

(19)



(11)

EP 3 907 453 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
10.11.2021 Bulletin 2021/45

(51) Int Cl.:
F25J 1/00 (2006.01) **F25J 1/02** (2006.01)
F25B 7/00 (2006.01) **F25B 25/00** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **20305455.6**

(22) Date de dépôt: **07.05.2020**

(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: **Cryocollect**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:

- **Sayah, Haytham**
91300 Massy (FR)
- **Khairallah, Philippe**
85260 L'Herbergement (FR)

(74) Mandataire: **Gauchet, Fabien Roland**
Brandon IP
64, rue Tiquetonne
75002 Paris (FR)

(54) **DISPOSITIF DE REFROIDISSEMENT POUR INSTALLATION DE LIQUÉFACTION DE GAZ**

(57) Le dispositif de refroidissement (1), destiné à une installation de liquéfaction de gaz, comporte un liquéfacteur de gaz (7) en gaz liquéfié dans une zone ATEX (6), le dispositif comprenant une série de circuits de refroidissement (2,3) indépendants en cascade dont au moins un circuit de refroidissement basse température (3) et un circuit de refroidissement haute température (2), chacun des circuits de refroidissement comportant un compresseur (21,31) et un condenseur associés

(22,32), le dispositif de refroidissement étant agencé de sorte à être situé en dehors de la zone ATEX, le circuit de refroidissement basse température étant agencé de sorte à être connecté fluidiquement au liquéfacteur, et le circuit de refroidissement haute température étant thermiquement connecté au circuit de refroidissement basse température via des moyens d'extraction de calories (32) de sorte à en extraire les calories lors d'un fonctionnement.

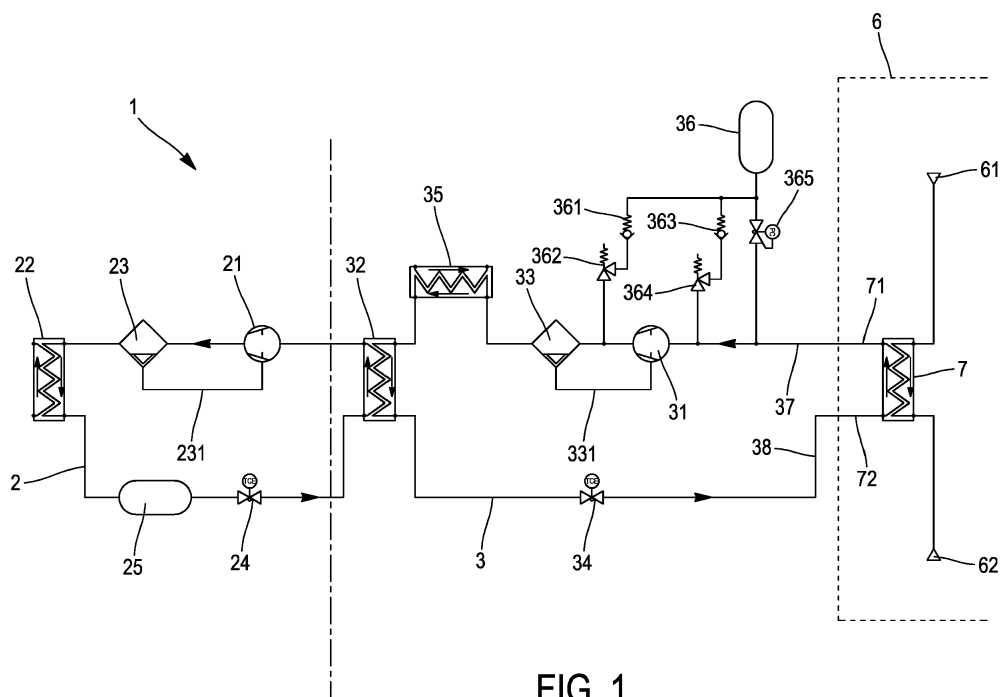


FIG. 1

EP 3 907 453 A1

Description

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

[0001] L'invention concerne un dispositif de refroidissement destiné à une installation de liquéfaction de gaz, comme du gaz naturel ou biométhane, du type comprenant un liquéfacteur de gaz en gaz liquéfié.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[0002] Les installations de liquéfaction de gaz, comme le gaz naturel ou le biométhane, permettent de liquéfier un gaz à une température de l'ordre de -160°C de sorte que le transport du gaz ainsi liquéfié s'effectue à une pression de l'ordre de 1,2 bar, soit légèrement supérieure à la pression atmosphérique. Actuellement, plusieurs technologies de dispositifs de refroidissement connectés à un tel liquéfacteur de l'installation existent, comme par exemple, le dispositif de refroidissement décrit dans le document US6016665.

[0003] Toutefois, ces dispositifs de refroidissement sont agencés de sorte à être implantés au sein de l'installation et au voisinage du liquéfacteur de celle-ci : cela implique que ces dispositifs de refroidissement soient conçus pour remplir les exigences drastiques imposées pour tout appareil fonctionnant en zones ATEX (ATmosphère EXplosive). Cela implique des coûts de fabrication et des coûts de maintenance très importants de l'installation finale. De plus, ces dispositifs de refroidissement mettent en œuvre des cycles complexes pour réaliser la liquéfaction et présentent des rendements énergétiques non optimisés de ce fait.

EXPOSE DE L'INVENTION

[0004] Un but de l'invention est de fournir un dispositif de refroidissement pour une installation de liquéfaction de gaz qui résolve en partie les problèmes techniques précédents, en particulier qui soit économique à fabriquer tout en étant facile à entretenir.

[0005] A cette fin, il est prévu, selon l'invention, un dispositif de refroidissement destiné à une installation de liquéfaction de gaz, comportant un liquéfacteur de gaz en gaz liquéfié dans une zone ATEX, le dispositif comprenant une série de circuits de refroidissement indépendants en cascade dont au moins un circuit de refroidissement basse température et un circuit de refroidissement haute température, chacun des circuits de refroidissement comportant un compresseur et un condenseur associés, le dispositif de refroidissement étant agencé de sorte à être situé en dehors de la zone ATEX, le circuit de refroidissement basse température étant agencé de sorte à être connecté fluidiquement au liquéfacteur, et le circuit de refroidissement haute température étant thermiquement connecté au circuit de refroidissement basse température via des moyens d'extraction de calories de sorte à en extraire les calories lors d'un fonc-

tionnement.

[0006] Avantageusement, mais facultativement, le dispositif de refroidissement selon l'invention présente au moins l'une des caractéristiques techniques suivantes :

- les moyens d'extraction de calories comportent un échangeur thermique formant condenseur du circuit de refroidissement basse température et évaporateur du circuit de refroidissement haute température ;
- les moyens d'extraction de calories comprennent un circuit de refroidissement moyenne température, comportant un compresseur et un condenseur associés, intercalé entre les circuits de refroidissement haute température et basse température ;
- les moyens d'extraction de calories comportent un échangeur thermique formant condenseur du circuit de refroidissement basse température et évaporateur du circuit de refroidissement moyenne température ;
- les moyens d'extraction de calories comportent un échangeur thermique formant condenseur du circuit de refroidissement moyenne température et évaporateur du circuit de refroidissement haute température ;
- le circuit de refroidissement moyenne température comporte un deuxième pré-refroidisseur en amont du condenseur associé ;
- le circuit de refroidissement moyenne température comporte un deuxième vase d'expansion fluidiquement connecté en aval du compresseur associé ;
- le deuxième vase d'expansion est fluidiquement connecté en amont du compresseur associé ;
- le circuit de refroidissement moyenne température comporte des deuxième moyens de séparation d'huile en aval du compresseur associé ;
- le circuit de refroidissement basse température comporte un premier pré-refroidisseur en amont du condenseur associé ;
- le circuit de refroidissement basse température comporte un premier vase d'expansion fluidiquement connecté en aval du compresseur associé ;
- le premier vase d'expansion est fluidiquement connecté en amont du compresseur associé ;
- le circuit de refroidissement basse température comporte des premiers moyens de séparation d'huile en aval du compresseur associé ; et,
- le circuit de refroidissement haute température comporte des troisième moyens de séparation d'huile en aval du compresseur associé.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

[0007] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit de trois modes de réalisation de l'invention. Aux dessins annexés :

- la figure 1 est un schéma d'un premier mode de réalisation d'un dispositif de refroidissement selon l'invention ;
- la figure 2 est un schéma d'un deuxième mode de réalisation d'un dispositif de refroidissement selon l'invention ; et,
- la figure 3 est un schéma d'un troisième mode de réalisation d'un dispositif de refroidissement selon l'invention.

[0008] Pour plus de clarté, les éléments identiques ou similaires sont repérés par des signes de référence identiques sur l'ensemble des figures.

DESCRIPTION DETAILLEE DES TROIS MODES DE REALISATION

[0009] En référence à la figure 1, nous allons décrire un premier mode de réalisation d'un dispositif de refroidissement 1 selon l'invention destiné à une installation de liquéfaction de gaz. L'installation de liquéfaction de gaz est illustrée dans la partie droite de la figure et est simplifiée sous la forme d'une zone ATEX 6 comprenant un liquéfacteur 7 à l'entrée duquel un gaz non liquéfié 61 est introduit et à la sortie duquel un gaz liquéfié 62 est extrait pour stockage. D'autre part, le liquéfacteur 7 comporte une sortie 71 et une entrée 72. Les sortie 71 et entrée 72 sont destinées à être fluidiquement connectées au dispositif de refroidissement 1 selon l'invention.

[0010] Comme illustré sur la figure 1, le dispositif de refroidissement 1 selon l'invention est situé en dehors de la zone ATEX 6 de l'installation de liquéfaction de gaz. Selon ce premier mode de réalisation, le dispositif de refroidissement 1 selon l'invention comporte une série de circuits de refroidissement indépendants positionnés en cascade comprenant ici un circuit de refroidissement haute température 2 et un circuit de refroidissement basse température 3. Le principe de base du dispositif de refroidissement 1 selon l'invention est que le circuit de refroidissement basse température 3 extrait les calories du liquéfacteur 7 en étant connecté fluidiquement aux sortie 71 et entrée 72 du liquéfacteur 7. De son côté, le circuit de refroidissement haute température 2 extrait les calories du circuit de refroidissement basse température 3. Ainsi, les deux circuits de refroidissement haute température 2 et basse température 3 sont indépendants et sont en parallèle l'un par rapport à l'autre, tout en étant en cascade.

[0011] De manière connue en soi, le circuit de refroidissement haute température 2 comporte dans le sens de circulation d'un premier fluide frigorigène illustré par les flèches sur la figure, un compresseur associé 21 en aval duquel un séparateur 23, formant ici des troisièmes moyens de séparation, est positionné de sorte à séparer les éventuelles gouttelettes d'huile issues du fonctionnement du compresseur 21 du premier fluide frigorigène. L'huile extraite par le séparateur 23 est renvoyée au compresseur 21 via la conduite 231. En aval du séparateur

23, le circuit de refroidissement haute température 2 comporte un condenseur 22, ici sous la forme d'un échangeur thermique, qui permet d'extraire les calories du circuit de refroidissement haute température 2 vers l'extérieur du dispositif de refroidissement 1 selon l'invention. En aval du condenseur 22, le circuit de refroidissement haute température 2 comporte un détendeur 24. D'autre part, le circuit de refroidissement haute température 2 comporte une bouteille 25 positionnée en aval du condenseur 22. La bouteille 25 forme un réservoir de régulation du premier fluide frigorigène.

[0012] De son côté, le circuit de refroidissement basse température 3 comporte, toujours dans le sens de circulation d'un deuxième fluide frigorigène, qui lui est associé, illustré par les flèches sur la figure, un compresseur associé 31 suivi d'un séparateur 33, formant ici des premiers moyens de séparation, qui permet de séparer l'huile éventuellement présente dans le deuxième fluide frigorigène issu du compresseur 31 et de renvoyer l'huile ainsi extraite au compresseur 31 via la conduite 331. En aval du séparateur 33, ici, le circuit de refroidissement basse température 3 comporte un premier pré-refroidisseur 35 permettant d'extraire une partie des calories du circuit de refroidissement basse température 3 vers l'extérieur. Le premier pré-refroidisseur 35 est par exemple un échangeur thermique. Ensuite en aval du premier pré-refroidisseur 35, le circuit de refroidissement basse température 3 comporte un condenseur 32 suivi d'un détendeur 34. Le condenseur 32 est ici un échangeur thermique dont la deuxième partie forme un évaporateur pour le circuit de refroidissement haute température 2 dans lequel il est intégré en aval du détendeur 24 et en amont du compresseur 21 du circuit de refroidissement haute température 2. Ainsi, le condenseur/évaporateur 32 forme, ici dans ce mode de réalisation du dispositif de refroidissement 1 selon l'invention, des moyens d'extraction de calories connectant thermiquement le circuit de refroidissement basse température 3 au circuit de refroidissement haute température 2.

[0013] Le circuit de refroidissement basse température 3 comporte en aval du détendeur 34 une conduite de sortie 38 qui est connectée fluidiquement à l'entrée 72 du liquéfacteur 7 et ce à travers une paroi qui délimite la zone ATEX 6. De même, le circuit de refroidissement basse température 3 comprend une conduite d'entrée 37 en amont du compresseur 31 qui est connectée fluidiquement à la sortie 71 du liquéfacteur 7 de la même manière, c'est-à-dire à travers la paroi qui délimite la zone ATEX 6.

[0014] D'autre part, le circuit de refroidissement basse température 3 comporte un premier vase d'expansion 36 qui est connecté fluidiquement en aval du compresseur 31, en particulier entre le compresseur 31 et le séparateur 33. La partie de la conduite reliant la sortie du compresseur 31 au premier vase d'expansion 36 comporte une soupape de décharge 362 ainsi qu'un clapet anti-retour 361. Parallèlement, le premier vase d'expansion 36 est, ici, aussi connecté fluidiquement en amont du compres-

seur 31, la partie de la conduite reliant le premier vase d'expansion 36 à l'entrée du compresseur 31 comporte une soupape de décharge 364 ainsi qu'un clapet anti-retour 363. Enfin, le premier vase d'expansion 36 est lui-même indépendamment connecté fluidiquement à une vanne d'injection 365 puis en amont du compresseur 31. Le rôle du premier vase d'expansion 36 est d'éviter les surpressions dues à l'évaporation du deuxième fluide frigorigène circulant au sein du circuit de refroidissement basse température 3 et de protéger ainsi le fonctionnement dudit circuit de refroidissement basse température 3. En outre, le premier vase d'expansion 36 permet de réduire la quantité de fluide frigorigène au sein du circuit de refroidissement associé (ici, le circuit de refroidissement basse température 3). De plus, le premier vase d'expansion 36 permet de réguler la quantité de fluide frigorigène au sein du circuit de refroidissement associé : en effet, quand la pression augmente à la sortie du compresseur 31, l'excès de fluide frigorigène est envoyé dans le premier vase d'expansion 36 à travers la soupape de décharge 362 et, inversement, en cas de baisse de la pression au sein du circuit de refroidissement, une injection de fluide frigorigène est réalisée depuis le premier vase d'expansion 36 à travers la vanne d'injection 365.

[0015] La présence du premier pré-refroidisseur 35 en amont du condenseur 32 permet d'augmenter considérablement le rendement du circuit de refroidissement basse température 3.

[0016] La présence de moyens de séparation sous la forme du séparateur 33 est obligatoire dans le circuit de refroidissement basse température 3 du fait que l'huile habituellement utilisée dans les compresseurs, comme le compresseur 31, présente une température de figeage de l'ordre de -57°C. De ce fait, durant le fonctionnement normal du circuit de refroidissement basse température 3, de très petites quantités d'huile, de l'ordre de quelques ppm, quittent le compresseur 31 et se mélangent au deuxième fluide frigorigène circulant dans le circuit de refroidissement basse température 3. Ces gouttelettes d'huile, une fois dans le condenseur 32, se figent sur les plaques ou parois de l'échangeur. Le cumul d'huile figée entraîne alors l'obstruction du condenseur 32 dégradant par conséquent le fonctionnement du circuit de refroidissement basse température 3. La présence des moyens de séparation 33 permet de résoudre cette problématique.

[0017] Maintenant, en référence à la figure 2, nous allons décrire un deuxième mode de réalisation, qui est le mode préféré de réalisation de l'invention, d'un dispositif de refroidissement 10 selon l'invention. Nous allons simplement décrire les différences entre le dispositif de refroidissement 10 selon le deuxième mode de réalisation de l'invention avec le dispositif de refroidissement 1 du premier mode de réalisation précédemment décrit.

[0018] Le dispositif de refroidissement 10 selon l'invention se différencie du mode de réalisation précédent du dispositif de refroidissement 1 selon l'invention, par le fait qu'un troisième circuit de refroidissement est inter-

calé entre le circuit de refroidissement haute température 2 et le circuit de refroidissement basse température 3. Ce troisième circuit de refroidissement est ici appelé circuit de refroidissement moyenne température 4. Le circuit de refroidissement moyenne température 4 présente une structure similaire au circuit de refroidissement basse température 3 décrit ci-dessus. En effet, il comprend, dans le sens de circulation d'un troisième fluide frigorigène qui lui est associé illustré par les flèches sur la figure, un compresseur associé 41 qui est suivi en aval d'un séparateur 43, formant des deuxièmes moyens de séparation, permettant de séparer l'huile éventuellement présente dans le troisième fluide frigorigène issu du compresseur 41 et de renvoyer l'huile ainsi extraite au compresseur 41 via la conduite 431. En aval du séparateur 43, le circuit de refroidissement moyenne température 4 comporte un deuxième pré-refroidisseur 45 similaire dans son fonctionnement au premier pré-refroidisseur 35 du circuit de refroidissement basse température 3. Ensuite, en aval du deuxième pré-refroidisseur 45, le circuit de refroidissement moyenne température 4 comporte un condenseur 42, suivi d'un détendeur 44. Dans ce mode de réalisation, le condenseur 42 est ici un échangeur thermique, associé avec un évaporateur qui fait alors partie du circuit de refroidissement haute température 2 situé entre le détendeur 24 et le compresseur 21 dans le sens de circulation du fluide frigorigène. De même, comme précédemment, le condenseur 32 du circuit de refroidissement basse température 3 est un échangeur thermique comportant un évaporateur pour le circuit de refroidissement moyenne température 4 et est positionné dans ce fait, dans le sens de circulation du fluide frigorigène, entre le détendeur 44 et l'entrée du compresseur 41.

[0019] De manière similaire, le circuit de refroidissement moyenne température 4 comporte un deuxième vase d'expansion 46 qui est connecté fluidiquement de part et d'autre du compresseur 41, de la même manière que le premier vase d'expansion 36. La conduite connectant fluidiquement le deuxième vase d'expansion 46 à la sortie du compresseur 41 comporte une soupape de décharge 462 et un clapet anti-retour 461. De même, la conduite connectant fluidiquement le deuxième vase d'expansion 46 à l'entrée du compresseur 41 comporte de manière similaire une soupape de décharge sécurité 464 et un clapet anti-retour 463. Comme précédemment, une vanne d'injection 465 est connectée fluidiquement au deuxième vase d'expansion 46 et en amont du compresseur 41. Le rôle du deuxième vase d'expansion 46 est similaire au rôle du premier vase d'expansion 36 précédemment décrit. Dans ce mode de réalisation, le circuit de refroidissement moyenne température 4 forme les moyens d'extraction de calories connectant thermiquement le circuit de refroidissement haute température 2 au circuit de refroidissement basse température 3. Les moyens de séparation 43 sont similaires aux moyens de séparation 33 précédemment décrits.

[0020] En référence maintenant à la figure 3, nous al-

lons brièvement décrire un troisième mode de réalisation d'un dispositif de refroidissement 100 selon l'invention. Dans ce troisième mode de réalisation, le dispositif de refroidissement 100 selon l'invention se différencie du dispositif de refroidissement 10 précédemment décrit par l'insertion d'un quatrième circuit de refroidissement 5 entre le circuit de refroidissement moyenne température 4 et le circuit de refroidissement basse température 3. Ce quatrième circuit de refroidissement 5 est similaire au circuit de refroidissement basse température 3 ainsi qu'au circuit de refroidissement moyenne température 4 précédemment décrits. En effet, il comprend, dans le sens de circulation d'un quatrième fluide frigorigène qui lui est propre illustré par les flèches sur la figure, un compresseur associé 51 qui est suivi en aval d'un séparateur 53 formant moyens de séparation permettant de séparer l'huile éventuellement présente dans le quatrième fluide frigorigène issu du compresseur 51 et de renvoyer l'huile ainsi extraite au compresseur 51 via la conduite 531. En aval du séparateur 53, le quatrième circuit de refroidissement 5 comporte un troisième pré-refroidisseur 55 similaire dans son fonctionnement aux premier 35 et deuxième 45 pré-refroidisseurs, des circuits de refroidissement basse température 3 et moyenne température 4. Ensuite, en aval du troisième pré-refroidisseur 55, le quatrième circuit de refroidissement 5 comporte un condenseur 52 suivi d'un détendeur 54. Dans ce mode de réalisation, le condenseur 52 est ici un échangeur thermique comprenant un évaporateur qui fait alors partie du circuit de refroidissement moyenne température 4 situé entre le détendeur 44 et le compresseur 41 dans le sens de circulation du fluide frigorigène. De même, comme précédemment, le condenseur 32 du circuit de refroidissement basse température 3 est un échangeur thermique comprenant un évaporateur pour le quatrième circuit de refroidissement 5 et est positionné dans ce fait, dans le sens de circulation du fluide frigorigène, entre le détendeur 54 et l'entrée du compresseur 51.

[0021] De manière similaire, le quatrième circuit de refroidissement 5 comporte un troisième vase d'expansion 56 qui est connecté fluidiquement de part et d'autre du compresseur 51 de la même manière que les premier 36 et deuxième 46 vases d'expansion. La conduite connectant fluidiquement le troisième vase d'expansion 56 à la sortie du compresseur 51 comporte une soupape de décharge 562 et un clapet anti-retour 561. De même, la conduite connectant fluidiquement le troisième vase d'expansion 56 à l'entrée du compresseur 51 comporte de manière similaire une soupape de décharge 564 et un clapet anti-retour 563. De manière similaire que précédemment, une vanne d'injection 565 est connectée fluidiquement au troisième vase d'expansion 56 et en amont du compresseur 51. Le rôle du troisième vase d'expansion 56 est similaire au rôle des premier 36 et deuxième 46 vases d'expansion précédemment décrits. Dans ce mode de réalisation, le quatrième circuit de refroidissement 5 forme les moyens d'extraction de calories connectant thermiquement le circuit de refroidisse-

ment moyenne température 4 au circuit de refroidissement basse température 3. Les moyens de séparation 53 sont similaires aux moyens de séparation 33,43 précédemment décrits.

[0022] Il est possible ainsi sans sortir du cadre de l'invention d'« empiler » les circuits de refroidissement (qui peuvent être en variante au nombre de plus de quatre) de manière parallèle et en cascade comme cela a été décrit. Cela permet d'ajuster au mieux le dispositif de refroidissement selon l'invention en fonction du gaz à liquéfier ou de l'installation de liquéfaction de gaz à équiper ainsi d'un tel dispositif de refroidissement selon l'invention. L'utilisation d'un tel dispositif de refroidissement 1,10,100 selon l'invention permet de le séparer complètement du liquéfacteur 7 et ainsi de ne pas imposer les exigences drastiques et les normes ATEX à l'ensemble des circuits de refroidissement du dispositif de refroidissement selon l'invention. Au surplus, cela permet de positionner le dispositif de refroidissement 1,10,100 selon l'invention dans un endroit de l'installation qui est facile d'accès et qui simplifie de ce fait la maintenance dudit dispositif de refroidissement. D'autre part, du fait que le dispositif de refroidissement selon l'invention ne soit pas soumis aux normes ATEX, cela permet d'utiliser des composants de séries disponibles sur le marché, ce qui réduit énormément le coût de fabrication du dispositif de refroidissement selon l'invention.

[0023] D'autre part, il a été constaté lors d'essais, que le dispositif de refroidissement 10 selon l'invention permet d'obtenir des rendements énergétiques élevés avec un COP de l'ordre de 0.7. Ceci permet une réduction considérable de la consommation électrique et énergétique généralement du fait que le dispositif de refroidissement selon l'invention doit fonctionner 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. D'autre part, la simplicité de la cascade formée par les différents circuits de refroidissement du dispositif de refroidissement selon l'invention permet un contrôle simple de celui-ci et cela facilite également le démarrage et le changement de débit de production ainsi que la configuration du dispositif de refroidissement selon l'invention pour l'adapter à la production de gaz liquéfiés réalisée par l'installation de liquéfaction ainsi équipée.

[0024] Bien entendu, il est possible d'apporter à l'invention de nombreuses modifications sans pour autant sortir du cadre de celle-ci.

Revendications

1. Dispositif de refroidissement (1;10;100) destiné à une installation de liquéfaction de gaz, comportant un liquéfacteur de gaz (7) en gaz liquéfié dans une zone ATEX (6), le dispositif comprenant une série de circuits de refroidissement (2,3,4,5) indépendants en cascade dont au moins un circuit de refroidissement basse température (3) et un circuit de refroidissement haute température (2), chacun des cir-

- cuits de refroidissement comportant un compresseur (21,31) et un condenseur associés (22,32), **caractérisé en ce que** le dispositif de refroidissement est agencé de sorte à être situé en dehors de la zone ATEX, le circuit de refroidissement basse température est agencé de sorte à être connecté fluidiquement au liquéfacteur, et le circuit de refroidissement haute température est thermiquement connecté au circuit de refroidissement basse température via des moyens d'extraction de calories (32 ;4;5) de sorte à en extraire les calories lors d'un fonctionnement.
2. Dispositif de refroidissement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens d'extraction de calories comportent un échangeur thermique (32) formant condenseur du circuit de refroidissement basse température et évaporateur du circuit de refroidissement haute température.
 3. Dispositif de refroidissement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens d'extraction de calories comprennent un circuit de refroidissement moyenne température (4;5), comportant un compresseur (41;51) et un condenseur (42;52) associés, intercalé entre les circuits de refroidissement haute température et basse température.
 4. Dispositif de refroidissement selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les moyens d'extraction de calories comportent un échangeur thermique (32) formant condenseur du circuit de refroidissement basse température et évaporateur du circuit de refroidissement moyenne température.
 5. Dispositif de refroidissement selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** les moyens d'extraction de calories comportent un échangeur thermique (42) formant condenseur du circuit de refroidissement moyenne température et évaporateur du circuit de refroidissement haute température.
 6. Dispositif de refroidissement selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** le circuit de refroidissement moyenne température comporte un deuxième pré-refroidisseur (45;55) en amont du condenseur associé.
 7. Dispositif de refroidissement selon l'une des revendications 3 à 6, **caractérisé en ce que** le circuit de refroidissement moyenne température comporte un deuxième vase d'expansion (46;56) fluidiquement connecté en aval du compresseur associé.
 8. Dispositif de refroidissement selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le deuxième vase d'expansion est fluidiquement connecté en amont du compresseur associé.
 9. Dispositif de refroidissement selon l'une des revendications 3 à 8, **caractérisé en ce que** le circuit de refroidissement moyenne température comporte des deuxième moyens de séparation d'huile (43;53) en aval du compresseur associé.
 10. Dispositif de refroidissement selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le circuit de refroidissement basse température comporte un premier pré-refroidisseur (35) en amont du condenseur associé.
 11. Dispositif de refroidissement selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le circuit de refroidissement basse température comporte un premier vase d'expansion (36) fluidiquement connecté en aval du compresseur associé.
 12. Dispositif de refroidissement selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le premier vase d'expansion est fluidiquement connecté en amont du compresseur associé.
 13. Dispositif de refroidissement selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** le circuit de refroidissement basse température comporte des premiers moyens de séparation (33) d'huile en aval du compresseur associé.
 14. Dispositif de refroidissement selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** le circuit de refroidissement haute température comporte des troisième moyens de séparation d'huile (23) en aval du compresseur associé.

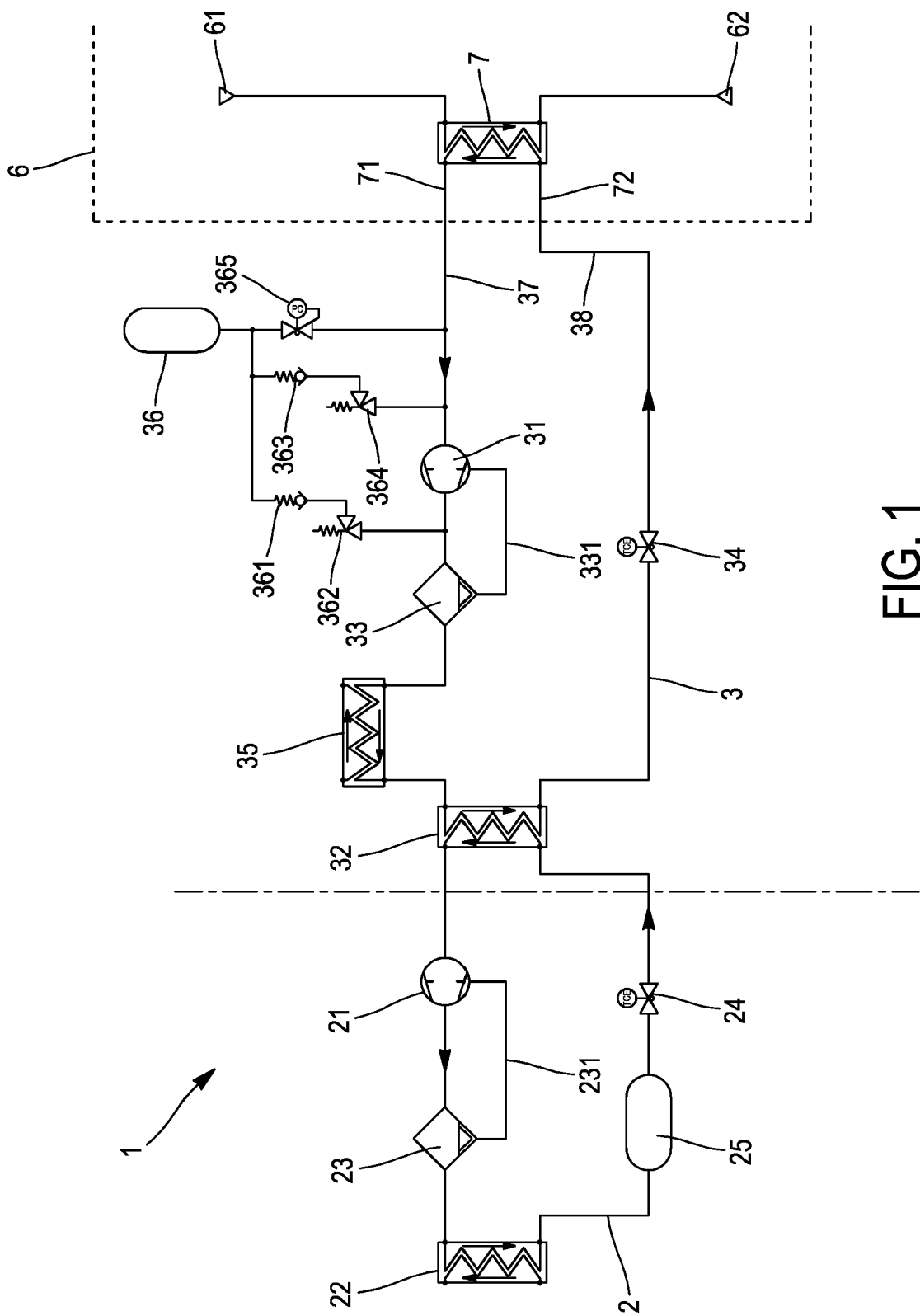


FIG. 1

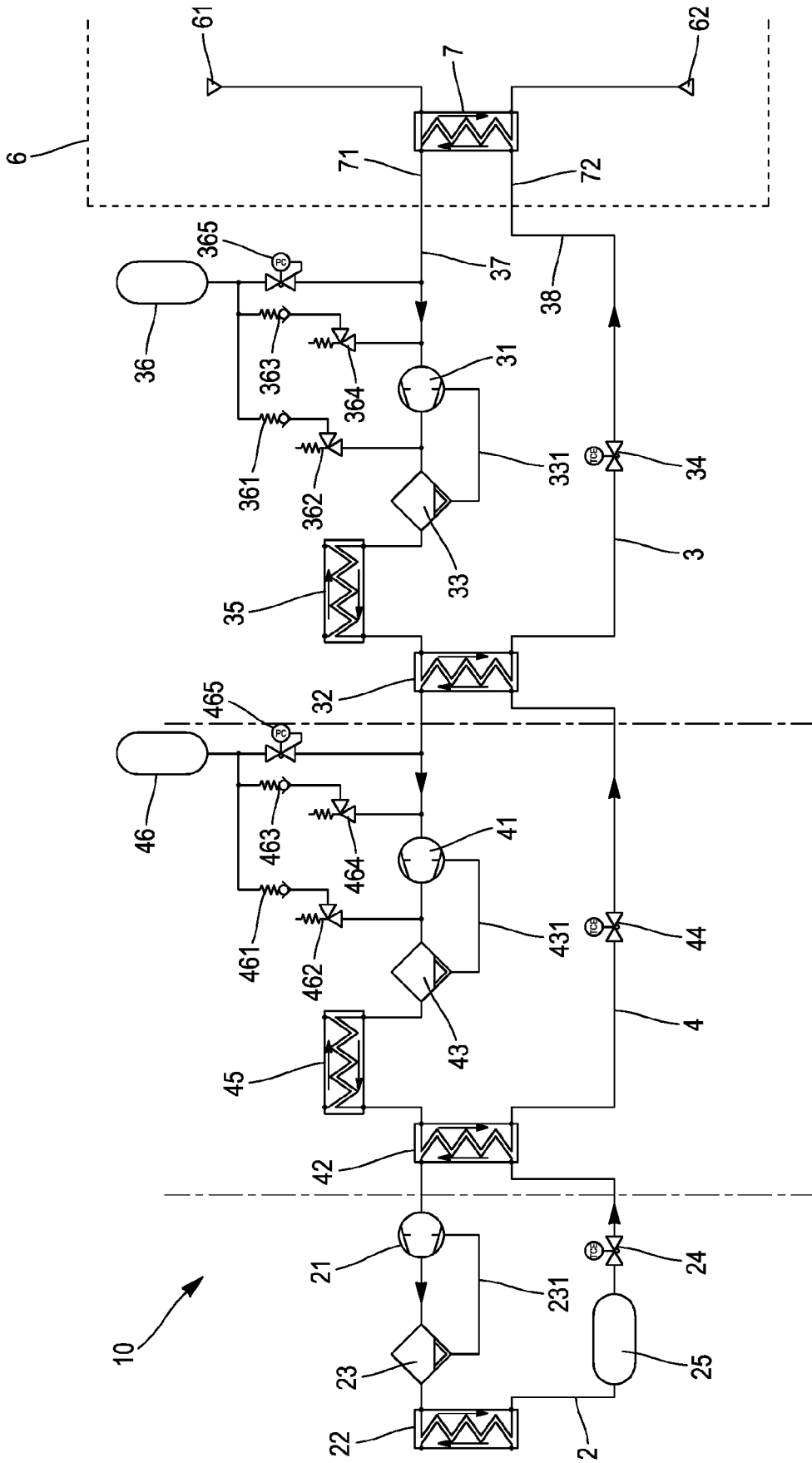
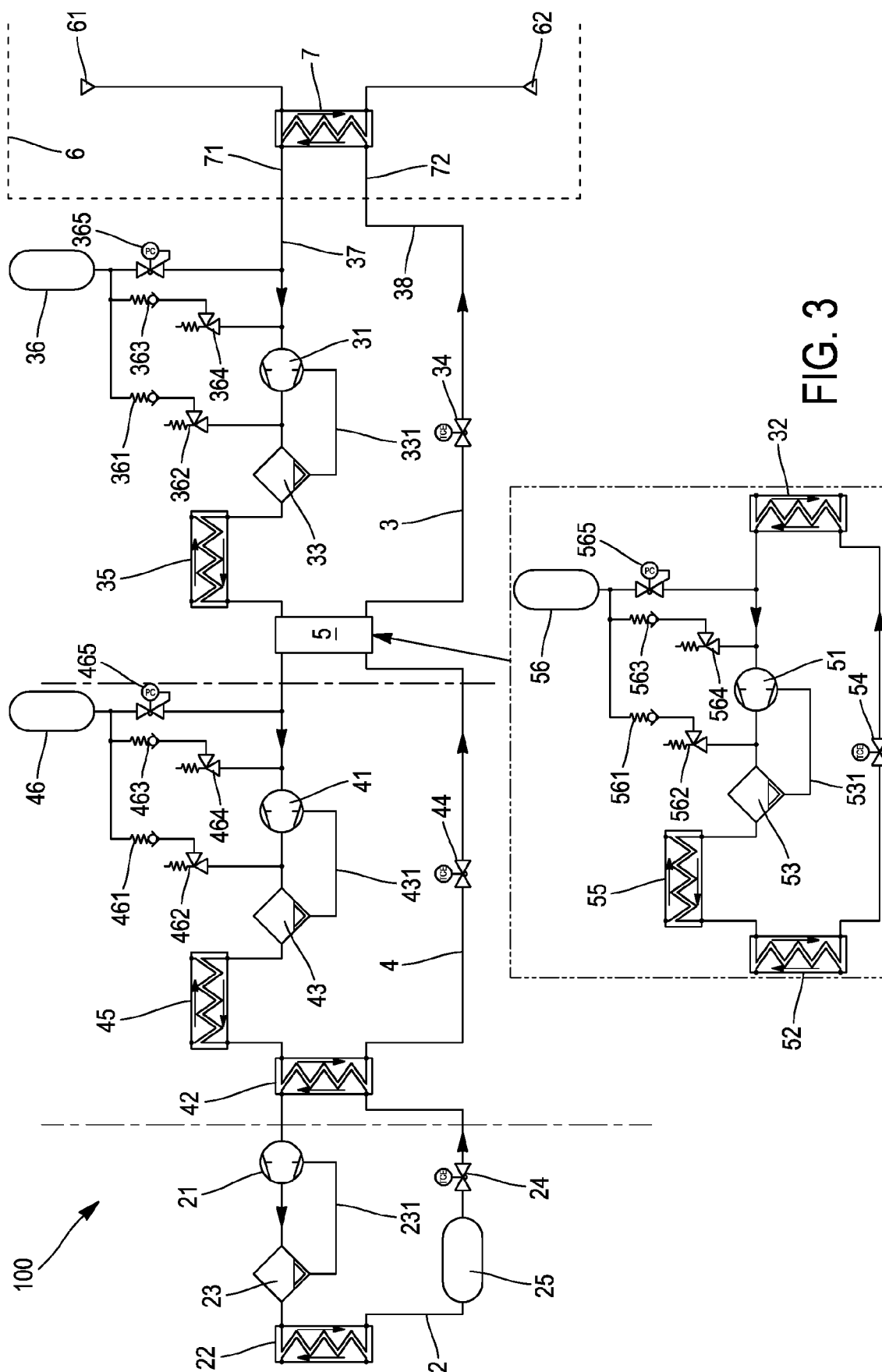


FIG. 2





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 30 5455

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	CN 106 196 883 A (ZHONGKE SAIDE TECH CO LTD) 7 décembre 2016 (2016-12-07)	1,2	INV. F25J1/00 F25J1/02 F25B7/00 F25B25/00
Y	* figure 3 *	3-14	
Y	US 6 530 241 B2 (CRYOSTAR FRANCE SA [FR]) 11 mars 2003 (2003-03-11) * colonne 3, lignes 34-36; figure 1 * * colonne 4, lignes 33-34 *	1-14	
Y	KR 2009 0015458 A (SHINYOUNG HEAVY IND CO LTD [KR]) 12 février 2009 (2009-02-12) * figure 1 *	1-14	
Y	US 6 494 054 B1 (WONG KENNETH KAI [US] ET AL) 17 décembre 2002 (2002-12-17) * colonne 5, lignes 1-2; figures 1,2 *	1-14	
Y	HOWARD J L ET AL: "A Barge-Mounted Gas Liquefaction and Storage Plant", CHEMICAL ENGINEERING PROGRESS, AMERICAN INSTITUTE OF CHEMICAL ENGINEERS, NEW YORK, NY, US, vol. 75, no. 10, 1 octobre 1979 (1979-10-01), page 76, XP001254003, ISSN: 0360-7275 * page 5, colonne 2, alinéa 6; figure 5 *	1-14	
			F25J F25B
Y	US 2 500 118 A (COOPER HOWELL C) 7 mars 1950 (1950-03-07) * figure 1 *	3-6,10	
Y	CN 106 016 967 A (TECHNICAL INST PHYSICS & CHEMISTRY CAS) 12 octobre 2016 (2016-10-12) * figures 6-10 *	6-14	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		21 septembre 2020	Göritz, Dirk
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 30 5455

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	EP 1 132 698 A1 (CRYOSTAR FRANCE SA [FR]) 12 septembre 2001 (2001-09-12) * alinéa [0027]; figure 1 * -----	1	
			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 21 septembre 2020	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 20 30 5455

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.
21-09-2020

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
CN 106196883 A	07-12-2016	AUCUN	
US 6530241 B2	11-03-2003	AT 340346 T CN 1320540 A DE 60123143 T2 EP 1120615 A2 ES 2269310 T3 JP 2001248977 A KR 20010089142 A US 2001018833 A1	15-10-2006 07-11-2001 06-09-2007 01-08-2001 01-04-2007 14-09-2001 29-09-2001 06-09-2001
KR 20090015458 A	12-02-2009	AUCUN	
US 6494054 B1	17-12-2002	AUCUN	
US 2500118 A	07-03-1950	AUCUN	
CN 106016967 A	12-10-2016	AUCUN	
EP 1132698 A1	12-09-2001	AT 330194 T CN 1335475 A EP 1132698 A1 ES 2261345 T3 JP 4782296 B2 JP 2001304497 A KR 20010088406 A US 2001042377 A1	15-07-2006 13-02-2002 12-09-2001 16-11-2006 28-09-2011 31-10-2001 26-09-2001 22-11-2001

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

- US 6016665 A [0002]