

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 01.10.15.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 07.04.17 Bulletin 17/14.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *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'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE Société anonyme — FR.

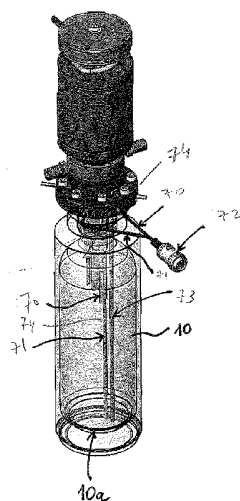
⑦2 Inventeur(s) : LIX CLEMENT, BEDNARSKI DAVID, CRAYSSAC FREDERIC, PAUFIQUE CYRILLE et SAULNIER BERNARD.

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

⑦4 Mandataire(s) : L'AIR LIQUIDE.

⑤4 RESERVOIR DE STOCKAGE DE GAZ LIQUEFIE INCLUANT DES SONDES RESISTIVES POUR MESURER LA HAUTEUR DU GAZ LIQUEFIE.

⑤7 L'invention concerne un réservoir (10) de stockage de gaz liquéfié, telle une bouteille de gaz, comprenant un corps de réservoir (10) délimitant un volume interne (11) de stockage de gaz et comportant un orifice d'entrée (12) en communication fluidique avec le volume interne (11) de manière à permettre l'introduction de gaz au sein dudit volume interne (11) et un stockage dudit gaz sous forme liquide au sein dudit volume interne (11). Il comprend en outre des sondes résistives (70) agencées dans le volume interne (11) du corps de réservoir (10), à des hauteurs différentes par rapport au fond (10a) du réservoir (10). L'invention porte aussi sur un dispositif (1) de liquéfaction de gaz comprenant un système de refroidissement cryogénique (20) comprenant un tube à gaz pulsé conçu pour liquéfier un gaz, et un réservoir (10) de gaz liquéfié en communication fluidique avec le système de refroidissement cryogénique (20) selon l'invention, ledit tube à gaz pulsé (21) s'étendant au moins partiellement dans le volume interne (11) dudit réservoir (10), ainsi que sur une installation de fourniture d'oxygène comprenant un concentrateur d'oxygène (30) couplé fluidiquement à un tel dispositif de liquéfaction (1) de gaz. Procédé pour déterminer la hauteur de gaz liquéfié dans le réservoir (10) de stockage de gaz liquéfié selon l'invention.



L'invention concerne un réservoir de stockage de gaz liquéfié, en particulier d'oxygène liquide (LOX), comprenant un corps de réservoir creux au sein duquel sont agencés des sondes résistives, en particulier des sondes à résistance de platine, permettant d'opérer des mesures de température en plusieurs sites de mesure au sein dudit corps de réservoir, à des hauteurs différentes dans le réservoir, lesdites mesures de température étant
5 ensuite traitées pour en déduire la hauteur de gaz liquéfié dans le réservoir, c'est-à-dire la contenance dudit réservoir en gaz liquéfié, ainsi qu'un dispositif de liquéfaction de gaz, en particulier d'oxygène, équipé d'un tel réservoir.

La fourniture d'oxygène à domicile représente une part importante de l'activité des
10 soins à domicile de patients souffrant de pathologies ou d'insuffisances respiratoires.

Actuellement, elle se fait par l'installation d'un concentrateur d'oxygène gazeux chez le patient qui produit de l'oxygène gazeux à partir d'air ambiant, par la livraison de réservoirs d'oxygène liquide (LOX) au domicile du patient, ou au moyen d'un générateur mixte combinant concentrateur et liquéfacteur d'oxygène.

Plus précisément, un concentrateur d'oxygène permet la fourniture d'oxygène en continu au patient mais posent des problèmes de mobilité au patient en dehors de chez lui. En effet, l'encombrement et le poids des concentrateurs compliquent leur utilisation hors domicile. De plus, en cas de panne la fourniture d'oxygène n'est plus assurée et le patient ne peut plus suivre son traitement, ce qui n'est pas acceptable. Un tel concentrateur est
15 notamment décrit par WO-A-2014046297 et EP-A-2524715. Par ailleurs, ils nécessitent la présence d'une batterie qui en accroît le poids et limite son autonomie. En outre, certains sont également bruyants.

Par ailleurs, la livraison de LOX en réservoir de grande capacité présente l'avantage de permettre au patient de se déplacer. En effet, celui-ci peut remplir une petite bouteille de gaz avec du LOX provenant du réservoir de LOX et ensuite déambuler en inhalant l'oxygène
25 fourni par la petite bouteille. Toutefois, la livraison de réservoirs de LOX aux patients engendre une logistique complexe et coûteuse, en particulier un remplissage hebdomadaire du réservoir cryogénique de LOX par un technicien, ce qui n'est pas pratique. De plus, la livraison présente également des inconvénients en termes d'empreinte environnementale du fait d'une livraison par camion, de logistique du fait de la gestion des réservoirs de LOX, et de
30 sécurité du fait de la manipulation de liquide cryogénique, de risques de chute de réservoir lors du transport...

En outre, un générateur mixte de LOX in-situ, utilisable à domicile, couple la technologie des concentrateurs gazeux avec celle des liquéfacteurs de gaz utilisant un cycle de

réfrigérant mixte pour produire le froid nécessaire à la liquéfaction de l'oxygène gazeux, typiquement un cycle Joules-Thomson avec un mélange de gaz comme fluide de travail. Toutefois, cette solution n'est pas idéale car il a été constaté en pratique que ce type de générateur mixte présente des inconvénients en termes d'encombrement, de fiabilité et de
5 niveau sonore. Un tel générateur mixte est notamment décrit par EP-A-990107, EP-A-1044714 et EP-A-1805451.

Enfin, ces générateurs mixtes utilisent des échangeurs secondaires, dans lesquels le fluide refroidissement n'est pas en contact avec l'oxygène, ce qui en diminue l'efficacité de l'ensemble. De plus, les gaz de refroidissement peuvent être des hydrocarbures qui ne doivent
10 en aucun cas entrer en contact avec l'oxygène pour des raisons évidentes de sécurité, ce qui ne peut être garanti dans le cadre d'une utilisation au domicile du patient et encore moins lors de ses déambulations hors de chez lui.

Afin de tenter de résoudre ces problèmes, il a été proposé par la demande FR 1553361, un dispositif autonome de liquéfaction de gaz, en particulier un dispositif médical
15 de distribution d'oxygène, comprenant un système de refroidissement cryogénique conçu pour liquéfier un flux d'oxygène gazeux (teneur comprise typiquement entre 93% et 95%) et produire de l'oxygène liquide (LOX), et un réservoir d'oxygène liquide en communication fluide avec le système de refroidissement cryogénique et comprenant un volume interne de stockage de LOX et un orifice d'entrée, ledit réservoir étant agencé pour recueillir via l'orifice
20 d'entrée et stocker au sein dudit volume interne, au moins une partie du LOX produit par le système de refroidissement cryogénique. Le système de refroidissement cryogénique comprend un tube à gaz pulsé s'étendant au moins partiellement dans le réservoir d'oxygène liquide, et étant conçu pour liquéfier l'oxygène contenu dans le flux d'oxygène gazeux, c'est-à-dire un gaz riche en oxygène contenant typiquement une teneur en oxygène gazeux
25 comprise entre 80 et 96% en volume, typiquement entre 90 et 95% en volume, c'est-à-dire de l'oxygène essentiellement sous forme gazeuse, lequel contient de l'argon résiduel. Par ailleurs, la teneur en oxygène dans l'oxygène liquide ou LOX est égale à celle dans le flux d'oxygène gazeux, c'est-à-dire typiquement >90 vol.%, étant donné que la majeure partie de l'argon, voire d'autres impuretés éventuellement présentes dans le flux d'oxygène, n'est pas
30 éliminée lors de la liquéfaction de l'oxygène gazeux en oxygène liquide.

Or, en pratique, il a été constaté qu'un problème se posait avec ce type de dispositif, à savoir celui de pouvoir déterminer efficacement et simplement la quantité de LOX au sein du réservoir du dispositif de liquéfaction, en particulier lorsque celui-ci est raccordé

fluidiquement en sortie d'un concentrateur d'oxygène utilisable pour des soins à domicile de patients souffrant de pathologies ou d'insuffisances respiratoires.

D'une façon générale, pouvoir déterminer aisément et rapidement la quantité d'un gaz liquéfié, donc d'un gaz à une température cryogénique (i.e. $< 0^{\circ}\text{C}$) au sein d'un réservoir n'est pas chose aisée.

Plusieurs solutions ont déjà été proposées mais elles ne sont pas idéales.

Ainsi, l'utilisation de capteurs de hauteur de liquide au sein du réservoir conduit fréquemment à des erreurs d'appréciation, en particulier lorsque le réservoir n'est pas en position parfaitement verticale lors de la mesure mais est incliné.

Par ailleurs, déterminer la quantité résiduelle de gaz liquéfié par pesage du réservoir donne des résultats fiables mais cette manière de procéder n'est pas idéale car elle nécessite l'usage d'une balance ou analogue et est rendue complexe lorsque le réservoir n'est pas autonome mais solidarisé à une installation de grandes dimensions et/ou de poids élevé, donc trop lourde et/ou encombrante pour être installée sur une balance de pesage. Devoir démonter le réservoir pour réaliser la pesée n'est pas toujours possible et complexifie forcément les opérations.

Le problème qui se pose est dès lors de proposer un réservoir de stockage de gaz sous forme liquide, c'est-à-dire de gaz liquéfié, en particulier de LOX, amélioré permettant de fournir une indication fiable, rapide et aisée de la quantité de gaz résiduel dans le volume interne dudit réservoir de manière à pouvoir débiter ou d'arrêter automatiquement un cycle de remplissage du réservoir, selon que la quantité de gaz liquéfié atteint une limite basse, par exemple une limite basse correspondant à un réservoir vide ou quasiment vide, ou inversement une limite haute, par exemple une limite haute correspondant à un réservoir plein ou quasiment plein de gaz liquéfié.

La solution de l'invention est alors un réservoir de stockage de gaz liquéfié, notamment de LOX, comprenant un corps de réservoir délimitant un volume interne de stockage de gaz, ledit corps de réservoir comportant un orifice d'entrée en communication fluïdique avec le volume interne de manière à permettre l'introduction, via ledit orifice d'entrée, de gaz au sein dudit volume interne et un stockage dudit gaz sous forme liquide au sein dudit volume interne,

caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins une première sonde résistive et une deuxième sonde résistive agencées dans le volume interne du corps de réservoir, ladite première sonde résistive ayant une première prise de mesure située à une première hauteur H1

par rapport au fond du réservoir et ladite deuxième sonde résistive ayant une deuxième prise de mesure située à une deuxième hauteur H2 par rapport au fond du réservoir, avec $H1 < H2$.

Selon le cas, le réservoir selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques techniques suivantes :

- 5 - les première et deuxième sondes résistives sont des sondes à résistance de platine.
- les première et deuxième sondes résistives sont des sondes de référence commerciale PT-100 disponibles auprès de la société
- les prises de mesure des première et deuxième sondes résistives sont situées à l'extrémité distale libre de chaque sonde.
- 10 - les sondes résistives ont une forme longiligne et comportent chacune une prise de mesure à leur extrémité distale libre.
- chaque sonde résistive comprend un élément résistif formant prise de mesure et connecté électriquement à des fils électriques.
- l'élément résistif et les fils électriques sont agencés dans une gaine tubulaire en
- 15 métal, de préférence en acier inoxydable, formant une enveloppe protectrice autour de ceux-ci qui permet de les protéger des détériorations, notamment par corrosion, oxydation, pression etc...
- la gaine tubulaire de chaque sonde résistive a un diamètre entre 1 et 10 mm.
- la gaine tubulaire de chaque sonde résistive est flexible ou rigide.
- 20 - l'élément résistif est maintenu dans la gaine par un matériau inerte permettant d'empêcher ou de limiter les vibrations.
- chaque élément résistif est de type 100 Ohms à 0°C.
- la première prise de mesure de la première sonde est positionnée à proximité du fond du réservoir.
- 25 - la première prise de mesure de la première sonde est positionnée à une hauteur H1 inférieure à 20 cm, de préférence inférieure à 10 cm, typiquement comprise entre 1 et 3 cm, par rapport au fond du réservoir.
- la deuxième prise de mesure de la deuxième sonde est positionnée à proximité de l'orifice d'entrée du réservoir, c'est-à-dire du col du réservoir.
- 30 - la deuxième prise de mesure de la deuxième sonde est positionnée à plus de 20 à 30 cm environ du fond et typiquement à moins de 10 cm, de préférence entre 1 et 5 cm, par rapport à l'extrémité supérieure du réservoir, typiquement le couvercle supérieur du réservoir.

- les sondes résistives sont reliées électriquement à des moyens de traitement de signaux, en particulier une carte électronique ou un ordinateur.

- les sondes résistives sont agencées chacune au sein d'une gaine fixée au corps de réservoir, de préférence fixée par soudure ou brasure.

5 - le corps de réservoir est en métal, par exemple en acier, tel de l'acier au carbone ou de l'acier inoxydable.

- de façon alternative, le corps de réservoir est en matériaux composites, par exemple formé d'un manchon métallique, tel de l'acier, entouré d'un bobinage de fibres, par exemple en verre, carbone ou autre, recouvert de résine, par exemple une résine epoxy.

10 - le réservoir a une forme allongée.

- le réservoir a une hauteur totale H inférieure ou égale à 1 m, de préférence inférieure à 50 cm, typiquement comprise entre 10 cm et 30 cm.

- le réservoir a un fond plat.

- le réservoir a un fond bombé, intérieurement ou extérieurement.

15 - le réservoir a un corps de réservoir de forme globalement cylindrique.

- le réservoir contient de l'oxygène liquide (LOX).

- le volume interne du réservoir a une contenance inférieure à 5 litres, de préférence inférieure à 3 litres (équivalent en eau), typiquement de l'ordre de 0,5 à 1,5 litres.

Par ailleurs, l'invention porte aussi sur un dispositif de liquéfaction de gaz, en particulier d'oxygène, comprenant :

20

- un système de refroidissement cryogénique comprenant un tube à gaz pulsé conçu pour liquéfier un gaz, en particulier de l'oxygène, et

- un réservoir de gaz liquéfié, aussi appelé réservoir principal, en particulier un réservoir de LOX, en communication fluide avec le système de refroidissement cryogénique selon l'invention, tel décrit ci-avant, ledit tube à gaz pulsé s'étendant au moins partiellement dans le volume interne dudit réservoir.

25

Selon le cas, le dispositif de liquéfaction de gaz de l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques techniques suivantes :

- le système de refroidissement cryogénique est agencé au niveau de l'orifice d'entrée du réservoir, en particulier du réservoir principal de stockage du LOX.

30

- le tube à gaz pulsé s'étend au travers de l'orifice d'entrée du réservoir.

- le tube à gaz pulsé a une forme allongée et cylindrique.

- un espacement est aménagé entre la surface périphérique du tube à gaz pulsé et la surface de la paroi du réservoir au niveau de l'orifice d'entrée de manière à permettre un écoulement par gravité dans le volume interne du réservoir, via l'orifice d'entrée, du gaz sous forme liquide, en particulier de l'oxygène liquide, se formant au contact du tube à gaz pulsé.

5 - le système de refroidissement cryogénique comprend en outre un compresseur de gaz coopérant avec le tube à gaz pulsé

- le compresseur surmonte le tube à gaz pulsé.

- le tube à gaz pulsé comprend une extrémité aval, i.e. une extrémité libre, située dans le volume interne du réservoir principal, ladite extrémité aval portant ou étant prolongée
10 par un dispositif échangeur thermique, par exemple en forme de tube et/ou comprenant des ailettes.

- le compresseur est commandé par un dispositif de pilotage, de préférence par un contrôleur électronique. Ce contrôleur permet d'opérer une régulation du tube à gaz pulsé en lui assignant soit une consigne de puissance thermique à délivrer, par exemple 200Wth et,
15 dans ce cas, la température du gaz est une conséquence de la puissance délivrée ; soit une consigne de température, par exemple -180°C, et, dans ce cas, la puissance est ajustée pour atteindre la température cible. Ces types de régulations sont classiques dans les domaines du contrôle de procédés et de l'automatisation.

- le système de refroidissement cryogénique, le réservoir et le dispositif de pilotage
20 sont compris dans un capotage, c'est-à-dire une coque ou une enveloppe rigide, par exemple en matériau plastique. Ce capotage les protège des agressions extérieures et permet une isolation des parties cryogéniques.

- le tube à gaz pulsé comprend une zone de cryo-refroidissement présentant un gradient de température compris entre 350 K et 40 K, de préférence entre 300 K et 90 K, la
25 liquéfaction du gaz, en particulier de l'oxygène, s'opérant au contact de ladite zone de cryo-refroidissement.

- le système de refroidissement cryogénique comprend en outre une ligne d'entrée de gaz, c'est-à-dire un premier passage de gaz, permettant d'amener un flux gazeux au contact du tube à gaz pulsé.

30 - le système de refroidissement cryogénique comprend en outre une ligne de sortie de gaz, c'est-à-dire un second passage de gaz, permettant d'extraire du gaz stocké dans le réservoir principal.

- il comprend en outre un port de remplissage permettant le raccordement audit port de remplissage d'un réservoir de gaz secondaire et le remplissage dudit réservoir de gaz secondaire avec du gaz issu du réservoir principal. De préférence, le réservoir de gaz secondaire est une petite bouteille de gaz ayant une capacité (volume en équivalent eau) inférieure à 2 litres.

- le tube à gaz pulsé fonctionne préférentiellement selon un cycle de Stirling ou suivant tout autre cycle thermodynamique adapté, en particulier tout cycle similaire ou analogue au cycle Stirling.

- l'ensemble est intégré thermiquement par brasure, soudure ou montage sur bride afin d'assurer la parfaite liquéfaction du flux d'oxygène gazeux.

- le système de refroidissement cryogénique comprend un circuit de refroidissement du tube à gaz pulsé comprenant un circuit d'eau, c'est-à-dire essentiellement une pompe à eau et des conduits d'eau qui sert à évacuer les calories du flux d'oxygène, le circuit d'eau étant lui-même refroidi par de l'hélium froid, typiquement de l'hélium liquide

- il est mobile et monté sur roues.

- il est transportable.

- il comprend une alimentation électrique reliée notamment au dispositif de pilotage.

- le dispositif de pilotage est relié électriquement au tube à gaz pulsé.

- un ou des dispositifs d'amortissement et anti-vibratoires sont prévus pour atténuer le bruit susceptible d'être généré pendant le fonctionnement du tube à gaz pulsé.

- optionnellement, on peut également prévoir la présence d'un système de ventilation à l'intérieur du capotage permettant d'éviter les dépôts de givre sur les parties cryogéniques par condensation et gel de la vapeur d'eau ambiante.

- optionnellement, on peut également prévoir un dispositif de collecte des eaux condensées sur le réservoir principal, par exemple un système à tiroir ou tout autre système adapté.

En outre, l'invention concerne aussi une installation de fourniture d'oxygène comprenant un concentrateur d'oxygène couplé fluidiquement à un dispositif de liquéfaction de gaz selon l'invention, i.e. tel que décrit ci-avant, permettant de produire du LOX destiné notamment à des patients soignés à leur domicile.

Selon le cas, l'installation de fourniture d'oxygène selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques techniques suivantes :

- le concentrateur d'oxygène est couplé fluidiquement au dispositif de liquéfaction de gaz au moyen d'un conduit de gaz, par exemple une canalisation flexible.

- le dispositif de liquéfaction de gaz est relié au patient par un conduit flexible alimentant une interface respiratoire, tel un masque respiratoire ou des canules nasales.

5 - on prévoit un dispositif d'alimentation électrique conçu pour fournir de l'énergie au dispositif de liquéfaction, en particulier via un branchement électrique sur une prise de courant du secteur par exemple.

Une telle installation peut être utilisée pour produire du LOX par mise en œuvre du procédé de liquéfaction suivant qui permet de liquéfier de tout ou partie de l'oxygène produit
10 par un concentrateur d'oxygène à partir d'air ambiant. Plus précisément, selon ce procédé :

a) on alimente un système de refroidissement cryogénique avec un flux d'oxygène gazeux contenant au moins 90% en volume d'oxygène provenant d'un concentrateur d'oxygène,

b) on liquéfie au moins une partie de l'oxygène contenant dans le flux d'oxygène gazeux au moyen du système de refroidissement cryogénique de manière à produire du LOX,
15 et

c) on récupère et on stocke au sein d'un réservoir principal d'oxygène liquide, au moins une partie du LOX produit à l'étape b).

A l'étape b), le système de refroidissement cryogénique comprenant un tube à gaz pulsé s'étendant au moins partiellement dans le réservoir à LOX selon l'invention et comprenant une zone de cryo-refroidissement présentant un gradient de température compris entre 350 K et 40 K, de préférence entre 300 K et 90 K, au moins une partie de l'oxygène contenu dans le flux d'oxygène gazeux se liquéfiant en entrant en contact avec la zone de cryo-refroidissement du tube à gaz pulsé.
20

25 Selon le cas, le procédé en question peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques techniques suivantes :

- le flux d'oxygène gazeux contient entre 91 et 96 % en volume d'oxygène.

- le flux d'oxygène gazeux au moins 92 % en volume d'oxygène.

- le flux d'oxygène gazeux au plus 95 % en volume d'oxygène

30 - le flux d'oxygène gazeux contient typiquement de l'ordre de 93% en volume d'oxygène.

- le flux d'oxygène gazeux produit par un concentrateur d'oxygène fonctionnant selon des cycles PSA (Pressure Swing Adsorption = Adsorption à Pression Modulée) ou VSA (Vacuum Swing Adsorption = Adsorption à Vide Modulé).

5 - le flux d'oxygène gazeux produit par un concentrateur d'oxygène comprenant entre 1 et 4 récipients d'adsorption contenant chacun un ou plusieurs adsorbants.

- on utilise un (ou des) adsorbant de type zéolite, en particulier une zéolite A, X ou LSX (Low Silica X = X pauvre en silice) échangée ou non échangée par un ou des cations métalliques.

10 - on utilise une zéolite échangée par des cations métalliques, en particulier des cations calcium (Ca) et/ou lithium (Li).

- on utilise une zéolite X ou LSX échangée par des cations Ca et/ou Li, de préférence échangée à au moins 88% par des cations Li.

- on met en œuvre préférentiellement 1 ou 2 récipients d'adsorption, chaque récipient contenant au moins un lit d'adsorbant.

15 - on met en œuvre préférentiellement 2 récipients d'adsorption, encore appelés adsorbours, fonctionnant de manière alternée, c'est-à-dire l'un des adsorbours en phase d'adsorption/production pendant que l'autre est en phase de désorption/régénération.

20 - on fait précéder le lit d'absorbant zéolitique par un lit d'un adsorbant apte à éliminer tout ou partie des impuretés CO₂ et/ou H₂O, par exemple de l'alumine activée ou du gel de silice.

- la teneur en oxygène du LOX est égale ou quasi-égale à celle dans le flux d'oxygène gazeux ; les impuretés restantes étant principalement de l'argon.

25 Selon l'invention, le niveau de gaz liquéfié, typiquement de LOX, dans le réservoir est déterminé grâce aux sondes résistives agencées dans le réservoir conformément à la présente invention.

De là, l'invention concerne également un procédé pour déterminer la hauteur de gaz liquéfié dans le réservoir de stockage de gaz liquéfié selon l'invention, dans lequel :

a) on opère au moins une mesure de température au moyen d'une ou plusieurs sondes résistives agencées dans le volume interne du corps de réservoir,

30 b) on transmet au moins un signal de mesure à des moyens de traitement de signal, et

c) on traite ledit signal de mesure au sein desdits moyens de traitement de signal pour en déduire si le gaz liquéfié a atteint la hauteur H1 et/ou la hauteur H2.

L'invention va maintenant être mieux comprise grâce à la description détaillée suivante, faite à titre illustratif mais non limitatif, en référence aux figures annexées parmi lesquelles :

- la Figure 1 schématise un mode de réalisation d'une installation médicale de
5 fourniture d'oxygène comprenant un concentrateur d'oxygène et un dispositif de liquéfaction de gaz équipé d'un réservoir à LOX selon l'invention,

- la Figure 2 détaille le dispositif de liquéfaction de gaz de la Figure 1,

- les Figures 3 et 4 illustrent le système de refroidissement cryogénique du dispositif de liquéfaction de gaz des Figures 1 et 2,

10 - les Figures 5A à 5C illustrent différents positionnements possibles des sondes résistives au sein de réservoirs à fond plat ou bombé selon l'invention,

- la Figure 6 est une vue en coupe partielle de la partie haute d'un réservoir selon l'invention,

- les Figures 7 à 10 montrent le positionnement des sondes résistives dans un
15 réservoir selon l'invention,

- la Figure 11 est un schéma en coupe partielle d'un exemple de sonde résistive utilisable dans le cadre de la présente invention, et

- la Figure 12 est un schéma du principe de fonctionnement d'une sonde résistive utilisable dans le cadre de la présente invention.

20 La Figure 1 schématise un mode de réalisation d'une installation médicale de fourniture d'oxygène comprenant un concentrateur d'oxygène 30 et un dispositif 1 de liquéfaction de gaz équipé d'un réservoir 10 de stockage de gaz liquéfié selon l'invention, permettant de produire de l'oxygène liquide ou LOX (typiquement >90% en vol) à partir d'air ambiant (env. 22% O₂).

25 L'oxygène ainsi produit, typiquement entre 90 et 95 vol.%, alimente un patient 50 via un conduit flexible 32 et une interface respiratoire 33, tel que masque ou canule respiratoire.

Cette installation de fourniture d'oxygène repose sur un couplage, ici via un conduit d'amenée de gaz 31, d'un concentrateur d'oxygène 30 classique à un dispositif 1 de
30 liquéfaction de gaz, encore appelé liquéfacteur et schématisé en Figure 2, produisant du froid servant à liquéfier l'oxygène produit par le concentrateur 30 et produire ainsi du LOX au sein du réservoir 10.

Le fonctionnement du concentrateur d'oxygène 30 est classique. On peut utiliser n'importe quel concentrateur disponible dans le commerce. De préférence, le concentrateur d'oxygène 30 est mobile et monté sur roues 31.

Typiquement, le concentrateur d'oxygène 30 est un appareil assez compact, par exemple ayant un encombrement de l'ordre 40 cm x 40 cm x 60 cm pour les modèles les plus courants, qui permet de produire de l'oxygène ayant une pureté entre environ 85 et 98% en volume, en général de l'ordre de 93 à 95% en volume, à partir d'air ambiant et ce, directement chez le patient 50. Pour ce faire, un concentrateur d'oxygène 30 met en œuvre un système d'adsorption par alternance de pression, c'est-à-dire via des cycles de type PSA ou VSA. Un tel concentrateur 30 d'oxygène comprend généralement un filtre à air pour éliminer les poussières ou autres, un compresseur, deux récipients d'adsorption remplis de particules d'adsorbants, typiquement de la zéolite, et d'un réservoir-tampon d'équilibrage de pression. En général, on utilise de la zéolite de type A, X ou LSX (Low Silica X = X pauvre en silice) échangée ou non échangée par un ou des cations métalliques, en particulier des cations calcium (Ca) et/ou lithium (Li). A titre d'exemple, on peut choisir une zéolite X ou LSX échangée à au moins 88% par des cations Li. Les deux récipients d'adsorption fonctionnent de manière alternée, c'est-à-dire que l'un est en phase de production pendant que l'autre est en phase de régénération. Le fonctionnement des concentrateurs d'oxygène est bien connu et ne sera pas détaillé davantage.

Dans tous les cas, le flux d'oxygène gazeux produit par le concentrateur d'oxygène 30 alimente un système de refroidissement cryogénique 20 permettant de liquéfier l'oxygène contenu dans ledit flux d'oxygène gazeux et produire de l'oxygène liquide ou LOX qui est récupéré au sein du réservoir 10 selon l'invention. L'extraction du LOX se fait via un conduit ou tube 73 qui s'étend jusqu'au niveau du fond 10a du réservoir 10, comme illustré sur les figures 6-8 et 10.

Optionnellement, on peut prévoir d'agencer un petit compresseur pour légèrement accroître la pression du flux d'oxygène délivré par le concentrateur d'oxygène 30, avant son entrée dans le dispositif 1 de liquéfaction de gaz selon l'invention.

L'oxygène liquide ou LOX ainsi produit est, comme déjà dit, récupéré et stocké dans le réservoir 10 d'oxygène liquide selon l'invention, encore appelé réservoir principal, qui est en communication fluidique avec le système de refroidissement cryogénique 20.

La teneur en oxygène dans le LOX est égale ou approximativement égale à celle dans le flux d'oxygène gazeux.

Le réservoir 10 comprend un orifice d'entrée 12 communiquant fluidiquement avec un volume interne 11 permettant le stockage de LOX, ledit volume interne 11 ayant une contenance de moins de 5 litres, typiquement moins de 3 litres (équivalent en eau). L'orifice d'entrée 12 est aménagé dans la paroi du réservoir 10, de préférence il est aménagé au travers d'un col 15 situé en partie haute du réservoir 10.

Le système de refroidissement cryogénique 20 est du type à tube à gaz pulsé, c'est-à-dire qu'il comprend un tube à gaz pulsé 21, de forme cylindrique allongée, traversant l'orifice 12 et s'étendant jusque dans le volume interne 11 du réservoir 10 de LOX, comme illustré sur les Figures 3 et 4.

Le tube à gaz pulsé 21 est conçu pour liquéfier l'oxygène contenu dans le flux d'oxygène gazeux provenant du concentrateur 30. En effet, un tube à gaz pulsé, appelé *pulse tube* en anglais, est un dispositif cryogéniques apte à et conçu pour produire des températures cryogéniques allant de 4 K à 120 K environ. Un tube à gaz pulsé fonctionne préférentiellement selon un cycle proche du cycle de Stirling, c'est-à-dire en cycle fermé avec un fluide cryogénique à très basse température, par exemple de l'eau refroidi par de l'hélium gazeux, qui est mis en mouvement au moyen d'un compresseur engendrant des variations de pression et de débit de gaz, de manière à refroidir un tube de réfrigération.

Dans le cas présent, le système de liquéfaction 20 extrait les calories de l'oxygène gazeux par application d'un échange thermique entre le flux d'oxygène issu du concentrateur 30 et le tube à gaz pulsé 21 lui-même refroidi par un fluide froid, tel de l'eau refroidie circulant dans un circuit d'eau de refroidissement comprenant conduit d'eau et pompe, pulsé par le compresseur 22 qui surmonte le tube à gaz pulsé 21, comme visible sur les Figures 3 et 4.

En fait, dans un tel système, il se produit une mise en contact du flux d'oxygène gazeux issu du concentrateur d'air 30 directement avec une zone froide, encore appelée « bout ou doigt froid », du tube pulsé 21. Cette mise en contact va conduire à liquéfier progressivement l'oxygène, alors que les impuretés éventuellement présentes dans le flux d'oxygène, typiquement de l'eau et du CO₂ principalement, vont constituer une légère pellicule sur cette zone froide 24 et ne boucheront aucun tuyau ou passage situés en aval.

Cette zone froide ou zone de cryo-refroidissement 24 présente un gradient de température compris entre 350 K et 40 K, de préférence entre 300 K et 90 K, la liquéfaction de l'oxygène s'opérant par contact de l'oxygène gazeux avec ladite zone de cryo-

refroidissement 24, laquelle est refroidie par de l'hélium ou analogue dont la circulation dans un circuit de refroidissement interne (non montré) est assurée par le compresseur 22.

Le LOX ainsi produit va, quant à lui, s'écouler par gravité dans le volume interne 11 du réservoir principal 10 de LOX. Pour ce faire, on prévoit de laisser un espacement 13, c'est-à-dire un passage, entre la surface externe du tube pulsé 21 et la surface de la paroi périphérique délimitant l'orifice d'entrée 12 de manière à permettre un écoulement du LOX dans cet espacement 13. L'oxygène ainsi liquéfié est donc stocké dans le réservoir principal 10 de stockage de LOX en vue de son utilisation ultérieure.

Par ailleurs, comme illustré sur les Figures 1 et 2, le dispositif 1 de liquéfaction de gaz selon l'invention comprend un (ou plusieurs) emplacement(s) 17 au niveau duquel se trouve un port ou raccord de remplissage 18 permettant d'y placer et d'y remplir un (ou plusieurs) réservoir(s) secondaire(s) 40, par exemple du type petite bouteille de gaz ayant une contenance de moins de 1,5 L (équivalent en eau), de préférence entre 0,5 et 1 L.

Un réservoir secondaire portatif 40 permet à l'utilisateur 50 de déambuler facilement, en particulier hors de son domicile. Lorsqu'un réservoir secondaire portatif 40 est connecté fluidiquement au port de remplissage 18, il peut y être rempli avec du LOX provenant du stockage 10 de LOX auquel ledit port de remplissage 18 est relié fluidiquement, via par exemple un conduit de gaz 73, tel qu'un tube métallique, visible notamment sur les Figures 6, 7, 8 et 10.

Lorsque du LOX est transféré du réservoir de stockage 10 vers le réservoir secondaire 40, un vaporiseur de maintien en pression peut être utilisé pour maintenir la pression dans le stockage principal 10 qui contient principalement du LOX surmonté par un ciel d'oxygène gazeux.

De manière générale, le dispositif de liquéfaction 1 a préférentiellement un fonctionnement intermittent pour permettre à la pellicule solide constituée d'impuretés de type eau et CO_2 , se formant sur la zone de cryo-refroidissement 24 de fondre et de ne pas être trop importante sur la zone de cryo-refroidissement 24.

Afin de réduire l'impact des vibrations du tube pulsé 21 qui peuvent être importantes et minimiser ainsi la fatigue des matériaux et ralentir l'usure du dispositif, on peut prévoir un dispositif d'amortissement 60 comprenant des plots d'isolation vibratoire 61 portés par une structure-support 62, telle une plaque, venant se fixer au système de refroidissement cryogénique 20, comme illustré en Figure 3. Les plots d'isolation vibratoire 61 sont préférentiellement au nombre d'au moins 3, par exemple 4 plots 61, permettant d'amortir les

vibrations engendrées par le compresseur 22. Les plots 61 viennent prendre appui sur un plateau solidaire de l'armature ou carcasse externe du dispositif.

On veille également à éviter ou minimiser la formation de givre sur les surfaces périphériques externes 25 du système de liquéfaction 20 car l'air ambiant contient de la vapeur d'eau qui peut s'y condenser et y geler. Pour ce faire, on prévoit soit une bonne ventilation du compartiment liquéfacteur par exemple via un balayage avec un gaz d'échappement sec et chaud, par exemple entre environ 20 et 30°C, et/ou en mettant en œuvre un petit ventilateur, soit une bonne isolation des surfaces périphériques externes 25 avec un ou des matériaux isolants thermiquement et compatibles avec l'oxygène, par exemple de la laine de roche, soit encore une collecte éventuelle des condensats sur une surface chaude pour favoriser leur évaporation.

Conformément à la présente invention, afin de mesurer le niveau de gaz sous forme liquide, c'est-à-dire de gaz liquéfié, à savoir ici du LOX, dans le réservoir 10, on utilise des sondes résistives 70, 71, de préférence sondes à résistance de platine, par exemple des sondes à résistance de platine de référence PT-100 disponibles auprès de la société TCSA.

La Figure 11 schématise une telle sonde résistive 70, 71. Elle est de forme longiligne et comprend un élément résistif 80 en platine faisant office d'élément de prise de mesure connecté électriquement à des fils électriques 81.

L'élément résistif 80 et les fils électriques 81 sont agencés dans une gaine tubulaire 82 en métal, ici en acier inoxydable, formant une enveloppe protectrice autour de ceux-ci, laquelle gaine 82 permet de les protéger des détériorations, notamment par corrosion, oxydation, pression etc...

Avantageusement, chaque élément résistif 80 est de type 100 Ohms à 0°C.

La gaine tubulaire 82 a un diamètre typiquement entre 1 et 10 mm environ ; elle peut être flexible ou rigide. L'élément résistif 80 est maintenu dans la gaine 82 par un matériau inerte 83, par exemple de la silice, permettent d'empêcher ou de limiter les vibrations.

La prise de mesure de chaque sonde 70, 71 se fait au niveau de leur extrémité distale libre 70a, 71a.

Les fils électriques 81 aboutissent, quant à eux, au niveau d'une prise de raccordement 72, visible sur les Figures 8 à 10.

De façon générale, le principe de fonctionnement des sondes résistives 70, 71 est illustré en Figure 12. Il repose schématiquement sur l'application d'une tension constante U_{alim} , par exemple de 1,5 V, et une mesure de la valeur du courant U_{mes} qui circule à

travers d'une sonde résistive 70, 71, par exemple des sondes PT 100, par l'intermédiaire d'une mesure de tension aux bornes d'une autre résistance électrique R de plus faible valeur, par exemple de 5 ohms, laquelle varie avec la température au niveau de la prise de mesure de chaque sonde 70, 71 au sein du réservoir 10.

5 Selon l'invention, les prises de mesure des sondes 70, 71 sont positionnées, c'est-à-dire agencées, à des hauteurs différentes dans le réservoir 10.

Les éléments résistifs 80 des sondes 70, 71 sont donc en fait des résistances qui vont varier selon la température alors qu'ils sont soumis à une tension constante, par exemple 1,5 V. Ils font dès lors office de sondes ou capteurs de température.

10 Or, en fonction de la (ou des) valeur de résistance des sondes résistives 70, 71 mesurée via l'image de la mesure de la tension aux bornes de la résistance électrique additionnelle R de plus faible valeur (5 ohms par exemple), on peut déterminer si la prise de mesure de l'une et/ou l'autre des sondes 70, 71 est immergée dans du gaz liquéfié ou non, donc de déterminer le niveau de liquide dans le réservoir 10.

15 En d'autres termes, ces sondes 70, 71 permettent de mesurer un (ou plusieurs) signal de courant/résistance représentatif de la température déterminée au point de mesure, lequel signal est traité par des moyens de traitement de signal, telle une carte électronique ou un ordinateur, pour en déduire une hauteur de liquide dans le réservoir. La transmission des signaux aux moyens de traitement de signal se fait via la prise de raccordement électrique 72, encore appelée prise-connecteur 72.

Conformément à la présente invention, la détection du niveau de gaz liquéfié, typiquement du LOX, utilise donc comme élément sensible, une résistance électrique 70, 71 à élément résistif 80 ici de 100 ohms à 0°C, à savoir par exemple sonde de température de type PT100, alimentée sous une tension continue fixe de 1,5 V DC par exemple.

25 En fonction de l'évolution de la température de la résistance électrique 70, 71, le courant électrique qui la traverse varie puisque la valeur de la résistance de 100 ohms (à 0°C) elle-même varie.

Afin de mesurer cette variation du courant électrique, la résistance électrique R additionnelle de plus faible valeur (5 ohms par exemple) est branchée en série dans le circuit pour mesurer cette variation de courant via la variation de tension U_{mes} aux bornes de cette résistance R, comme schématisé en Figure 12.

Il suffit alors de définir un seuil de tension aux bornes de cette résistance pour définir un seuil de température vu par la résistance électrique 70, 71. A priori, lorsque la résistance

électrique 70, 71 est en contact avec le gaz liquéfié, celle-ci est à la température dudit gaz liquéfié, alors que lorsqu'elle n'est plus en contact avec le liquide mais se situe dans la phase gazeuse, celle-ci qui devrait alors être à la même température, puisque gaz et liquide sont normalement à l'équilibre thermodynamique et donc à la même température, sera à une température plus élevée du fait de l'échauffement engendrée par le courant électrique qui la traverse.

Le principe pour que la résistance électrique 70, 71 ne soit pas à la même température dans la phase gazeuse que dans la phase liquide repose sur la puissance électrique dissipée par cette résistance électrique 70, 71 qui doit être inférieure au flux thermique que cette résistance électrique 70, 71 reçoit par contact direct avec le liquide et qui doit être nettement supérieure au flux thermique que cette résistance électrique 70, 71 reçoit par contact direct avec la phase gazeuse.

De cette manière, lorsque la résistance électrique 70, 71 est en contact avec le liquide, celle-ci reste à la température du liquide environ, tel du LOX, tandis que lorsqu'elle est en contact uniquement avec la phase gazeuse, celle-ci s'échauffe pour atteindre une température supérieure de plusieurs degrés ou dizaine de degrés.

De là, si la valeur de température mesurée correspond à une température cryogénique pour le gaz considéré, par exemple de l'ordre de -185°C pour du LOX, alors c'est qu'il y a du gaz sous forme liquide à cette hauteur-là au sein du réservoir 10. A l'inverse, si la valeur de température mesurée est plus élevée, alors c'est qu'il y a pas liquide à cette hauteur.

Selon l'invention, la première sonde 70, ici de type PT-100, est agencée de sorte que sa prise de mesure soit positionnée à une première hauteur $H1$ par rapport au fond 10a du réservoir 10 et la seconde sonde 71, ici aussi de type PT-100, est positionnée à une deuxième hauteur $H2$ par rapport au fond 10a du réservoir, avec $H1 < H2$, pour un réservoir 10 de hauteur totale H . En d'autres termes, les sites de mesure des sondes 70, 71 se situent à des hauteurs différentes $H1$, $H2$, respectivement, au sein du réservoir 10 par rapport au fond 10a dudit réservoir.

De préférence, la prise de mesure de la première sonde 70 est localisée vers le fond du réservoir 10, alors que la prise de mesure de la seconde sonde 71 est localisée à son extrémité opposée, c'est-à-dire vers le haut du réservoir 10, c'est-à-dire du côté de son orifice de sortie de gaz.

Les Figures 5A et 5B illustrent ainsi le positionnement possible des sites de mesure des sondes 70, 71 au sein de différents réservoirs 10, soit à fond 10a plat (Fig. 5A), soit à fond 10a bombé extérieurement (5B) ou intérieurement (Fig. 5C).

5 Ainsi, la première hauteur H1 est par exemple inférieure à 10 cm, typiquement inférieure à 5 cm, et la deuxième hauteur H2 est supérieure à 11 cm, typiquement supérieure à 15 cm.

On contrôle le positionnement des prises de mesure des sondes 70, 71 longiformes à leurs hauteurs respectives H1, H2, en jouant sur la longueur de chaque sonde 70, 71, en particulier la longueur des gaines 82 des sondes 70, 71. Ainsi, on peut voir sur les Figures 8 et 10 notamment, que la gaine 82 de la première sonde 70 est supérieure à celle de la seconde sonde 71.

Pour maintenir les sondes 70, 71 en position fixe au niveau de la tête du réservoir, on peut les placer dans une bride 74 agencée au niveau de l'orifice de sortie du récipient 10 ou directement sur son col de sortie afin de limiter les ponts thermiques et donc éviter les 15 pertes thermiques dans le processus de liquéfaction. On les lie à cette bride 74 par brasure ou en utilisant un raccord pour que l'ensemble soit démontable.

La méthode de l'invention est fiable et permet par exemple de déterminer des niveaux haut et bas dans une bouteille d'oxygène liquide puisqu'elle n'est pas trop sensible aux mouvements du réservoir, même s'il est portable. De manière générale, la présente 20 invention est particulièrement bien adaptée aux soins médicaux à domicile.

Revendications

1. Réservoir (10) de stockage de gaz liquéfié comprenant un corps de réservoir (10) délimitant un volume interne (11) de stockage de gaz, ledit corps de réservoir (10) comportant un orifice d'entrée (12) en communication fluide avec le volume interne (11) de manière à permettre l'introduction, via ledit orifice d'entrée (12), de gaz au sein dudit volume interne (11) et un stockage dudit gaz sous forme liquide au sein dudit volume interne (11),

caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins une première sonde résistive (70) et une deuxième sonde résistive (71) agencées dans le volume interne (11) du corps de réservoir (10), la première prise de mesure (70a) de ladite première sonde résistive (70) étant positionnée à une première hauteur (H1) par rapport au fond (10a) du réservoir (10) et la seconde prise de mesure (71a) de ladite deuxième sonde résistive (71) étant positionnée à une deuxième hauteur (H2) par rapport au fond (10a) du réservoir (10), avec $H1 < H2$.

2. Réservoir selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la première prise de mesure (70a) de la première sonde résistive (70) est positionnée à proximité du fond (10a) du réservoir (10) et/ou la seconde prise de mesure (71a) de la deuxième sonde résistive (71) est positionnée à proximité de l'orifice d'entrée (12) du réservoir (10).

3. Réservoir selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les première et deuxième sondes résistives (70, 71) sont des sondes à résistance de platine, de préférence de type 100 Ohms à 0°C.

4. Réservoir selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les première et deuxième sondes résistives (70, 71) ont une forme longiligne et comprennent chacune une prise de mesure (70a, 71a) situées à l'extrémité distale libre de chaque sonde (70, 71).

5. Réservoir selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque sonde résistive (70, 71) comprend un élément résistif (80) formant prise de mesure (70a, 71a), connecté électriquement à des fils électriques (81), de préférence les fils électriques (81) aboutissent à une prise-connecteur (72).

6. Réservoir selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément résistif (80) et les fils électriques (81) sont agencés dans une gaine tubulaire (82), de préférence une gaine (82) en métal.

5 7. Dispositif (1) de liquéfaction de gaz comprenant :

- un système de refroidissement cryogénique (20) comprenant un tube à gaz pulsé conçu pour liquéfier un gaz, et

- un réservoir (10) de gaz liquéfié en communication fluidique avec le système de refroidissement cryogénique (20) selon l'une des revendications 1 à 6, ledit tube à gaz pulsé (21) s'étendant au moins partiellement dans le volume interne (11) dudit réservoir (10).

8. Dispositif de liquéfaction selon la revendication 7, caractérisé en ce que le système de refroidissement cryogénique (10) est agencé au niveau de l'orifice d'entrée (12) du réservoir (10) et le tube à gaz pulsé (21) s'étend au travers de l'orifice d'entrée (12) du réservoir (10), de préférence le tube à gaz pulsé (21) a une forme tubulaire.

9. Dispositif de liquéfaction selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce que le système de refroidissement cryogénique (20) comprend en outre une ligne d'entrée de gaz (27) permettant d'amener un flux gazeux au contact du tube à gaz pulsé (21), et une ligne de sortie de gaz (28) permettant d'extraire du gaz liquide stocké dans le réservoir (10).

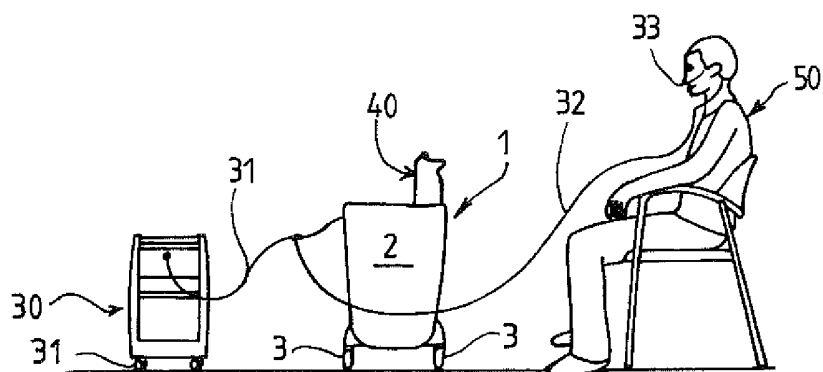
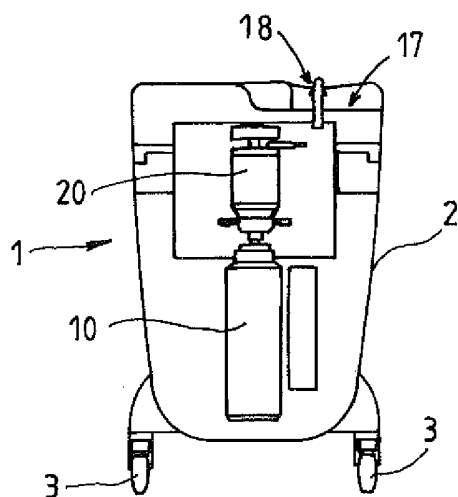
10. Dispositif de liquéfaction selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un port de remplissage permettant le raccordement audit port de remplissage d'un réservoir de gaz secondaire (40) et le remplissage dudit réservoir de gaz secondaire (40) avec du gaz issu du réservoir (10), de préférence le réservoir de gaz secondaire (40) est une petite bouteille de gaz ayant une contenance inférieure à 2 L (en équivalent eau).

11. Installation de fourniture d'oxygène comprenant un concentrateur d'oxygène (30) couplé fluidiquement à un dispositif de liquéfaction (1) de gaz selon l'une des revendications 7 à 10.

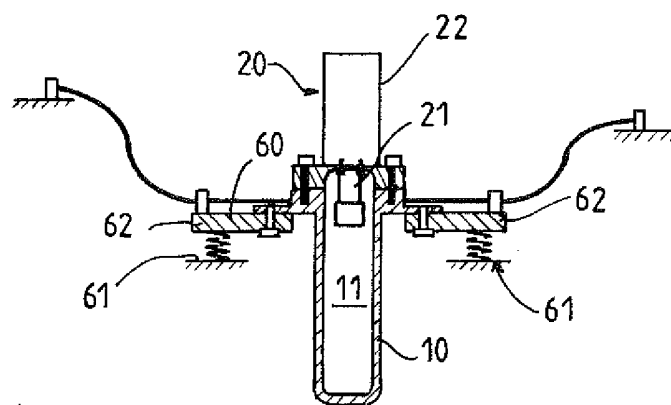
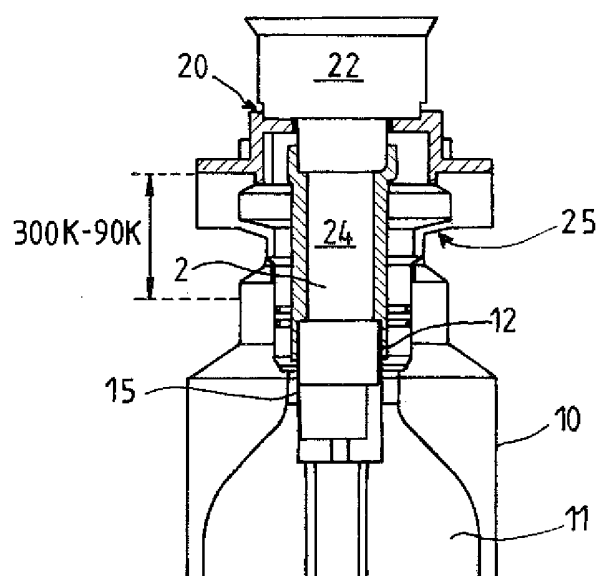
12. Procédé pour déterminer la hauteur de gaz liquéfié dans le réservoir (10) de stockage de gaz liquéfié selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel :

- a) on opère au moins une mesure de température au moyen de la première (70) et/ou de la deuxième (71) sonde résistive agencée dans le volume interne (11) du corps de réservoir
5 (10),
- b) on transmet au moins un signal de mesure à des moyens de traitement de signal, et
- c) on traite ledit signal de mesure au sein desdits moyens de traitement de signal pour en déduire si le gaz liquéfié a atteint la hauteur H1 et/ou la hauteur H2.

1/7

FIG. 1FIG. 2

2./7

FIG. 3FIG. 4

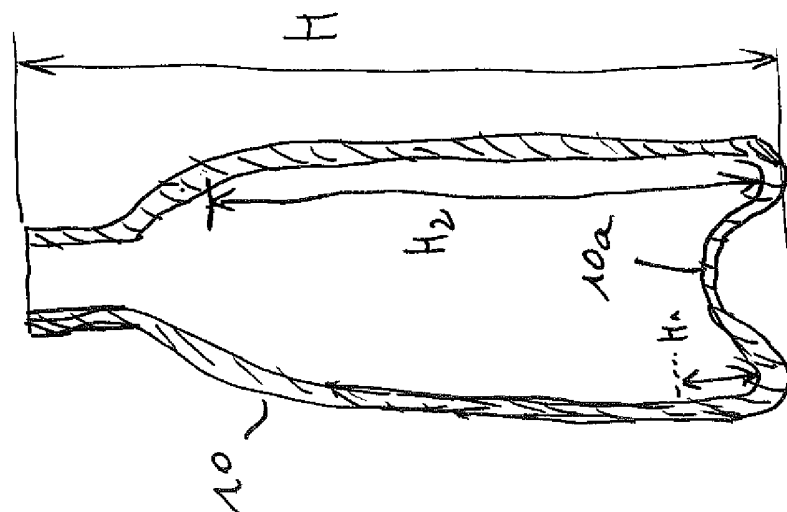


FIG. 5C

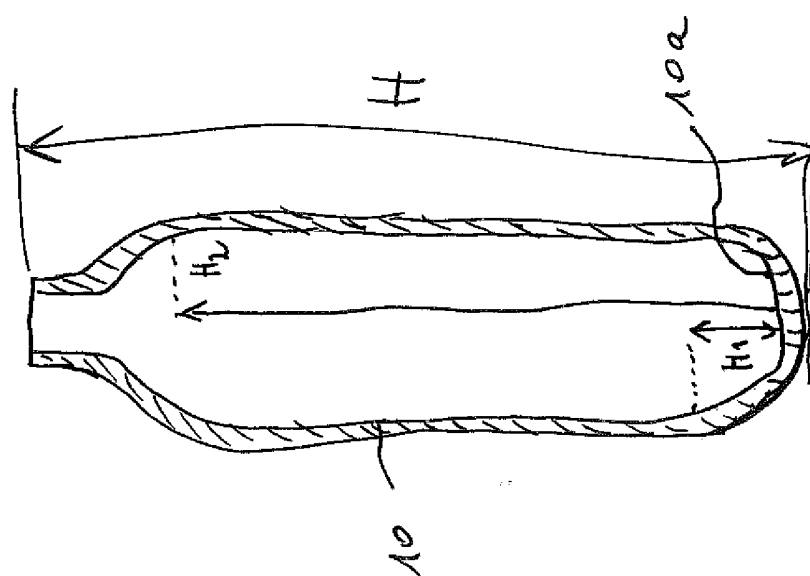


FIG. 5B

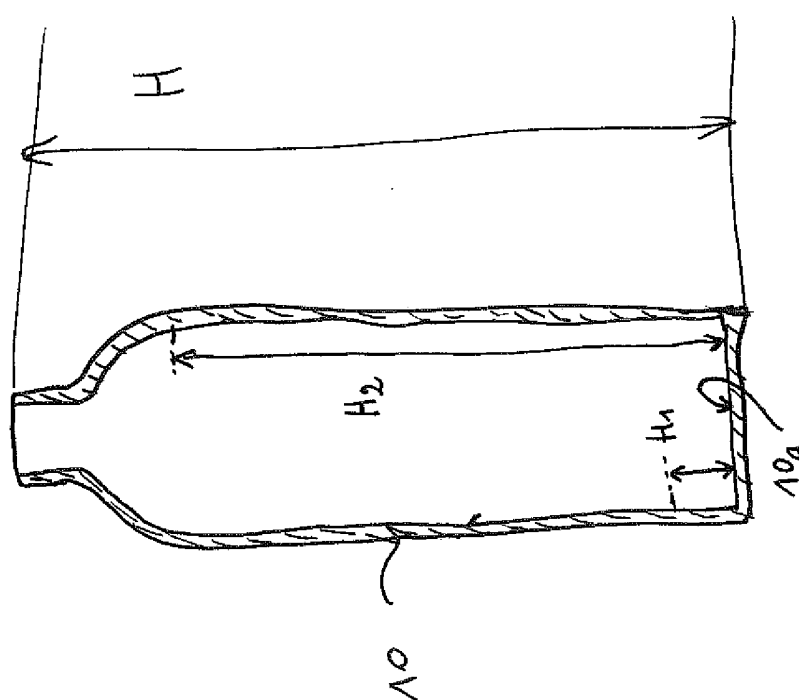


FIG. 5A

417

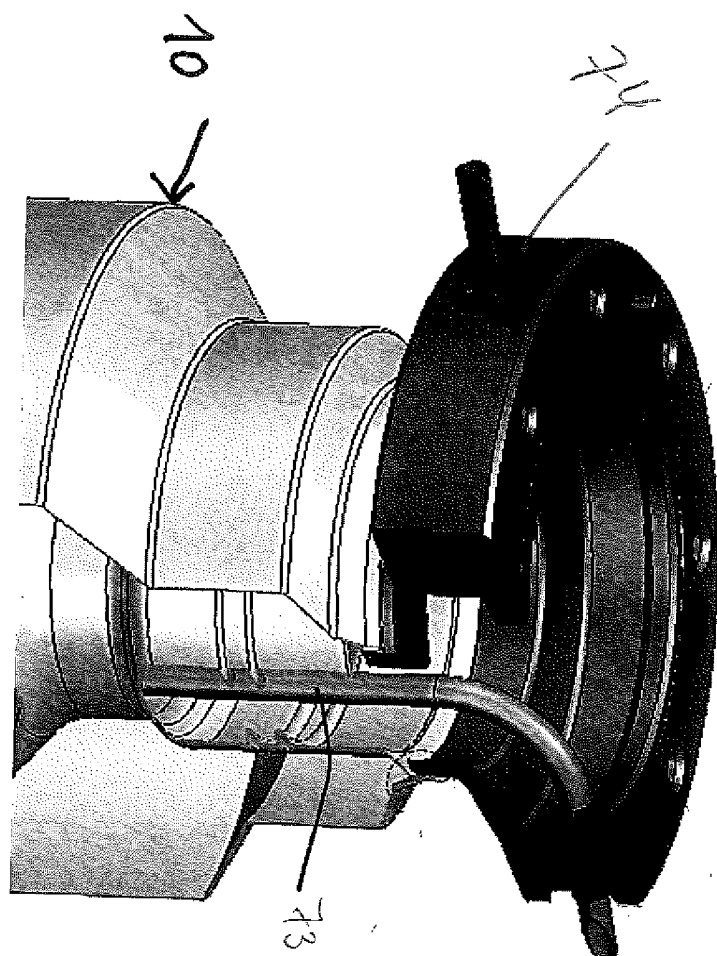


FIG. 6

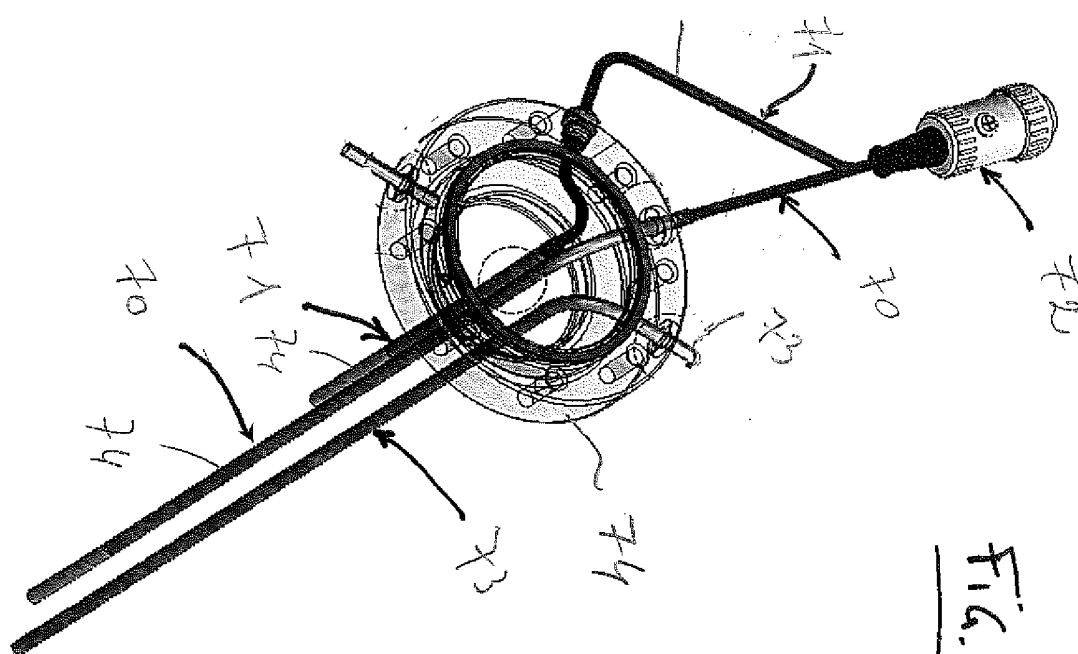


FIG. 7

5/7

FIG. 8

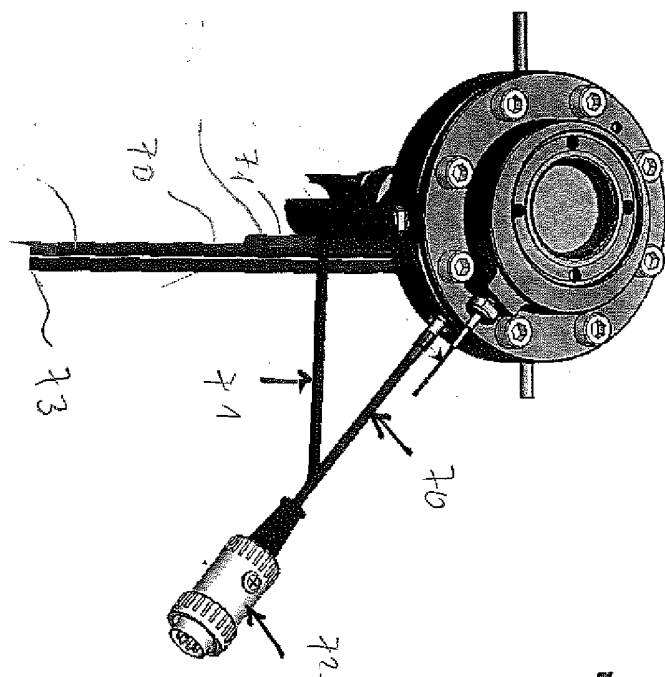
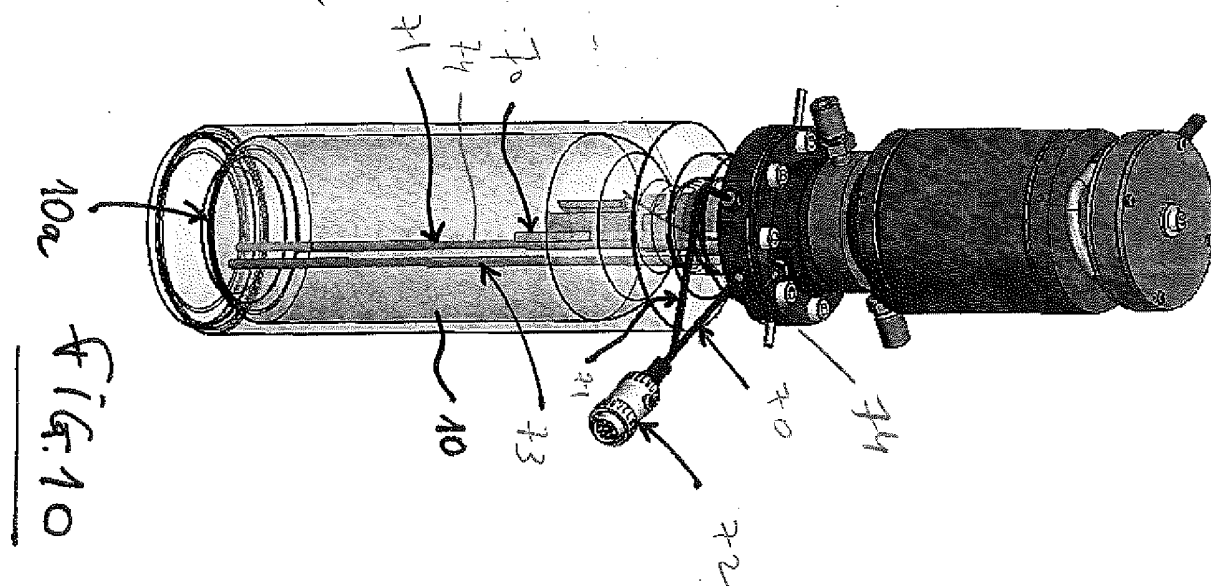
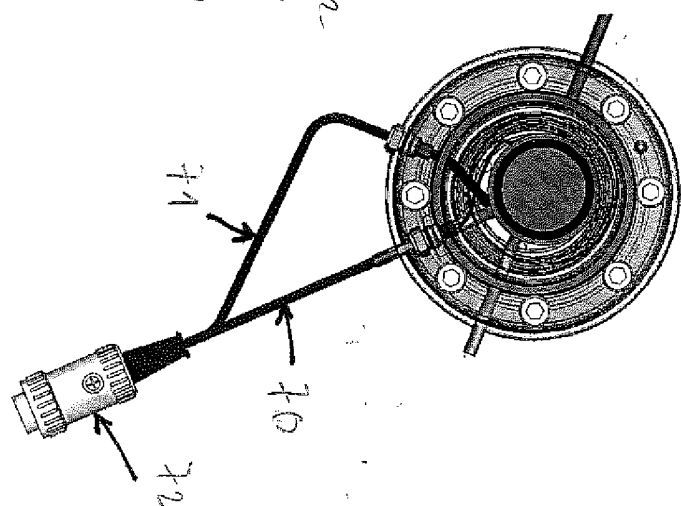


FIG. 9



6/7

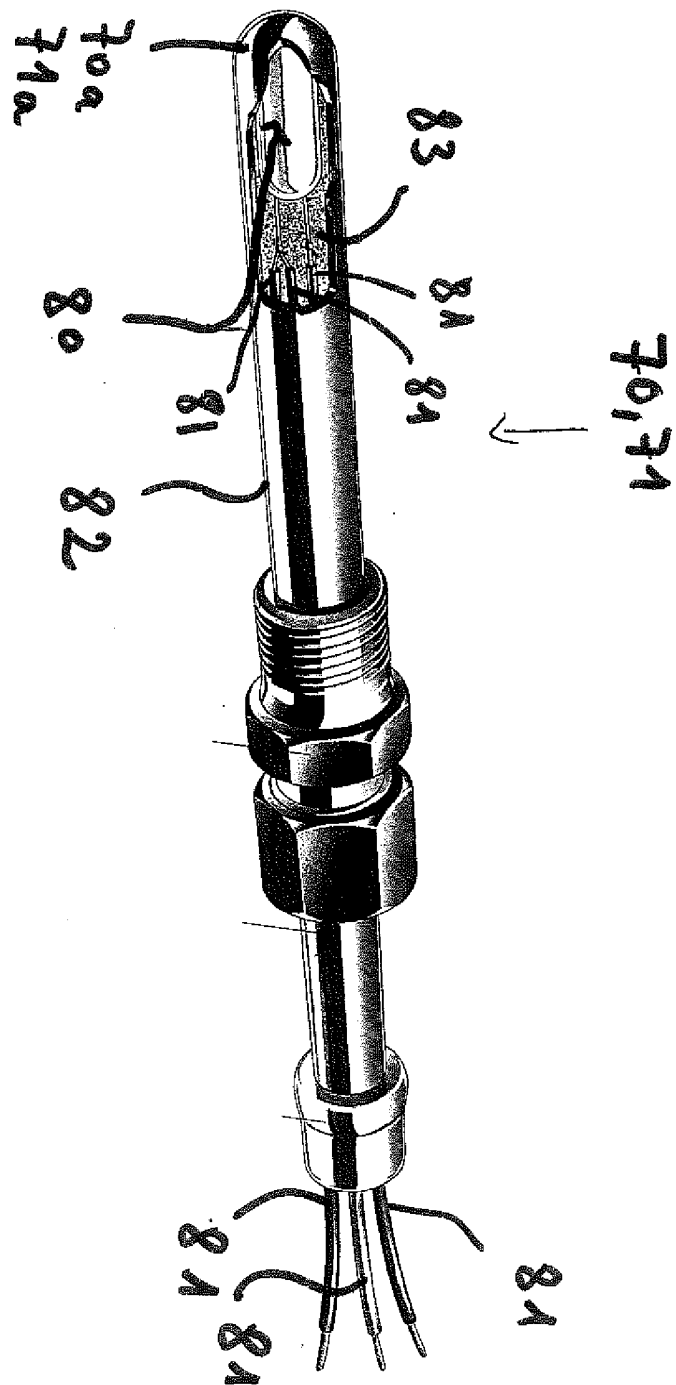


FIG. 11

7/7

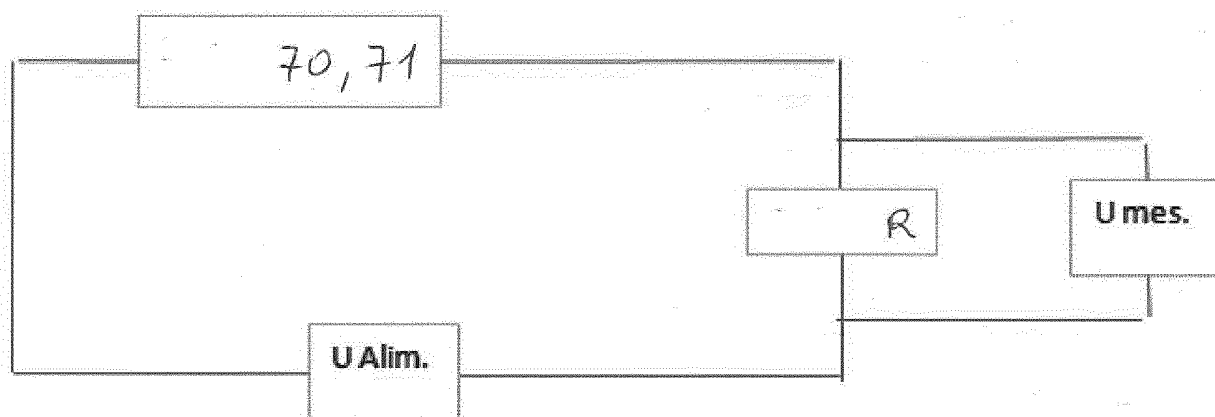


FIGURE 12



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 815800
FR 1559345

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	GB 2 114 303 A (KERNFORSCHUNGSANLAGE JUELICH) 17 août 1983 (1983-08-17)	1-6,12	F17C13/02 F17C3/00 F17C6/00 C01B13/00
Y	* page 1, lignes 6-12,34-37,55-98 * * page 2, lignes 8-11 * * revendications 1,2,3,4 *	7-11	
X	FR 1 500 358 A (COMP GENERALE ELECTRICITE) 3 novembre 1967 (1967-11-03)	1,2,12	
Y	* page 1, colonne 1, lignes 1-3 * * page 1, colonne 2, lignes 1-16 * * page 2, colonne 1, lignes 3-9,16-25 * * page 2, colonne 2, lignes 5-24 *	7	
X	FR 1 376 706 A (THOMSON HOUSTON COMP FRANCAISE) 31 octobre 1964 (1964-10-31)	1,2,12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F17C
Y	* page 1, colonne 1, lignes 3-13, 27-33 * * page 1, colonne 2, lignes 1-17 * * page 2, colonne 1, lignes 7-8, 47-58 *	7	
X	LEWIN J D: "A cryogenic liquid level detector employing thermistors", J. SCI. INSTRUM,, vol. 40, 1 janvier 1963 (1963-01-01), page 539, XP001311878,	1	
Y	* le document en entier *	7	
X	US 3 938 347 A (RIEDEL HANS J ET AL) 17 février 1976 (1976-02-17)	1,2,12	
Y	* colonne 3, ligne 66 - colonne 4, ligne 44 * * colonne 5, ligne 3 - colonne 6, ligne 30 *	7	
Y	WO 2006/047710 A2 (RESPIRONICS IN X INC [US]; DICKERSON BRIAN E [US]; DELVE STEVE W [US]) 4 mai 2006 (2006-05-04) * alinéas [0002], [0058], [0064], [0109], [0111] * * revendication 19 *	7-11	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
28 juillet 2016		Ott, Thomas	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1559345 FA 815800**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **28-07-2016**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2114303	A	17-08-1983	BE 895647 A1	16-05-1983
			DE 3201708 A1	15-09-1983
			FR 2520107 A1	22-07-1983
			GB 2114303 A	17-08-1983

FR 1500358	A	03-11-1967	AUCUN	

FR 1376706	A	31-10-1964	AUCUN	

US 3938347	A	17-02-1976	AUCUN	

WO 2006047710	A2	04-05-2006	AU 2005299287 A1	04-05-2006
			AU 2005299616 A1	04-05-2006
			AU 2008243145 A1	27-11-2008
			BR PI0516109 A	26-08-2008
			BR PI0517532 A	14-10-2008
			CA 2585242 A1	04-05-2006
			CA 2585356 A1	04-05-2006
			EP 1805451 A2	11-07-2007
			EP 1805463 A2	11-07-2007
			JP 5198867 B2	15-05-2013
			JP 2008518181 A	29-05-2008
			JP 2008518183 A	29-05-2008
			US 2006086099 A1	27-04-2006
			US 2006086102 A1	27-04-2006
			US 2008120982 A1	29-05-2008
			WO 2006047664 A2	04-05-2006
			WO 2006047710 A2	04-05-2006
