

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①1 N° de publication : **3 089 596**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **18 72652**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **F 17 C 13/08 (2019.01), F 17 C 3/10**

⑫

## BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 Dispositif de support et conteneur de stockage de gaz liquéfié.

②2 Date de dépôt : 11.12.18.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 12.06.20 Bulletin 20/24.

④5 Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 19.03.21 Bulletin 21/11.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ  
ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION  
DES PROCEDES GEORGES CLAUDE SOCIÉTÉ  
ANONYME — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : FOURNEL Jean-Luc.

⑦3 Titulaire(s) : *L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME  
POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES  
PROCEDES GEORGES CLAUDE SOCIÉTÉ  
ANONYME.*

⑦4 Mandataire(s) : *L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ  
ANONYME.*

FR 3 089 596 - B1



## Description

### **Titre de l'invention : Dispositif de support et conteneur de stockage de gaz liquéfié**

- [0001] L'invention concerne les dispositifs de support et conteneurs de stockage de fluides cryogéniques.
- [0002] L'invention concerne plus particulièrement un dispositif de support d'un premier équipement cryogénique dans un second équipement, le premier équipement étant destiné à être maintenu à une température cryogénique tandis que le second équipement est destiné à être maintenu à une température supérieure à la température du premier équipement, le dispositif de support comprenant une liaison fixe et rigide s'étendant selon une direction longitudinale entre d'une part, une extrémité du second équipement et, d'autre part, une extrémité adjacente du premier équipement, la liaison fixe et rigide comprenant un ensemble de parois formant des aller-retours selon la direction longitudinale pour constituer un chemin thermique d'isolation entre d'une part, le second équipement et, d'autre part, le premier équipement.
- [0003] Les supports internes fixes de matériels cryogéniques sont communément appelés « cols fixes » dans le domaine des récipients cryogéniques fixes ou mobiles ou « points fixes » ou « barrières à vide » dans le domaine des cryostats (boîte à vannes, boîtes froides, lignes sous vide de transfert,...).
- [0004] L'invention s'applique en particulier aux conteneurs de stockage (et le cas échéant de transport) de fluides cryogéniques tels que de l'hélium. Cependant, l'invention s'applique également aux autres matériels et notamment ceux listés précédemment.
- [0005] Ces supports internes fixes bloquent en déplacement un élément froid (réservoir ou tuyauterie ou tout autre équipement) par rapport à un élément structurel externe plus chaud. Ces supports reprennent les efforts soumis à ces équipements internes (poids propre, effet de fond dû à la pression, accélération de transport, de manutention et/ou de séisme...). La conception de ces supports internes fixes est un compromis entre une grande résistance mécanique et des pertes thermiques minimum.
- [0006] Par exemple, les réservoirs cryogéniques à double enveloppes comportent un col fixe qui permet de supporter, dans le réservoir externe, le réservoir interne de stockage (et un éventuel écran thermique tel qu'une garde d'azote). Le col fixe reprend également les efforts dynamiques. Il bloque les déplacements axiaux du réservoir interne (et de la garde azote le cas échéant).
- [0007] Le support fixe (col fixe) doit être dimensionné pour reprendre par exemple une accélération de 2g axiale en mode transport et de 4g verticale lors des manutentions. Pour les conteneurs agréés pour le transport ferroviaire, le support fixe doit également être

dimensionné pour supporter une accélération de 4.5g axiale lors de tamponnage des wagons. Dans ce cas de charge, le support fixe est soumis à un effort de 74 tonnes.

- [0008] Le support fixe est classiquement conçu comme les barrières à vide avec des viroles (tubes) concentriques de faible épaisseur permettant d'obtenir un long chemin thermique entre les deux éléments à des températures différentes.
- [0009] Généralement, les pertes thermiques acceptables par le support fixe sont de l'ordre de 10W dans le cas d'un écran thermique formé par une garde d'azote et 0,5 W pour le réservoir interne contenant de l'hélium.
- [0010] Pour des conditions extrêmes de très fortes charges et de pertes thermiques faibles, la conception couramment utilisée comprend une des viroles du chemin thermique en composite époxy/verre. Cette paroi en matériau composite époxy/verre a de bonnes caractéristiques mécaniques, une faible conductivité et un bon comportement à froid.
- [0011] Dans les architectures connues, le réservoir interne et l'éventuel écran thermique sont supportés par des tirants radiaux relié au réservoir externe. La liaison fixe n'assurant dans cette configuration que la reprise des efforts axiaux.
- [0012] La virole époxy/verre est solidarisée aux pièces adjacentes par collage. Ce collage est cependant difficile à maîtriser en production.
- [0013] De plus, cette paroi composite a une ductilité ou possibilité d'allongement faible ou nulle (la limite élastique est très proche de la rupture). Ainsi, en cas de choc ou de surcharge accidentelle, la virole composite ne peut pas absorber cette surcharge par déformation plastique. Ce manque d'adaptabilité conduit à la rupture de la virole et nuit à la fiabilité de l'équipement.
- [0014] De plus, cette structure ne peut pas reprendre d'importants moments de flexion (limitation de la contrainte de peau) ce qui rend nécessaire un système de supportage supplémentaire (tirants par exemple dans le cas des conteneurs).
- [0015] Un but de la présente invention est de pallier tout ou partie des inconvénients de l'art antérieur relevés ci-dessus.
- [0016] A cette fin, le dispositif selon l'invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule ci-dessus, est essentiellement caractérisé en ce que l'ensemble de parois formant des aller-retours selon la direction longitudinale de la liaison fixe et rigide comprend au moins une paroi constituée de titane.
- [0017] Par ailleurs, des modes de réalisation de l'invention peuvent comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :
- [0018] • la au moins une paroi constituée de titane a une épaisseur comprise entre 1mm et 5 mm et notamment égale à 3mm,
- la au moins une paroi constituée de titane est une paroi tubulaire,
- l'ensemble de parois formant des aller-retours selon la direction longitudinale comprend au moins une paroi en acier inoxydable et notamment deux parois

en acier inoxydable disposées en série et formant respectivement un aller-retour selon la direction longitudinale,

- la au moins une paroi constituée de titane est constituée de l'un au moins des matériaux parmi : TA6V ELI, Ti-5Al-2.5Sn ELI, Ti 6Al 2Zr 4Zr 2Mo et TA6V,

[0019] L'invention concerne également un conteneur de stockage de gaz liquéfié, notamment de fluide cryogénique tel que de l'hélium, comprenant un premier réservoir interne s'étendant selon une direction longitudinale et destiné à stocker le gaz liquéfié, un second réservoir externe disposé autour du premier réservoir avec un espacement isolé sous vide entre le premier et le second réservoir, le conteneur comprenant un dispositif de support du premier réservoir dans le second réservoir, ledit dispositif de support étant conforme à l'une quelconque des caractéristiques ci-dessus ou ci-dessous.

[0020] Selon d'autres particularités possibles :

- [0021]
- le dispositif de maintien du premier réservoir dans le second réservoir comprend deux parois en acier inoxydable disposés en série dans le chemin thermique entre les deux réservoirs et formant respectivement un aller-retour selon la direction longitudinale, les deux parois en acier inoxydable étant disposées en série entre le second réservoir et un élément intermédiaire du conteneur, le dispositif de maintien du premier réservoir dans le second réservoir comprenant en outre au moins une paroi en titane disposée en série, entre l'élément intermédiaire du conteneur et le premier réservoir ou un élément structurel solidaire du premier réservoir,
  - les deux extrémités longitudinales de la au moins une paroi en titane sont fixées respectivement à l'élément intermédiaire du conteneur et à un élément structurel solidaire du premier réservoir,
  - une extrémité longitudinale de la au moins une paroi en titane est fixée à l'élément structurel solidaire du premier réservoir, ledit élément structurel étant un col tubulaire solidaire du premier réservoir,
  - l'élément intermédiaire du conteneur comprend un écran thermique disposé entre le premier et le second réservoir,
  - l'écran thermique est refroidi par un fluide cryogénique, notamment en contenant une réserve de fluide cryogénique,
  - le conteneur comprend (ou non) un ensemble de tirants ayant une première extrémité reliée au second réservoir et une seconde extrémité reliée rigidement au premier réservoir et/ou à l'élément intermédiaire.

[0022] L'invention peut concerner également tout dispositif ou procédé alternatif comprenant toute combinaison des caractéristiques ci-dessus ou ci-dessous dans le

cadre des revendications.

- [0023] D'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description ci-après, faite en référence aux figures dans lesquelles
- [0024] [fig.1] représente une vue en coupe, schématique et partielle, illustrant un exemple de structure de dispositif support dans le cas d'un conteneur,
- [0025] [fig.2] représente une vue similaire à celle de la [Fig. 1] en version simplifiée,
- [0026] [fig.3] représente une vue en coupe longitudinale, schématique et partielle, illustrant un exemple de conteneur ou réservoir pouvant comporter un tel dispositif de support.
- [0027] Un exemple de dispositif de support va à présent être décrit dans l'application d'un conteneur ou réservoir cryogénique. Comme mentionné ci-dessus, cet exemple n'est nullement limitatif. Tout ou partie de la structure du support décrite peut être utilisée dans autres applications pour le support d'un premier équipement dans ou sur un second équipement.
- [0028] Le conteneur de stockage de gaz liquéfié illustré à la [fig.3] est configuré pour stocker un fluide cryogénique tel que de l'hélium par exemple.
- [0029] Le conteneur comprend un premier réservoir 2 interne s'étendant selon une direction A longitudinale et destiné à stocker le gaz liquéfié et un second réservoir 3 externe disposé autour du premier réservoir 2 avec un espacement isolé sous vide entre le premier 2 et le second 3 réservoir.
- [0030] Le conteneur 1 comprend à une de ses extrémités longitudinales un dispositif 15 de support du premier 2 réservoir interne dans le second réservoir 3 externe.
- [0031] Le dispositif 15 de support comprend une liaison fixe et rigide s'étendant selon une direction longitudinale A entre d'une part, une extrémité du réservoir externe et, d'autre part, une extrémité adjacente du réservoir interne 2.
- [0032] Cette liaison fixe et rigide comprend un ensemble de parois 4, 5, 6, 7, par exemple tubulaires, constituant un chemin thermique d'isolation formant des aller-retours selon la direction longitudinale A entre d'une part, le second réservoir 3 et le premier réservoir 2.
- [0033] L'ensemble de parois formant des aller-retours selon la direction longitudinale A de la liaison 15 fixe et rigide comprend au moins une paroi 6 constituée de titane. C'est-à-dire que la paroi (virole) en matériau composite époxy/verre) de l'art antérieur peut être remplacée par une paroi 6 en titane.
- [0034] La nuance de titane utilisée peut être la nuance TA6V ELI. D'autres nuances peuvent être utilisées, par exemple Ti-5Al-2.5Sn ELI, Ti 6Al 2Zn 4Zr 2Mo et TA6V (mais pour ce dernier de préférence limité à une utilisation jusqu'à 80K).
- [0035] Cette paroi 6 en titane peut avoir une épaisseur comprise entre 1 mm et 5 mm et notamment 3mm.
- [0036] La nuance TA6V ELI permet de conférer à la paroi 6 en titane un allongement

possible de 5% environ à la température de 4K.

- [0037] Dans l'exemple des [fig.1] et [Fig. 2], le conteneur comprend un écran thermique 8, 25 interposé entre les le premier 2 et le second 3 réservoir. L'écran thermique 8, 25 peut être une paroi refroidie par une réserve de fluide froid (azote par exemple). De même, l'écran thermique 8 peut être une paroi creuse qui contient le fluide froid de refroidissement (par exemple un volume de stockage délimité par deux parois tubulaires).
- [0038] Dans l'exemple des [fig.1] et [Fig. 2], le dispositif de support comprend deux parois ou viroles 4, 5 en acier inoxydable. Ces deux parois 4, 5 peuvent avoir une épaisseur comprise entre 1mm et 6mm, et notamment 5mm. Ces deux parois 4, 5 forment la première partie du chemin thermique entre le second réservoir 3 (à la température extérieure par exemple de 300K environ) et l'écran thermique 8, 25 (à une température d'environ 80K par exemple).
- [0039] La paroi 6 en titane (virole) suivante relie l'écran thermique 8, 25 au premier réservoir 2 interne (dont la température peut être de l'ordre de 4K).
- [0040] Les extrémités des deux viroles 4, 5 en acier peuvent être solidarisées aux autres pièces de la liaison via des anneaux ou brides 14, 24 soudées à chacune de leurs extrémités. Par exemple une première bride 14 assure la liaison d'une première extrémité (« externe ») de la première paroi 4 avec le second réservoir 3 extérieur ou un élément qui lui est solidaire. Une second bride 24 assure la liaison d'une seconde extrémité (« interne ») de la première paroi 4 avec une première extrémité (« interne ») de la seconde paroi 5 en acier.
- [0041] La seconde extrémité (« externe ») de la seconde paroi 5 peut être reliée à la première extrémité (« externe ») de la paroi 6 en titane via une bride 25.
- [0042] Enfin, la seconde extrémité (« interne ») de la paroi 6 en titane peut être reliée à une extrémité (« interne ») d'un col 7 tubulaire solidaire du premier 2 réservoir.
- [0043] Les qualificatif « externe » et « interne » se réfèrent aux positions relatives respectivement par rapport au centre du conteneur selon la direction longitudinale A. Les parois 4, 5, 6, 7 du dispositif support forment des aller-retours interne/externe concentriques pour constituer un chemin thermique d'isolation entre les deux réservoirs 3, 2.
- [0044] Les extrémités de la paroi 6 en titane peuvent être fixées par un assemblage visé et/ou par soudage.
- [0045] Le titane possède des caractéristiques mécaniques très élevés avec un coefficient de conductivité thermique deux fois plus faible que l'inox. Ces deux propriétés combinées à l'architecture du dispositif support permettent de concevoir un dispositif de support ayant une performance thermique équivalentes aux dispositifs utilisant une virole en matériau composite.

- [0046] Cette architecture confère une tenue suffisante du premier réservoir 2 dans le second réservoir 3 permettant de s'affranchir de tirants 17 notamment à l'extrémité longitudinale du conteneur qui est opposée au dispositif support 15 (cf. [fig.3]).
- [0047] C'est-à-dire que le dispositif 15 de maintien peut assurer le maintien et la tenue aussi du premier réservoir 2 (et de l'écran thermique 8) aussi si bien pour les mouvements axiaux (direction longitudinale A) que les mouvements latéraux.
- [0048] Cette éventuelle suppression des tirants 17 permet de simplifier la conception, réduit les coûts et améliore l'isolation des réservoirs (notamment par la suppression de défauts d'isolation au niveau de zones d'accrochage internes).
- [0049] Selon l'invention, les risques de rupture fragile en cas de choc ou de surcharge accidentelle (fiabilisation des conteneurs) sont supprimés ou nettement diminués.
- [0050] Bien entendu l'invention n'est pas limitée à l'exemple de réalisation décrit ci-dessus. En particulier, le dispositif de support peut comporter un nombre différent de parois formant un chemin thermique via des aller-retours. Par exemple, le dispositif support peut comporter une, deux ou plus de deux parois en acier et une, deux ou plus de deux parois en titane. Plus les performances d'isolation sont importantes plus le nombre d'aller-retour pourra être élevé. De même, l'ordre de disposition des parois (acier et titane) pourra être adaptée entre les deux équipements à relier.

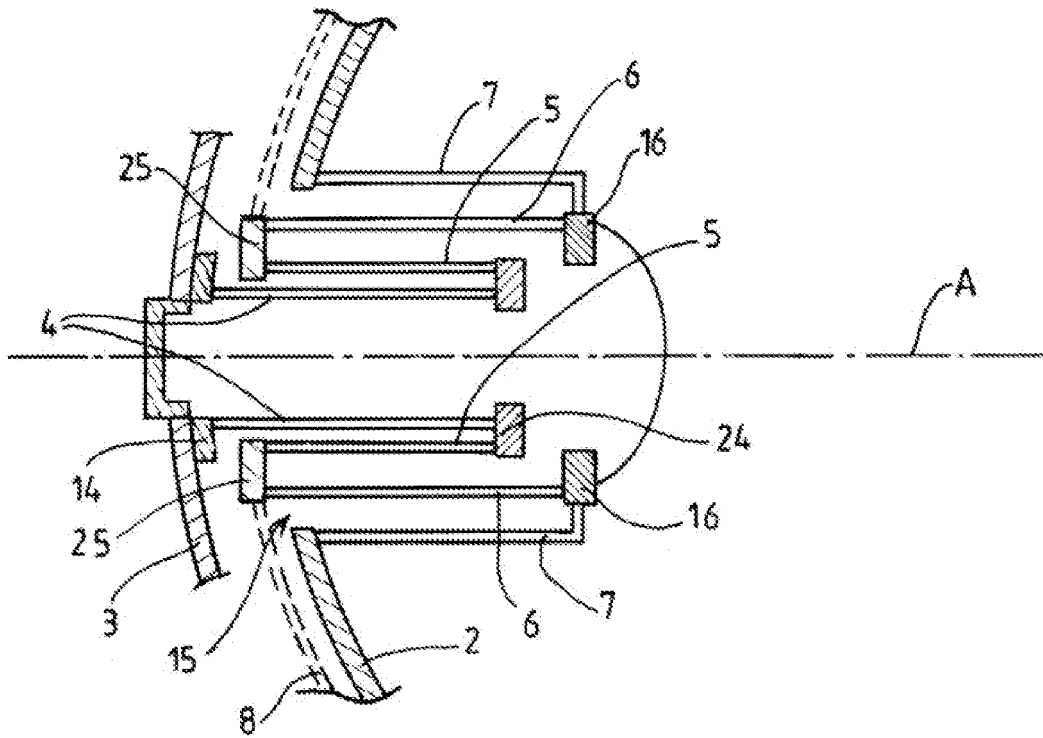
## Revendications

- [Revendication 1] Conteneur de stockage de gaz liquéfié, notamment de fluide cryogénique tel que de l'hélium, comprenant un premier réservoir (2) interne s'étendant selon une direction (A) longitudinale horizontale et destiné à stocker le gaz liquéfié, un second réservoir (3) externe disposé autour du premier réservoir (2) avec un espacement isolé sous vide entre le premier (2) et le second (3) réservoir, le conteneur (1) comprenant un dispositif (15) de support du premier (2) réservoir dans le second réservoir (3), le premier (2) réservoir étant destiné à être maintenu à une température cryogénique tandis que le second équipement (3) est destiné à être maintenu à une température supérieure à la température du premier (2) équipement, le dispositif (15) de support comprenant une liaison fixe et rigide s'étendant selon une direction longitudinale (A) entre d'une part, une extrémité du second réservoir (3) et, d'autre part, une extrémité adjacente du premier réservoir (2), la liaison fixe et rigide comprenant un ensemble de parois (4, 5, 6, 7) formant des aller-retours selon la direction longitudinale (A) pour constituer un chemin thermique d'isolation entre d'une part, le second réservoir (3) et, d'autre part, le premier (2) réservoir, caractérisé en ce que l'ensemble de parois formant des aller-retours selon la direction longitudinale (A) de la liaison fixe et rigide comprend au moins une paroi (6) constituée de titane.
- [Revendication 2] Conteneur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la au moins une paroi (6) constituée de titane a une épaisseur comprise entre 1mm et 5 mm et notamment égale à 3mm.
- [Revendication 3] Conteneur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la au moins une paroi (6) constituée de titane est une paroi tubulaire.
- [Revendication 4] Conteneur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'ensemble de parois (4, 5, 6, 7) formant des aller-retours selon la direction longitudinale (A) comprend au moins une paroi (4, 5) en acier inoxydable et notamment deux parois (4, 5) en acier inoxydable disposées en série et formant respectivement un aller-retour selon la direction longitudinale (A).
- [Revendication 5] Conteneur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la au moins une paroi (6) constituée de titane est constituée de l'un au moins des matériaux parmi : TA6V ELI, Ti-5Al-2.5Sn ELI, Ti 6Al 2Zr 4Zr 2Mo et TA6V.
- [Revendication 6] Conteneur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé

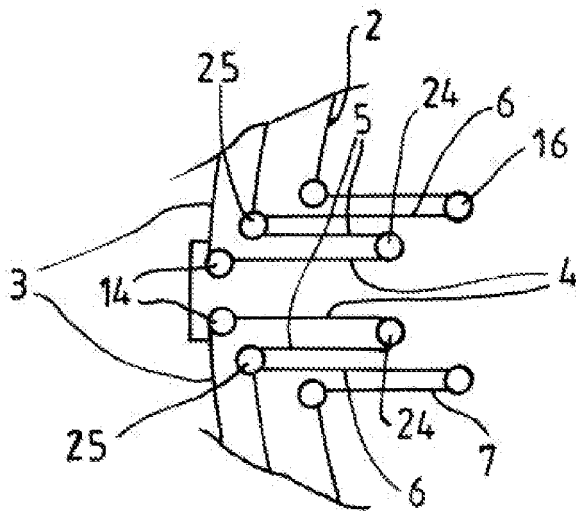
en ce que les extrémités de la au moins une paroi (6) constituée de titane sont fixées par vissage ou soudage à des éléments adjacents (25, 16) respectifs de la liaison fixe.

- [Revendication 7] Conteneur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le dispositif (15) de maintien du premier (2) réservoir dans le second réservoir (3) comprend deux parois (4, 5) en acier inoxydable disposés en série dans le chemin thermique entre les deux réservoirs (2, 3) et formant respectivement un aller-retour selon la direction longitudinale (A), les deux parois (4, 5) en acier inoxydable étant disposées en série entre le second réservoir (3) et un élément (8, 25) intermédiaire du conteneur, le dispositif (15) de maintien du premier (2) réservoir dans le second réservoir (3) comprenant en outre au moins une paroi (6) en titane disposée en série, entre l'élément (8, 25) intermédiaire du conteneur et le premier réservoir (2) ou un élément structurel (7) solidaire du premier réservoir (2).
- [Revendication 8] Conteneur selon la revendication 7, caractérisé en ce que les deux extrémités longitudinales de la au moins une paroi (6) en titane sont fixées respectivement à l'élément (8, 25) intermédiaire du conteneur et à un élément structurel (7) solidaire du premier réservoir (2).
- [Revendication 9] Conteneur selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'une extrémité longitudinale de la au moins une paroi (6) en titane est fixée à l'élément structurel (7) solidaire du premier réservoir (2), ledit élément structurel (7) étant un col tubulaire solidaire du premier réservoir (2).
- [Revendication 10] Conteneur selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que l'élément (8, 25) intermédiaire du conteneur comprend un écran thermique disposé entre le premier (2) et le second (3) réservoir.
- [Revendication 11] Conteneur selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'écran thermique (8, 25) est refroidi par un fluide cryogénique, notamment en contenant une réserve de fluide cryogénique.

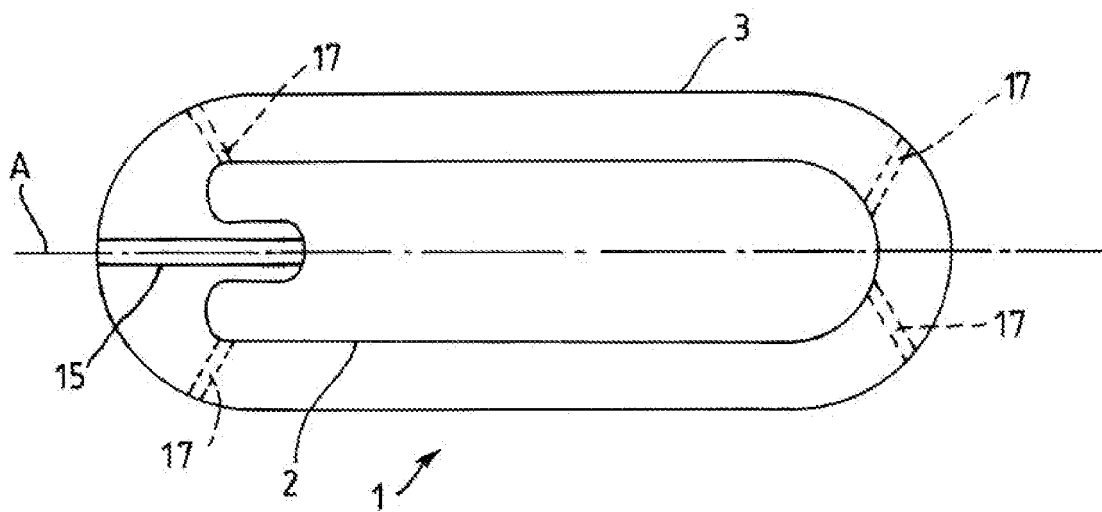
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 6 029 456 A (ZAISER LENOIR E [US])  
29 février 2000 (2000-02-29)

FR 1 548 099 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC  
CO) 29 novembre 1968 (1968-11-29)

WO 2017/190846 A1 (LINDE AG [DE])  
9 novembre 2017 (2017-11-09)

WO 2017/198629 A1 (VRV S P A [IT])  
23 novembre 2017 (2017-11-23)

WO 2005/100210 A1 (CHINA INT MARINE  
CONTAINERS [CN]; UNIV SHANGHAI JIAOTONG  
[CN] ET AL.) 27 octobre 2005 (2005-10-27)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT