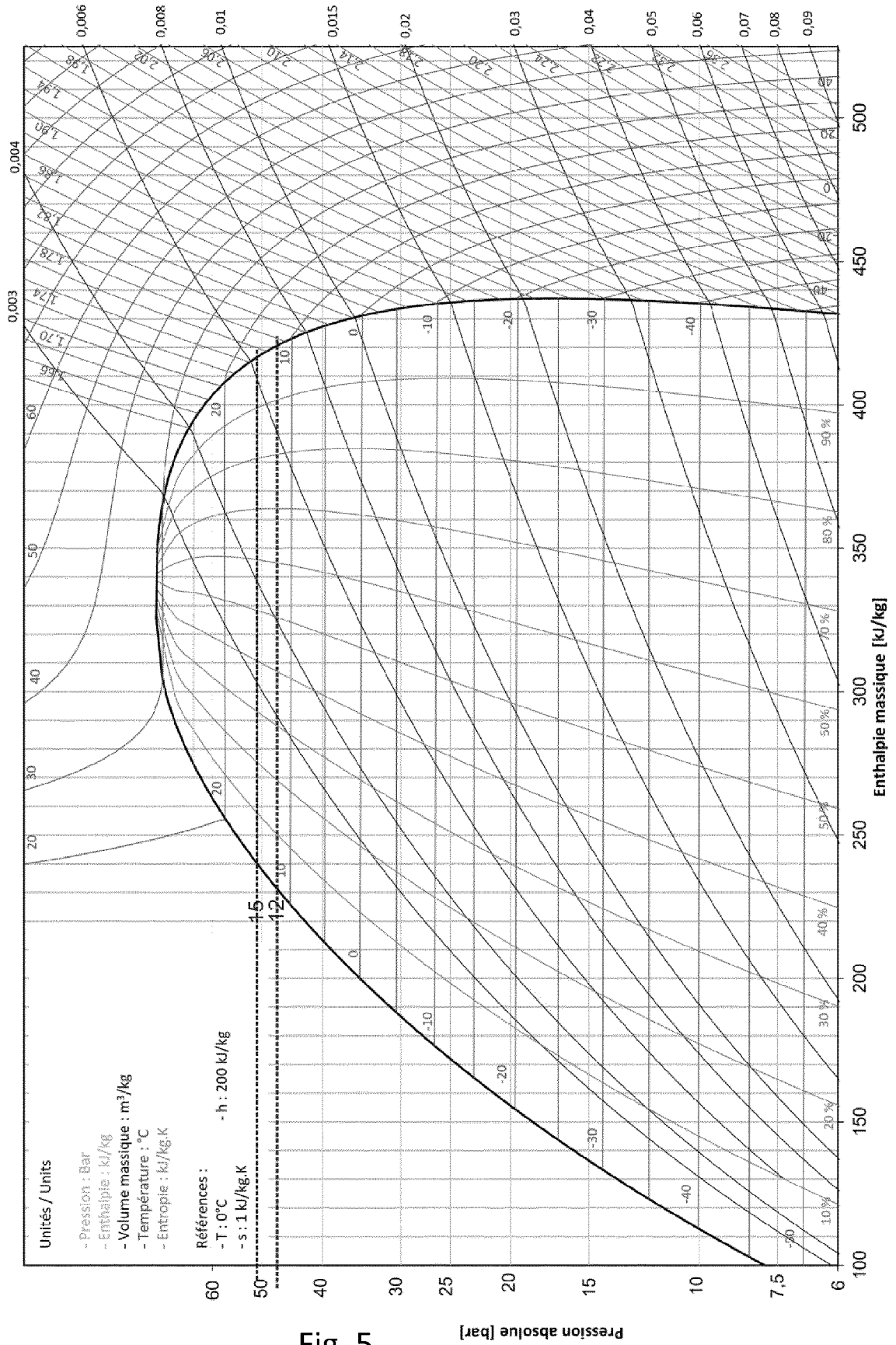


Fig. 5



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 22 19 4662

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	WO 2004/054827 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]; HARM KLAUS [DE]) 1 juillet 2004 (2004-07-01) * page 6 - page 9; figures 1a-3 * -----	1-12	INV. F25B9/00 F25B23/00
X	US 6 668 572 B1 (SEO KOOK-JEONG [KR] ET AL) 30 décembre 2003 (2003-12-30) * colonne 2, ligne 55 - colonne 3, ligne 3; figure 2 * -----	1-3, 5-12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F25B
A		4	
X	EP 3 578 903 A1 (HILL PHOENIX INC [US]) 11 décembre 2019 (2019-12-11) * alinéas [0026] - [0030]; figure 1 * -----	1-3, 5-12	
A		4	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 16 février 2023	Examineur Amous, Moez
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 22 19 4662

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

16-02-2023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
WO 2004054827	A1	01-07-2004	BR 0317360 A	08-11-2005
			DE 10258618 B3	24-06-2004
			EP 1572479 A1	14-09-2005
			ES 2265605 T3	16-02-2007
			JP 4451312 B2	14-04-2010
			JP 2006509678 A	23-03-2006
			KR 20050092015 A	16-09-2005
			MX PA05006460 A	08-09-2005
			US 2006168991 A1	03-08-2006
			WO 2004054827 A1	01-07-2004
US 6668572	B1	30-12-2003	CN 1475703 A	18-02-2004
			JP 2004069286 A	04-03-2004
			KR 20040013443 A	14-02-2004
			US 6668572 B1	30-12-2003
EP 3578903	A1	11-12-2019	BR 102019011251 A2	18-02-2020
			CA 3044714 A1	05-12-2019
			DK 3578903 T3	18-05-2020
			EP 3578903 A1	11-12-2019
			ES 2789173 T3	26-10-2020
			PL 3578903 T3	21-09-2020
			US 2019368786 A1	05-12-2019
			US 2022357081 A1	10-11-2022

EPC FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82