



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

- (43)

Date de publication:
18.09.2024 Bulletin 2024/38
- (51)

Classification Internationale des Brevets (IPC):
F25J 1/00 (2006.01) F25J 1/02 (2006.01)
F25J 3/04 (2006.01)
- (21)

Numéro de dépôt: 24160467.7
- (52)

Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F25J 1/0015; F25J 1/0037; F25J 1/005;
F25J 1/0234; F25J 1/0259; F25J 3/04224;
F25J 3/04357; F25J 3/0489; F25J 2290/42
- (22)

Date de dépôt: 29.02.2024

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR Etats d'extension désignés: BA Etats de validation désignés: GE KH MA MD TN (30) Priorité: 16.03.2023 FR 2302424	(71) Demandeur: L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE 75007 Paris (FR) (72) Inventeur: KURTZ, Remy 94503 Champigny sur Marne (FR) (74) Mandataire: Air Liquide L'Air Liquide S.A. Direction de la Propriété Intellectuelle 75, Quai d'Orsay 75321 Paris Cedex 07 (FR)
---	---

(54)

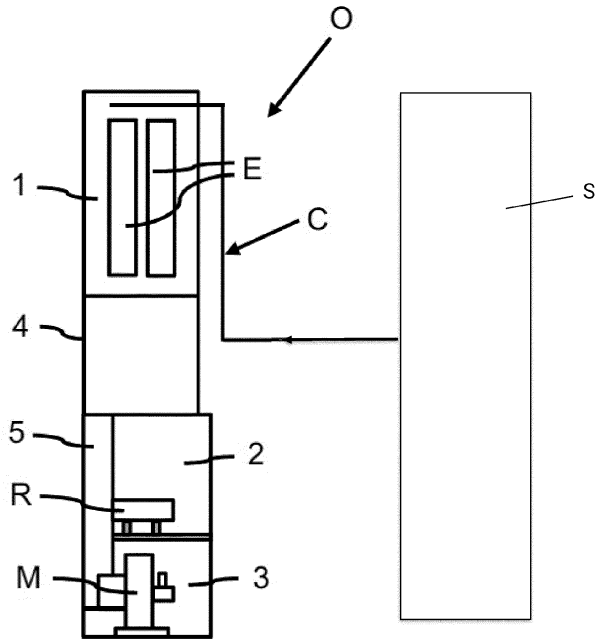
LIQUÉFACTEUR POUR LIQUÉFACTION D'UN GAZ

(57)

Un liquéfacteur d'un gaz comprend une ossature (O) pour un contenant à une extrémité au moins un échangeur de chaleur (E) à plaques et à ailettes, chaque plaque ayant une longueur et une largeur, et les plaques étant disposés avec leur longueur en parallèle à la lon-

gueur de l'ossature et à l'autre extrémité une turbine (M) pour fournir du froid à l'au moins un échangeur de chaleur, de sorte que la turbine se trouve en dessous de l'au moins un échangeur.

[FIG.1]



Description

[0001] La présente invention est relative à un liquéfacteur et procédé de liquéfaction d'un gaz se liquéfiant à une température cryogénique, par exemple l'azote, l'hydrogène, du gaz naturel.

[0002] FR2706025 décrit un appareil de séparation d'air par distillation cryogénique comprenant une ossature contenant les échangeurs de chaleur, les sous refroidisseurs, les vannes, les pompes cryogéniques, les turbines et les conduites pour les relier les uns aux autres. Une colonne de distillation est située en dehors de cette ossature.

[0003] Des liquéfacteurs d'azote sont connus de US20220404094.

[0004] « Marine Liquefaction and Gas Conditioning for Floating Lng » de Bryan Trocquet, GasTech 2009 présente une ossature ayant une turbine de liquéfacteur à une extrémité. « The Latest in Floating LNG Technologies » de Bryan Trocquet, GasTech 2008 montre que les

[0005] Un objet de la présente invention est de réduire la prise au sol d'un liquéfacteur et de faciliter l'installation tardive de quelconque équipement par exemple d'une turbine dans l'ossature, même si celle-ci est livrée tardivement.

[0006] En effet, la turbine est souvent livrée après l'arrivée d'autres éléments et il sera souhaitable de trouver un moyen de l'installer en réduisant le nombre d'opérations nécessaires et en particulier en évitant l'usage d'une grue, à l'atelier, un pont roulant ou un simple lève charge peut être utilisé pour l'installation en place des équipements.

[0007] Il est intéressant d'utiliser un moyen de support pour l'échangeur de chaleur du liquéfacteur qui sert également d'ossature à l'ensemble du module. De ce fait, cette ossature contient d'autres éléments du liquéfacteur permettant un montage à l'atelier par du personnel qualifié de l'ensemble, les connexions entre l'échangeur et les autres éléments de l'ossature, par exemple caisson d'interconnexion, tuyauteries, instrumentation et électricité sont également réalisées par l'atelier de fabrication.

[0008] En plus de réduire l'empreinte au sol, positionner les échangeurs à une élévation d'au moins 4 m par rapport au sol permet de produire du liquide, ainsi créant une pression hydrostatique, qui peut servir au transport du gaz ou réduire la taille d'une pompe utilisée pour pressuriser le liquide.

[0009] Selon un objet de l'invention, il est prévu un liquéfacteur d'un gaz qui se liquéfie à une température cryogénique comprenant un assemblage comprenant une ossature, l'ossature étant substantiellement en forme de parallélépipède allongé et ayant un axe principal correspondant à sa longueur ainsi que deux extrémités, l'ossature ne contenant pas de colonne de distillation, et à l'intérieur de l'ossature:

i) A une extrémité de l'ossature au moins un échan-

neur de chaleur à plaques et à ailettes, chaque plaque ayant une longueur et une largeur, et les plaques étant disposées avec leur longueur en parallèle à l'axe de l'ossature

ii) Une conduite pour envoyer un gaz à liquéfier à l'au moins un échangeur de chaleur

iii) Une conduite pour enlever un gaz refroidi voire liquéfié de l'au moins un échangeur de chaleur

iv) Un support monté dans l'ossature

v) Au moins une turbine, la turbine étant fixée sur le support et étant agencée pour entraîner un compresseur disposé à l'extérieur de l'ossature, la turbine étant reliée à l'au moins un échangeur pour envoyer à la turbine un gaz à détendre refroidi ou réchauffé dans l'au moins un échangeur de chaleur et/ou pour envoyer de la turbine à l'au moins un échangeur de chaleur un gaz détendu dans la turbine

vi) au moins un refroidisseur relié pour refroidir du gaz comprimé dans le compresseur

vii) des moyens pour amener un fluide frigorigène au refroidisseur et

viii) a) la turbine se trouve à une autre extrémité de l'ossature et le refroidisseur se trouve entre la turbine et l'au moins un échangeur de chaleur ou b) le refroidisseur se trouve à une autre extrémité de l'ossature et la turbine se trouve entre le refroidisseur et au moins un échangeur de chaleur,

l'ossature étant positionnée avec son axe principal à la verticale, l'au moins un échangeur de chaleur se trouvant au-dessus de l'au moins une turbine et de l'au moins un réchauffeur, des moyens pour envoyer un gaz à liquéfier à l'échangeur de chaleur dans l'ossature et des moyens reliés à l'échangeur de chaleur pour sortir un gaz liquéfié de l'ossature.

[0010] Selon d'autres aspects optionnels, qui peuvent être combinés entre eux de toute manière compatible avec la logique et la science :

- l'ossature comprend au moins une partition divisant l'ossature en au moins deux parties, la partition ayant la forme d'une plaque rectangulaire disposée perpendiculairement à l'axe de l'ossature, la partition servant de support pour la turbine si le refroidisseur est à l'autre extrémité de l'ossature ou pour le refroidisseur si la turbine est à l'autre extrémité de l'ossature, la turbine et le refroidisseur étant séparés l'une de l'autre par la partition.
- l'ossature comprend au moins deux partitions divisant l'ossature en au moins trois parties, les partitions ayant la forme d'une plaque rectangulaire disposée perpendiculairement à l'axe de l'ossature, une des partitions servant de support pour la turbine si le refroidisseur est à l'autre extrémité de l'ossature ou pour le refroidisseur si la turbine est à l'autre extrémité de l'ossature, la turbine et le refroidisseur étant séparés l'une de l'autre par la partition servant de support.

- l'ossature comprenant des pieds de fixation reliés à l'autre extrémité de l'ossature pour poser l'ossature sur une fondation.
- l'ossature comprenant des moyens pour relier fluidiquement l'échangeur avec le compresseur pour amener un gaz refroidi dans l'échangeur vers le compresseur. 5
- l'ossature comprenant des moyens pour relier fluidiquement l'échangeur avec la turbine pour amener un gaz détendu dans la turbine vers l'au moins un échangeur. 10
- l'ossature est divisée en au moins trois compartiments, chaque compartiment ayant une dimension qui est une partie de la longueur de l'ossature, l'au moins un échangeur de chaleur étant dans un des au moins trois compartiments, la turbine dans un autre des au moins trois compartiments et l'au moins un refroidisseur dans encore un autre des au moins trois compartiments. 15
- l'ossature comprenant un quatrième compartiment, vide de tout échangeur de chaleur et turbine, contenant des conduites de connexion entre l'échangeur de chaleur et un autre élément pouvant être l'au moins une turbine. 20
- la turbine se trouve à une autre extrémité de l'ossature et est reliée au quatrième compartiment à travers un compartiment disposé côte à côte avec le compartiment contenant le refroidisseur. 25
- l'ossature a une longueur d'au moins 10 m, le refroidisseur et la turbine occupant une partie de la longueur de l'ossature égale à au moins 4 m. 30
- la turbine est reliée pour fournir du froid à l'au moins un échangeur de chaleur.
- l'ossature est formée d'un seul tenant.
- l'au moins un échangeur de chaleur est isolé thermiquement. 35

[0011] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un procédé de liquéfaction d'un gaz à une température cryogénique utilisant un assemblage comprenant une ossature, l'ossature étant substantiellement en forme de parallélépipède allongé et ayant un axe principal correspondant à sa longueur ainsi que deux extrémités, l'ossature ne contenant pas de colonne de distillation, et à l'intérieur de l'ossature: 40

- i) A une extrémité de l'ossature au moins un échangeur de chaleur (E) à plaques et à ailettes, chaque plaque ayant une longueur et une largeur, et les plaques étant disposées avec leur longueur en parallèle à l'axe de l'ossature 50
- ii) Une conduite (C) pour envoyer un gaz à liquéfier à l'au moins un échangeur de chaleur
- iii) Une conduite pour enlever un gaz refroidi voire liquéfié de l'au moins un échangeur de chaleur 55
- iv) Un support monté dans l'ossature
- v) Au moins une turbine (M), la turbine étant fixée sur le support et étant agencée pour entraîner un

compresseur disposé à l'extérieur de l'ossature, la turbine étant reliée à l'au moins un échangeur pour envoyer à la turbine un gaz à détendre refroidi ou réchauffé dans l'au moins un échangeur de chaleur et/ou pour envoyer de la turbine à l'au moins un échangeur de chaleur un gaz détendu dans la turbine

vi) au moins un refroidisseur (R) relié pour refroidir du gaz comprimé dans le compresseur

vii) a) la turbine se trouve à une autre extrémité de l'ossature et le refroidisseur se trouve entre la turbine et l'au moins un échangeur de chaleur ou b) le refroidisseur se trouve à une autre extrémité de l'ossature et la turbine se trouve entre le refroidisseur et au moins un échangeur de chaleur,

viii) l'ossature étant positionnée avec son axe principal à la verticale, l'au moins un échangeur de chaleur (E) se trouvant au-dessus de l'au moins une turbine (M) et de l'au moins un réchauffeur (R),

dans lequel on envoie un gaz à liquéfier à l'échangeur de chaleur dans l'ossature et on sort de l'échangeur de chaleur un gaz liquéfié, on amène un fluide frigorigène au refroidisseur et on fournit du froid pour la liquéfaction par détente d'un gaz dans l'au moins une turbine, le gaz ayant été refroidi ou réchauffé dans l'au moins un échangeur de chaleur et/ou un gaz détendu dans la turbine étant envoyé à l'au moins un échangeur de chaleur.

[0012] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un assemblage comprenant une ossature, l'ossature étant substantiellement en forme de parallélépipède allongé et ayant un axe principal correspondant à sa longueur ainsi que deux extrémités, l'ossature ne contenant pas de colonne de distillation, et à l'intérieur de l'ossature: 35

i) A une extrémité de l'ossature au moins un échangeur de chaleur à plaques et à ailettes, chaque plaque ayant une longueur et une largeur, et les plaques étant disposées avec leur longueur en parallèle à l'axe de l'ossature 40

ii) Une conduite pour envoyer un gaz à liquéfier à l'au moins un échangeur de chaleur

iii) Une conduite pour enlever un gaz refroidi voire liquéfié de l'au moins un échangeur de chaleur

iv) Un support monté dans l'ossature 45

v) Au moins une turbine, la turbine étant fixée sur le support et étant agencée pour entraîner un compresseur disposé à l'extérieur de l'ossature, la turbine étant reliée à l'au moins un échangeur pour envoyer à la turbine un gaz à détendre refroidi ou réchauffé dans l'au moins un échangeur de chaleur et/ou pour envoyer de la turbine à l'au moins un échangeur de chaleur un gaz détendu dans la turbine

vi) au moins un refroidisseur relié pour refroidir du gaz comprimé dans le compresseur

vii) des moyens pour amener un fluide frigorigène au refroidisseur et

viii) a) la turbine se trouve à une autre extrémité de

l'ossature et le refroidisseur se trouve entre la turbine et l'au moins un échangeur de chaleur ou b) le refroidisseur se trouve à une autre extrémité de l'ossature et la turbine se trouve entre le refroidisseur et au moins un échangeur de chaleur,

l'au moins une turbine et l'au moins un réchauffeur étant supportés dans l'ossature, afin de pouvoir fonctionner si l'ossature est positionnée avec son axe principal, qui est sa longueur, à la verticale, l'au moins un échangeur de chaleur étant supporté dans l'ossature pour fonctionner en se trouvant au-dessus de au moins une turbine et de l'au moins un réchauffeur.

[0013] Le support peut en particulier être une surface plane se trouvant entre les deux extrémités de l'ossature, perpendiculaire à la longueur de l'ossature.

[0014] Le support peut être une partition de l'ossature.

[0015] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu un appareil de séparation d'air par distillation cryogénique comprenant un système de colonnes, un liquéfacteur tel que décrit ci-dessus et des moyens pour envoyer un gaz enrichi en azote au liquéfacteur depuis le système de colonnes comme gaz à liquéfier et éventuellement des moyens pour envoyer un gaz liquéfié dans le liquéfacteur vers le système de colonnes.

[0016] L'invention sera décrite de manière plus détaillée en se référant aux figures où :

[FIG.1] est une coupe longitudinale d'une ossature selon l'invention en position verticale.

[FIG.2] est une coupe longitudinale d'une variante d'ossature selon l'invention, en fabrication et transport en position horizontale.

[FIG.3] est une coupe longitudinale de la variante d'ossature selon la figure 2, montrant mise en place sur site.

[0017] [FIG.1] montre un assemblage comprenant une ossature 1 de liquéfacteur d'azote, mise en place avec son axe principal, qui est sa longueur, à la verticale et les équipements contenus dans l'ossature. Une extrémité de l'ossature se trouve à quelques mètres du sol ou d'une surface plane alors que l'extrémité opposée est ancrée au sol ou de la surface plane.

[0018] L'ossature O a une forme substantiellement parallélépipédique avec une longueur, une largeur et une hauteur. La section de l'ossature est rectangulaire, voire carrée. Comme illustré ici, l'ossature substantiellement parallélépipédique comprend en fait deux parallélépipèdes qui peuvent être de largeurs différentes, joints l'un à l'autre de préférence soudés ou boulonnés, les compartiments 1 et 4 formant un parallélépipède et les compartiments 2 et 3 l'autre. Il est préférable que le parallélépipède le plus large (ici celui contenant les compartiments 2 et 3) soit disposé en dessous de l'autre pour des raisons de stabilité.

[0019] En haut de l'ossature dans un premier compartiment 1 se trouve au moins un échangeur de chaleur E qui sert à refroidir le gaz à liquéfier jusqu'à une température proche de la liquéfaction voire jusqu'à la température de liquéfaction. Les échangeurs sont orientés avec leur bout chaud en haut et le bout froid en bas, quand l'ossature est mise en place à la verticale. Une conduite C amène le gaz à liquéfier au bout chaud de l'échangeur de chaleur, cette conduite C pouvant être reliée à un appareil de séparation d'air produisant de l'azote gazeux.

[0020] Le premier compartiment 1 est isolé thermiquement au moyen d'un isolant pulvérulent tel que la perlite.

[0021] En dessous du premier compartiment 1 se trouve éventuellement un compartiment auxiliaire 4 appelé aussi caisson d'interconnexion, divisé du premier compartiment par une paroi et contenant un isolant essentiellement pulvérulent ou de la laine de roche. Le compartiment auxiliaire 4 ne contient ni échangeurs de chaleur ni turbine. Il contient principalement des conduites de connexion qui passent à travers la partition par des ouvertures dans celle-ci. Ces conduites relient l'échangeur de chaleur E avec une turbine, situés dans un troisième compartiment 3 situé à l'extrémité de l'ossature O. La turbine est reliée à l'au moins un échangeur pour envoyer à la turbine un gaz à détendre refroidi ou réchauffé dans l'au moins un échangeur de chaleur et/ou pour envoyer de la turbine à l'au moins un échangeur de chaleur un gaz détendu dans la turbine.

[0022] L'échangeur de chaleur E est un échangeur à plaques et à ailettes, composé d'un empilement de plaques, chaque plaque étant séparée d'au moins une plaque adjacente par des ailettes, chaque plaque ayant une longueur et une largeur, et les plaques étant disposées avec leur longueur en parallèle à l'axe de l'ossature.

[0023] Dans la figure, on voit que l'échangeur de chaleur comprend deux corps, chacun pouvant être considéré comme un échangeur de chaleur et chacun étant composé d'un empilement de plaques, chaque plaque ayant une longueur et une largeur, et les plaques étant disposées avec leur longueur en parallèle à l'axe de l'ossature.

[0024] La turbine entraîne un compresseur du liquéfacteur au moyen d'un arbre, le compresseur étant situé en dehors de l'ossature O. Le compresseur sert à comprimer un gaz refroidi ou réchauffé dans l'au moins un échangeur de chaleur. Au moins une partie du gaz comprimé dans le compresseur peut être détendue dans la turbine, selon les procédés.

[0025] Dans un deuxième compartiment 2, placé entre le troisième compartiment 3 et le compartiment auxiliaire 4, on trouve un refroidisseur R alimenté par un fluide frigorigène tel que de l'eau pour refroidir le gaz comprimé dans le compresseur entraîné par la turbine du troisième compartiment 3. Il y a donc des conduites passant dans la partition entre les deuxième et troisième compartiments 2,3. Cette partition doit éventuellement être renforcée pour soutenir le poids du refroidisseur R. Comme le refroidisseur R fonctionne à des températures ambian-

tes ou supérieures à 20 °C, il n'a pas besoin d'être isolé thermiquement ou éventuellement comprend une protection pour éviter que le personnel touche les parties chaudes. L'ossature de préférence n'est pas revêtue de tôles autour du refroidisseur qui se trouve ainsi à l'air libre.

[0026] Pour permettre un accès direct des fluides venant d'au moins un échangeur E vers la turbine T et allant de la turbine T vers l'au moins un échangeur, un compartiment 5 s'étend sur un côté de l'ossature entre les deuxième et quatrième compartiments, longeant le deuxième compartiment 2. Ainsi les fluides n'ont pas besoin de transiter par le deuxième compartiment 2, les conduites transitant uniquement par le compartiment 5. Comme les conduites du compartiment sont en forme de L, ceci permet plus de souplesse quand les échangeurs se réchauffent et se refroidissent, provoquant des dilatations et du rétrécissement.

[0027] Ce compartiment 5 est isolé thermiquement à l'isolation particulière ou à la laine de roche et doit donc être fermé hermétiquement, tout comme les compartiments 1 et 4 (si présents).

[0028] L'ossature ne contient pas de colonne de distillation ou de lavage, le liquéfacteur lui-même n'en contenant pas.

[0029] Un gaz d'alimentation est envoyé dans l'ossature O, se refroidit dans l'au moins un échangeur E, selon une variante au moins une partie du gaz d'alimentation est comprimée dans le compresseur entraîné par la turbine T et ensuite refroidie dans le refroidisseur R, au moins une partie du gaz d'alimentation est détendue dans la turbine T. Le gaz envoyé à la turbine T provient de préférence du refroidisseur R.

[0030] Une partie du gaz d'alimentation se liquéfie soit dans l'échangeur soit en aval de celui-ci et constitue le produit du procédé.

[0031] Le gaz d'alimentation peut être de l'azote, de l'hydrogène, du gaz naturel.

[0032] Dans ce cas, il est commun d'associer ce type de liquéfacteur à un appareil de séparation d'air par distillation cryogénique comprenant un système de colonnes S, de l'azote gazeux de l'appareil de séparation d'air constituant le gaz d'alimentation du liquéfacteur et au moins une partie de l'azote liquide formé étant éventuellement renvoyée à l'appareil de séparation d'air.

[0033] On note que les échangeurs sont disposés en hauteur, avec leur longueur dans le sens de l'axe principal de l'ossature. Ainsi l'espace en dessous des échangeurs est utilisé de manière astucieuse. De plus, étant donné que l'ossature a une longueur d'au moins 10 m, le refroidisseur et la turbine occupant une partie de la longueur de l'ossature égale à au moins 4 m, quand l'ossature est mise à la verticale, le bout froid de au moins un échangeur se trouve à au moins 6m du sol. Ainsi un gaz liquéfié sortant du bout froid a une pression hydrostatique non négligeable, facilitant son envoi ailleurs et permettant de réduire la taille d'une pompe si présente.

[0034] Les compartiments 1 et 4 (si présent) étant iso-

lés thermiquement à la perlite, l'ossature est revêtue de tôle. Pour les compartiments 2 et 3 où l'isolant thermique si présent est généralement de la laine de roche, l'ossature peut ne pas être revêtue de tôle.

[0035] Il est recommandé de laisser dans l'ossature une ouverture suffisamment grande pour laisser entrer la turbine si celle-ci arrive sur site tardivement. Le compartiment 5 de la turbine T étant au ras du sol, cette introduction est particulièrement aisée et ne requiert pas l'usage d'une grue.

[0036] La turbine T est reliée pour fournir du froid à l'au moins un échangeur de chaleur E. L'assemblage comprenant l'ossature O de la Figure 2 diffère de celle de la Figure 1 en ce que les compartiments 2 et 3 sont inversés, le refroidisseur R se trouvant à l'extrémité de l'ossature dans le compartiment 2 et la turbine M entre le compartiment 4 et le compartiment 2 du refroidisseur R. Le compartiment 3 de la turbine T étant à une hauteur supérieure à 2m, cette introduction ne requiert pas l'usage d'une grue.

[0037] En fabrication et pendant le transport ([FIG.2]), l'ossature est disposée avec son axe principal à l'horizontale. On peut y voir les oreilles de levage L (en anglais « lifting lugs ») à l'extrémité de l'ossature où se trouvent les échangeurs E. De telles oreilles L peuvent se trouver aux deux extrémités de l'ossature O.

[0038] Lors de mise en place sur site ([FIG.3]), ces oreilles ou attaches L permettent à une grue G de soulever l'ossature et de l'installer avec son axe principal à la verticale. Des pieds P permettant de fixer l'ossature au sol ou à une fondation.

[0039] L'ossature O peut prendre la forme d'un conteneur normalisé pour faciliter le transport.

[0040] L'ossature O comprend des moyens pour envoyer un gaz de balayage aux compartiments 1, 4 et 5 (si présents pour les deux derniers).

[0041] La turbine peut être transportée dans l'ossature ou sinon rajoutée dans l'ossature sur site. Dans le deuxième cas, il est nécessaire de calculer les dimensions et les rigidités de l'ossature pour les deux cas : celui où la turbine est présente et celle où elle est absente.

[0042] L'ossature peut être levée en une seule opération, étant formée de préférence d'un seul tenant.

[0043] L'au moins une turbine et l'au moins un réchauffeur sont supportés dans l'ossature, afin de pouvoir fonctionner si l'ossature est positionnée avec son axe principal, qui est sa longueur, à la verticale. L'au moins un échangeur de chaleur étant supporté dans l'ossature pour fonctionner en se trouvant au-dessus de au moins une turbine et de l'au moins un réchauffeur.

[0044] Il sera compris que s'il faut transporter l'ossature, les équipements qu'il contient auront besoin d'être sécurisés pour un transport à l'horizontal même si ceux-ci doivent fonctionner à terme avec l'ossature à la verticale.

[0045] Le gaz à détendre dans l'au moins une turbine peut être le gaz à liquéfier ou un autre gaz, par exemple un réfrigérant mixte.

Revendications

1. Liquéfacteur d'un gaz qui se liquéfie à une température cryogénique comprenant un assemblage comprenant une ossature (O), l'ossature étant substantiellement en forme de parallélépipède allongé et ayant un axe principal correspondant à sa longueur ainsi que deux extrémités, l'ossature ne contenant pas de colonne de distillation, et à l'intérieur de l'ossature:

- i) A une extrémité de l'ossature au moins un échangeur de chaleur (E) à plaques et à ailettes, chaque plaque ayant une longueur et une largeur, et les plaques étant disposées avec leur longueur en parallèle à l'axe de l'ossature
- ii) Une conduite (C) pour envoyer un gaz à liquéfier à l'au moins un échangeur de chaleur
- iii) Une conduite pour enlever un gaz refroidi voire liquéfié de l'au moins un échangeur de chaleur
- iv) Un support monté dans l'ossature
- v) Au moins une turbine (M), la turbine étant fixée sur le support et étant agencée pour entraîner un compresseur disposé à l'extérieur de l'ossature, la turbine étant reliée à l'au moins un échangeur pour envoyer à la turbine un gaz à détendre refroidi ou réchauffé dans l'au moins un échangeur de chaleur et/ou pour envoyer de la turbine à l'au moins un échangeur de chaleur un gaz détendu dans la turbine
- vi) au moins un refroidisseur (R) relié pour refroidir du gaz comprimé dans le compresseur
- vii) des moyens pour amener un fluide frigorigène au refroidisseur et
- viii) a) la turbine se trouve à une autre extrémité de l'ossature et le refroidisseur se trouve entre la turbine et l'au moins un échangeur de chaleur ou b) le refroidisseur se trouve à une autre extrémité de l'ossature et la turbine se trouve entre le refroidisseur et au moins un échangeur de chaleur,

l'ossature étant positionnée avec son axe principal à la verticale, l'au moins un échangeur de chaleur (E) se trouvant au-dessus de l'au moins une turbine (M) et de l'au moins un réchauffeur (R), des moyens (C) pour envoyer un gaz à liquéfier à l'échangeur de chaleur dans l'ossature et des moyens reliés à l'échangeur de chaleur pour sortir un gaz liquéfié de l'ossature.

2. Liquefacteur selon la revendication 1 comprenant au moins une partition divisant l'ossature en au moins deux parties (1,2,3,4,5), la partition ayant la forme d'une plaque rectangulaire disposée perpendiculairement à l'axe de l'ossature (O), la partition servant de support pour la turbine (M) si le refroidis-

seur (R) est à l'autre extrémité de l'ossature ou pour le refroidisseur si la turbine est à l'autre extrémité de l'ossature, la turbine et le refroidisseur étant séparés l'une de l'autre par la partition.

3. Liquéfacteur selon la revendication 1 ou 2 comprenant des pieds de fixation (P) reliés à l'autre extrémité de l'ossature (O) pour poser l'ossature sur une fondation.

4. Liquéfacteur selon l'une des revendications précédentes comprenant des moyens pour relier fluidiquement l'échangeur avec le compresseur pour amener un gaz refroidi dans l'échangeur vers le compresseur.

5. Liquéfacteur selon l'une des revendications précédentes comprenant des moyens pour relier fluidiquement l'échangeur avec la turbine pour amener un gaz détendu dans la turbine vers l'échangeur.

6. Liquéfacteur selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'ossature est divisée en au moins trois compartiments (1, 2, 3), chaque compartiment ayant une dimension qui est une partie de la longueur de l'ossature, l'au moins un échangeur de chaleur (E) étant dans un des au moins trois compartiments (1), la turbine (M) dans un autre des au moins trois compartiments (3) et l'au moins un refroidisseur (R) dans encore un autre (2) des au moins trois compartiments, les compartiments contenant la turbine et l'au moins un refroidisseur formant un parallélépipède plus large que celui que forme le compartiment contenant l'échangeur de chaleur.

7. Liquéfacteur selon la revendication 6 comprenant un quatrième compartiment (4), vide de tout échangeur de chaleur et turbine, contenant des conduites de connexion entre l'au moins un échangeur de chaleur (E) et un autre élément pouvant être l'au moins une turbine (M).

8. Liquéfacteur selon la revendication 7 dans laquelle la turbine (M) se trouve à une autre extrémité de l'ossature (O) et est reliée au quatrième compartiment (4) à travers un compartiment (5) disposé côte à côte avec le compartiment (2) contenant le refroidisseur (R).

9. Liquéfacteur selon l'une des revendications précédentes dans lequel l'ossature (O) a une longueur d'au moins 10 m, le refroidisseur (R) et la turbine (M) occupant une partie de la longueur de l'ossature égale à au moins 4 m.

13. Appareil de séparation d'air par distillation cryogénique comprenant un système de colonnes, un liquéfacteur selon une des revendications précéden-

tes 1 à 10 et des moyens (C) pour envoyer un gaz enrichi en azote au liquéfacteur depuis le système de colonnes comme gaz à liquéfier.

14. Appareil selon la revendication 13 comprenant des moyens pour envoyer un gaz liquéfié dans le liquéfacteur vers le système de colonnes.

10

15

20

25

30

35

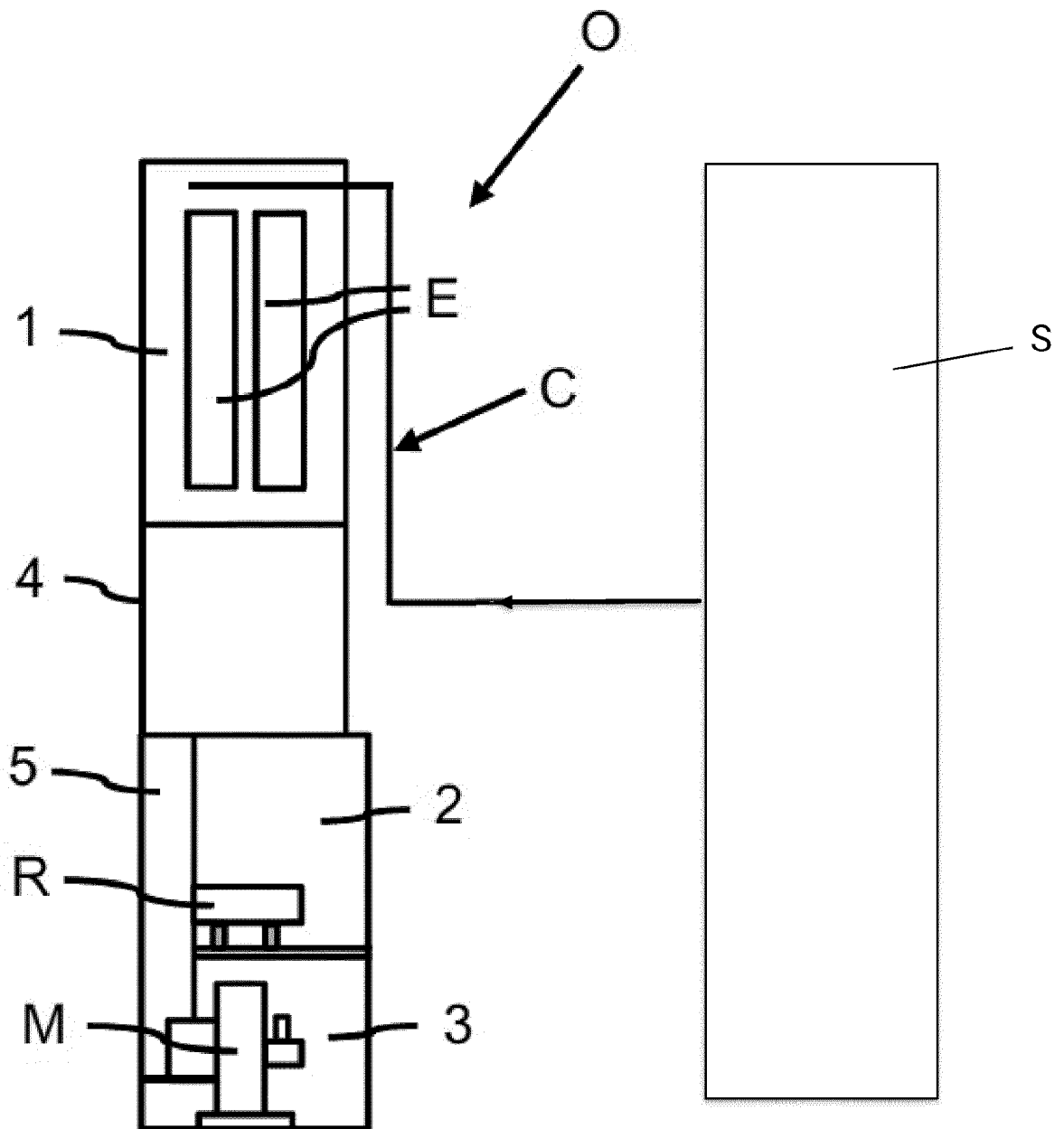
40

45

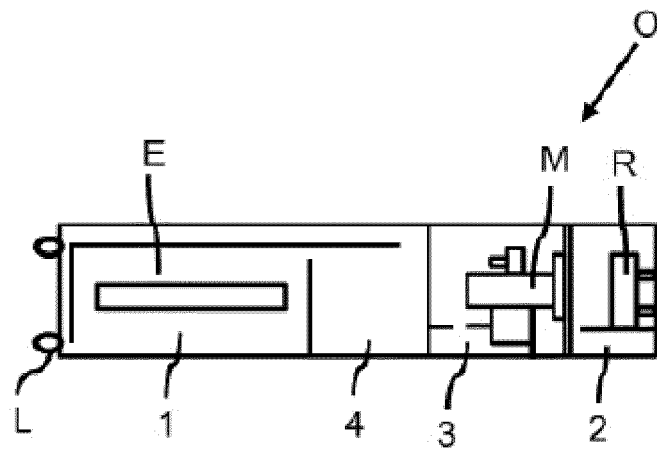
50

55

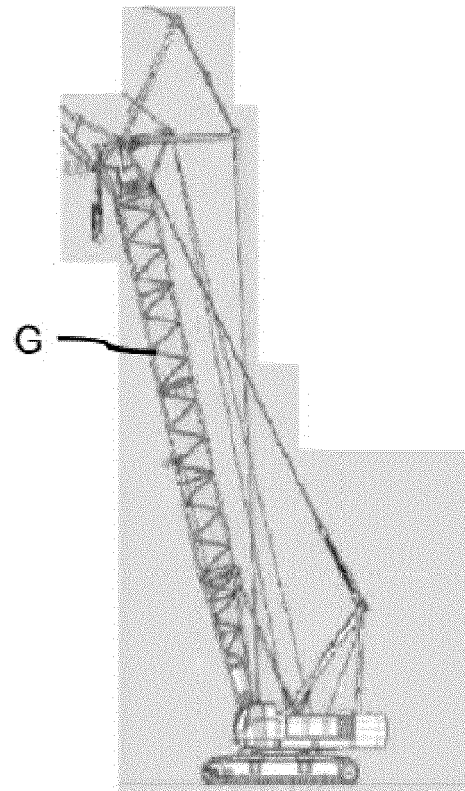
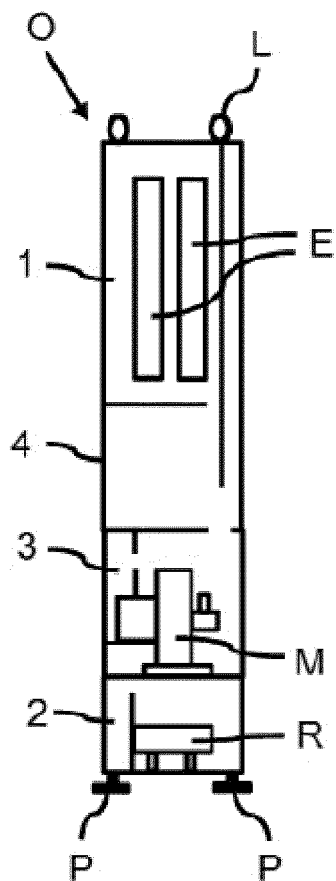
[FIG.1]



[FIG.2]



[FIG.3]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 16 0467

5

10

15

20

25

30

35

40

45

1

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)
A,D	TROCQUET B: "Marinized Liquefaction and Gas Conditioning for Floating LNG", GASTECH 2009. THE 24TH INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXHIBITION FOR THE LNG, LPG AND NATURAL GAS INDUSTRIES, 25-28 MAY 2009, ABU DHABI,, 25 mai 2009 (2009-05-25), page 32pp, XP009144464, * page 23 * & TROCQUET B ET AL: "The Latest in Floating LNG Technologies", INTERNET CITATION, 10 mars 2008 (2008-03-10), XP007904983, Extrait de l'Internet: URL:http://www.mustangeng.com/content/Downloadable/Gas%20Tech%202008%20FLNG%20Business%20Presentation.pdf [extrait le 2008-06-18] * page 14 *	1-11	INV. F25J1/00 F25J1/02 F25J3/04
A,D	FR 2 706 025 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 9 décembre 1994 (1994-12-09) * page 5, lignes 3-30; figure 2 * * page 6, ligne 29 - page 7, ligne 14; figure 3 *	1-11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F25J
A	HELMUT SPRINGMANN: "Die Verflüssigung von Sauerstoff, Stickstoff; und Argon", LINDE BERICHTE AUS TECHNIK & WISSENSCHAFT,, no. 43, 1 juin 1978 (1978-06-01), pages 23-30, XP001277364, * figure 6 *	1-11	
A	US 2022/333859 A1 (DURAND FABIEN [FR] ET AL) 20 octobre 2022 (2022-10-20) * alinéas [0031], [0038], [0042], [0044], [0048] - [0050]; figures * -/-	1-11	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 11 juillet 2024	Examineur Göritz, Dirk
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			



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 16 0467

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	FR 3 057 892 A1 (AIR LIQUIDE [FR]) 27 avril 2018 (2018-04-27) * page 4, lignes 10-30 * -----	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 11 juillet 2024	Examineur Göritz, Dirk
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 24 16 0467

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.

11 - 07 - 2024

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
15	FR 2706025 A1	09 - 12 - 1994	CA 2124898 A1	04 - 12 - 1994
			CN 1118277 A	13 - 03 - 1996
			CN 1261653 A	02 - 08 - 2000
			DE 69402914 T2	18 - 12 - 1997
			EP 0629829 A1	21 - 12 - 1994
			ES 2104301 T3	01 - 10 - 1997
			FR 2706025 A1	09 - 12 - 1994
			JP H06347164 A	20 - 12 - 1994
20			US 5461871 A	31 - 10 - 1995

25	US 2022333859 A1	20 - 10 - 2022	AU 2020325610 A1	24 - 02 - 2022
			CA 3146295 A1	11 - 02 - 2021
			CN 114364931 A	15 - 04 - 2022
			EP 4010645 A1	15 - 06 - 2022
			FR 3099819 A1	12 - 02 - 2021
			JP 2022543221 A	11 - 10 - 2022
			KR 20220042401 A	05 - 04 - 2022
			US 2022333859 A1	20 - 10 - 2022
30			WO 2021023459 A1	11 - 02 - 2021

35	FR 3057892 A1	27 - 04 - 2018	CN 107963346 A	27 - 04 - 2018
			FR 3057892 A1	27 - 04 - 2018
			US 2018112914 A1	26 - 04 - 2018

40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0460

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2706025 [0002]
- US 20220404094 A [0003]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **BRYAN TROCQUET.** Marinized Liquefaction and Gas Conditioning for Floating Lng. *GasTech*, 2009 [0004]
- **BRYAN TROCQUET.** The Latest in Floating LNG Technologies. *GasTech*, 2008 [0004]