

SYSTEME ET PROCEDE DE TRANSFERT DE FLUIDE

5 L'invention porte sur un système de transfert de fluide, tel qu'un produit pétrolier, et un procédé de transfert associé. Il s'agit plus particulièrement d'un système de transfert de gaz naturel liquéfié où le transfert est opéré entre deux navires en mer ouverte (transfert offshore).

Le premier des deux navires peut être un navire de production connu
10 sous le nom de LNGP (pour "liquefied natural gas producer" ou producteur de gaz naturel liquéfié), de LNG-FPSO (pour "Liquefied Natural Gas Floating Production Storage and Offloading", c'est-à-dire "système flottant de production, de stockage et de déchargement de gaz naturel liquéfié"), ou encore de FLNG (pour « Floating Liquid Natural Gas Unit », ou Unité flottante de gaz naturel
15 liquide), un navire de reliquéfaction (FSRU pour "Floating Storage and Regasification Unit" ou "unité flottante de stockage et regazification"), un GBS (pour "Gravity Base Structure" c'est-à-dire "une plate-forme à embase poids") ou enfin une plate-forme.

Le deuxième des deux navires peut être un navire destiné à recevoir
20 le gaz pour son transport tel qu'un tanker ou un LNG-C (pour "Liquefied Natural Gas Carrier", par exemple un méthanier).

On connaît notamment pour ce faire des systèmes de chargement rigides et articulés qui présentent une extrémité de ligne de transfert de fluide fixée à une embase ou un support et reliée à un réservoir de fluide à transférer,
25 et une extrémité de ligne opposée mobile pourvue d'un organe de connexion/déconnexion pour le raccordement à une tubulure cible, elle-même reliée à un réservoir de fluide.

Généralement, dans un tel système (cf FR 2813872 et FR 2854156), le bras de chargement comporte une tuyauterie articulée, montée sur une
30 embase, reliée à un réservoir de fluide, et sur laquelle est monté un premier tuyau dit tuyau interne via une portion de tube coudée à 90° permettant à l'une de ses extrémités une rotation selon un axe vertical, et à l'autre extrémité, selon

un axe horizontal. A l'extrémité opposée du tube interne, est monté à rotation selon un axe horizontal, un second tuyau, dit tuyau externe. A l'extrémité du tuyau externe est monté l'organe de connexion/déconnexion, par exemple un coupleur hydraulique.

5 Le coupleur possède ainsi au moins trois degrés de liberté par rapport à l'embase portant l'extrémité fixe de la tubulure, et les mouvements suivant chacun ces degrés de liberté sont commandés par des actionneurs, tels que des vérins ou des moteurs hydrauliques. L'opérateur dispose à cet effet d'une interface de commande.

10 Le transfert de fluide en mer ouverte s'est toujours avéré difficile en raison des mouvements relatifs des deux navires et plus particulièrement ceux du deuxième, le premier des deux définis supra se présentant généralement sous la forme d'une plateforme plus ou moins fixe.

 Pour permettre la connexion des bras de chargement en conditions
15 météorologiques difficiles (mer très agitée), il est de ce fait mis en œuvre sur les bras précités un système à câble soumis à une tension constante, coopérant avec l'extrémité de ligne mobile pour synchroniser les mouvements du bras sur ceux du navire récepteur.

 Ce genre de système donne entièrement satisfaction, mais il serait
20 néanmoins souhaitable de pouvoir disposer d'un système de chargement ne sollicitant pas, ou le moins possible, cette extrémité de ligne mobile lors du processus de connexion.

 La présente invention propose, à cet effet, un système de transfert d'un produit fluide, comportant un bras équilibré de transfert du produit fluide,
25 ayant un compas de transfert comportant une ligne de transfert ayant une extrémité de ligne fixée à un support et une extrémité de ligne mobile pourvue d'un organe de connexion/déconnexion destiné au raccordement de la ligne à une tubulure cible, le système étant caractérisé en ce qu'il comporte en outre un bras télescopique adapté à être solidarisé par l'une de ses extrémités
30 longitudinales à l'extrémité de ligne mobile pour déplacer celle-ci vers une position de raccordement de l'organe de connexion/déconnexion à la tubulure cible et monté par son extrémité longitudinale opposée sur un robot parallèle

commandé en dépendance de la détection de mouvements que subit la tubulure cible pour compenser au niveau de l'organe de connexion/déconnexion des mouvements de la tubulure cible.

5 Grâce à ces dispositions, il est possible d'effectuer un processus de connexion/déconnexion complet n'exerçant pas ou quasiment pas de contrainte sur l'extrémité de ligne mobile et conduisant en outre à d'autres avantages, comme on le verra plus en détail infra.

Suivant d'autres dispositions de la présente invention, pouvant être mises en œuvre de façon indépendante ou combinée, notamment en raison de
10 leur commodité de fabrication ou d'utilisation :

- le robot parallèle comporte un support sur lequel est monté le bras télescopique et des actionneurs pour déplacer le support selon au moins trois degrés de liberté.

- le robot parallèle se présente sous la forme d'une plateforme de
15 Stewart.

- les actionneurs du robot parallèle sont des vérins hydrauliques, pneumatiques ou électriques.

- le système comporte un système de commande adapté à commander les actionneurs du robot parallèle en fonction de signaux reçus de
20 moyens de détection de mouvements de la tubulure cible par rapport à un élément environnant.

- les moyens de détection comportent un système de positionnement global, notamment de type GPS, un système optique, tel qu'une caméra ou un système laser ou infrarouge, un système de mesure
25 d'accélération, un système de stabilisation inertielle pour la mesure des angles, un système autonome de repérage de coordonnées initiales ou une combinaison de deux ou plus de ces systèmes.

- le système de commande est adapté à traiter les signaux reçus des moyens de détection au moyen d'algorithmes préprogrammés.

- le bras télescopique est monté pivotant sur le support de
30 manière à pouvoir le lever ou l'abaisser.

- le bras télescopique est relié rigidement à l'extrémité de ligne mobile.

- le système comporte un chariot monté mobile en translation sur un segment extérieur du bras télescopique et adapté à être fixé à l'extrémité de
5 ligne mobile.

- le bras de transfert comporte au moins trois actionneurs pour commander chacun le mouvement du bras de transfert selon un degré de liberté suivant un premier mode de fonctionnement, et est adapté à être mis en roue libre suivant un second mode de fonctionnement.

- l'extrémité de ligne mobile du bras de transfert comporte des
10 moyens pour guider et aligner l'organe de connexion/déconnexion sur la tubulure cible lorsqu'il arrive à proximité immédiate de celle-ci.

- le bras de transfert est équipé de capteurs adaptés à agir sur les commandes de mouvement de celui-ci en vue de limiter les charges exercées
15 sur un navire portant la tubulure cible.

L'invention concerne aussi un ensemble de transfert d'un produit fluide, comportant un système de transfert tel que défini supra et une tubulure cible munie d'un élément de support pour l'extrémité du bras télescopique située côté extrémité de ligne mobile.

20 L'invention concerne enfin un procédé de transfert de fluide au moyen d'un système tel que défini supra, comportant les étapes consistant à :

- amener le bras télescopique vers la tubulure cible, jusqu'à une position à distance de cette dernière ;

- raccorder le bras télescopique à l'extrémité de ligne mobile du
25 bras de transfert ;

- mettre le bras de transfert en mode roue libre ; et

- amener l'organe de connexion/déconnexion vers une position de raccordement à la tubulure cible au moyen du bras télescopique.

30 Dans un tel cas, l'organe de connexion/déconnexion peut être déplacé, sur une portion de course finale, par coulisement d'un chariot sur le bras télescopique.

L'exposé de la présente invention sera maintenant poursuivi par la description détaillée de deux exemples de réalisation, donnés ci-après à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés. Sur ceux-ci :

- la figure 1 est une vue très schématique en élévation latérale d'un système de transfert suivant un premier mode de réalisation de l'invention ;
5 et

- la figure 2 est une vue très schématique en élévation latérale d'un système de transfert suivant un second mode de réalisation de l'invention.

Ces figures représentent un système de transfert, ici à double
10 contrepoids de transfert d'un produit fluide conforme à l'invention, et présentent deux modes de réalisation des moyens d'actionnement et des moyens de compensation de mouvement.

Dans ces formes de réalisation choisies seulement à titre d'exemple pour illustrer l'application de l'invention, le système de transfert 1 comporte un
15 bras de transfert 10 comportant, d'une manière générale, une portion tubulaire déformable 11 adaptée à être connectée à une extrémité à une canalisation fixe aboutissant à un réservoir (non représentés) et terminée à son autre extrémité par un coupleur 12, ici à moteur hydraulique, ou tout autre organe de connexion/déconnexion (accouplement) d'un type connu et destiné à être
20 connecté à une seconde canalisation ou tubulure cible portée par le navire 2.

Ce coupleur hydraulique 12 est relié par un ensemble de coudes et joints tournants, ici cryogéniques et du type joint tournant Chiksan®, à l'extrémité libre de la portion tubulaire déformable 11. L'ensemble coudes et joints tournants est, en pratique, un style 80 équipé d'un système de
25 déconnexion d'urgence (ERS en anglais, pour Emergency Release System) et d'un système de connexion/déconnexion rapide (QCDC en anglais, pour Quick Connect-Disconnect Coupler). Ce système de connexion/déconnexion rapide est en fonction en opération normale.

On rappellera ici qu'on connaît dans le domaine les expressions
30 "style 40" et "style 50" qui définissent l'une, un raccord ou joint tournant dont les deux extrémités sont, chacune, soudées sur un coude, et l'autre, la réunion d'un premier raccord tournant, puis d'un coude, puis d'un deuxième raccord tournant

faisant un angle de 90 ° avec ledit premier raccord, puis d'un coude. Un style 80 correspond à un style 50 complété par un troisième raccord parallèle au premier raccord et raccordé au deuxième par un coude. Les joints tournants de ces styles sont tous cryogéniques, ici du type joint tournant Chiksan ®.

5 La portion tubulaire déformable 11 comporte principalement deux tubes 13, 14, ou éléments de transfert raccordés par un joint tournant 15 d'axe horizontal (style 40), formant ainsi un compas à ouverture variable. L'un de ces tubes, appelé tube interne 13, est destiné à être raccordé par l'intermédiaire d'un style 50 à une canalisation destinée à raccorder fluidiquement le bras de
10 transfert au réservoir (éléments non représentés sur les figures) tandis que l'autre tube, appelé tube externe 14, est connecté, comme indiqué supra, au coupleur 12.

A la portion tubulaire déformable 11 sont associés des systèmes d'équilibrage à contrepoids adaptés à permettre que, à vide, le bras puisse
15 rester stable dans n'importe quelle configuration. Cela est nécessaire pour le bon déroulement des opérations d'accouplement et de désaccouplement du bras à la canalisation mobile. Il n'y a ainsi aucun effort important à fournir pour maintenir le bras en position.

L'équilibrage principal, c'est-à-dire des éléments mobiles du bras que
20 sont les tubes interne 13 et externe 14 articulés entre eux ainsi que l'ensemble d'accouplement formé par le coupleur hydraulique 12 et les moyens de raccordement de celui-ci au tube externe 14, est assuré au moyen d'au moins un contrepoids primaire 16. Un système d'équilibrage de la section de tube externe 14 et de l'ensemble d'accouplement précité, est, ici, également prévu. Il
25 se présente sous la forme d'un système à pantographe 17 qui comporte au moins un contrepoids secondaire 18.

Des vérins constituent, par ailleurs, des dispositifs d'actionnement ou actionneurs de ces tubes interne 13 et externe 14. Il s'agit ici de vérins hydrauliques commandés par un opérateur au moyen d'une interface de
30 commande.

Ces vérins sont ici au nombre de trois, c'est-à-dire un vérin pour commander le mouvement du bras selon chaque degré de liberté. Celui

d'actionnement du bras 10 en rotation autour d'un axe vertical n'est pas visible sur les figures tandis que ceux d'actionnement des tubes interne 13 et externe 14 portent respectivement les repères numériques 14 et 20.

Par ailleurs, l'extrémité de ligne mobile est équipée du coupleur hydraulique qui est du type QCDC ainsi que d'un système de déconnexion d'urgence (ERS).

Le bras de transfert tel qu'il vient d'être décrit est bien connu de l'homme du métier et ne sera donc pas décrit plus en détails ici. Il s'agit en fait d'un bras similaire à ceux décrits dans les demandes susvisées (FR 2813872 et FR 2854156).

La suite de la description porte plus précisément sur les deux modes de réalisation des moyens d'actionnement et de compensation de mouvements conformes à l'invention.

Dans le cas du premier mode de réalisation, le système de transfert d'un produit fluide comporte, comme indiqué, un bras équilibré de transfert à double contrepoids, installé ici sur une plateforme offshore 21, avec sa portion tubulaire déformable 11 ou compas de transfert formant une ligne de transfert avec une extrémité de ligne fixée à un mat 22 et une extrémité de ligne mobile 23 pourvue du coupleur hydraulique 12 destiné au raccordement de cette ligne de transfert à une tubulure cible 24 installée, ici, sur un LNG-C.

En pratique, le bras de transfert 10 comporte, dans le cas de ce mode de réalisation et comme également indiqué, trois vérins hydrauliques (non représentés sur la figure) pour commander chacun le mouvement du bras selon un degré de liberté dans un premier mode de fonctionnement (par actionnement du tube interne 17, du tube externe 14 et rotation autour d'un axe vertical). Ce bras 10 est en outre adapté à être mis en roue libre suivant un second mode de fonctionnement.

Conformément à la présente invention, le système de transfert comporte en outre un bras télescopique 25, ici hydraulique et à deux segments 26, 27, adapté à être solidarisé par l'une de ses extrémités longitudinales à l'extrémité de ligne mobile 23, pour déplacer celle-ci vers une position de raccordement du coupleur hydraulique 12 à la tubulure cible 24.

Ce bras télescopique est, par ailleurs, monté par son extrémité longitudinale opposée sur un robot parallèle 28 commandé en dépendance de la détection des mouvements que subit la tubulure cible 24, pour compenser au niveau du coupleur hydraulique 12 des mouvements de la tubulure cible 24.

5 Plus précisément, le robot parallèle 28 est, dans le cas de ce mode de réalisation, une plateforme de Stewart à vérins hydrauliques, également connu sous le nom de positionneur hexapode. Il s'agit d'un robot parallèle comportant six actionneurs (vérins hydrauliques) et donc ayant six degrés de liberté : les trois coordonnées de translation ainsi que les angles de tangage,
10 roulis et lacet (angles d'Euler) ou en variante, leur équivalent nautique. Des exemples de telles plateformes sont notamment décrits dans les demandes de brevet WO99/28095 et US2010/0191500.

Seuls deux de ces vérins hydrauliques de la plateforme de Stewart sont ici visibles sur la figure 1 et portent le repère numérique 29.

15 Pour asservir les mouvements de cette plateforme de Stewart, il est prévu un système de commande (non représenté) adapté à commander les vérins hydrauliques de la plateforme en fonction de signaux reçus de moyens de détection de mouvements du navire LNG-C et, partant, de la tubulure cible 24, par rapport à un élément environnant, tel que le coupleur hydraulique 12, ou
20 un autre élément dans le monde environnant.

Ces moyens de détection comportent, dans le cas de ce mode de réalisation, un système laser (30a, 30b), du genre émettant un rayon laser ou infrarouge vers la tubulure cible 24 ou une cible fixe par rapport à cette tubulure, et adapté à capter le rayon réfléchi et à mesurer le temps de parcours
25 du rayon pour en déduire une information de positionnement relatif de la tubulure cible 24 par rapport au coupleur 12. Ce système est, avantageusement, couplé à d'autres capteurs de mouvements, tels que des accéléromètres, pour ce besoin d'asservissement.

Le système de commande est, pour sa part, adapté à traiter les
30 signaux reçus de ces moyens de détection au moyen d'algorithmes préprogrammés. Il peut s'agir, par exemple, d'un système informatique équipé d'un processeur et d'une mémoire dans laquelle sont stockés ces algorithmes.

Ceux-ci peuvent naturellement également être stockés sur un support externe, formant ainsi un produit programme d'ordinateur.

Ce système de commande peut, par ailleurs, gérer les vérins hydrauliques du bras de transfert. Une interface de commande utilisateur peut
5 avantageusement compléter ce système de commande.

On observera encore que le bras télescopique est, ici monté pivotant sur la plateforme de Stewart, de manière à pouvoir le lever ou l'abaisser, au moyen par exemple d'un vérin hydraulique (non représenté sur la figure 1). Il s'agit en pratique d'un pivotement autour d'un axe 31 s'étendant parallèlement
10 au plateau supérieur 32 de la plateforme de Stewart et transversalement à l'axe du mât 22 supportant le compas de transfert.

A son autre extrémité, le bras télescopique 25 comporte, dans le cas de ce premier mode de réalisation, un chariot 33 monté mobile en translation sur le segment extérieur 27 du bras télescopique 25, suivant deux sens
15 opposés schématisés par les flèches A et B. Afin de pouvoir déplacer le coupleur hydraulique 12 en translation, ce chariot est fixé à l'extrémité de ligne mobile 23.

Dans le cas de ce mode de réalisation, il est également prévu sur le LNG-C, un manifold 34, ou plus simplement une bride, en bout de tubulure cible
20 24, destiné à être raccordé au coupleur hydraulique, et se présentant sous la forme d'une pièce rapportée sur un tronçon de tubulure standard 35 équipant le LNG-C. Un support 36, en forme d'équerre, est fixé à et sous ce manifold pour pouvoir recevoir, en appui, l'extrémité libre du bras télescopique 25.

Le processus de connexion est effectué, suivant ce premier mode de
25 réalisation, comme suit :

- le bras télescopique 25 et le bras de transfert 10 (avec ses propres vérins) sont, tout d'abord, déployés de manière à être positionnés entre une position de stockage ou repli et une position de raccordement à la tubulure cible.
- 30 - le bras de transfert 10 est ensuite raccordé (en pratique relié par exemple par vissage) au chariot mobile 33 du bras télescopique 25.

- le bras de transfert 10 n'est alors pas encore en mode roue libre mais le chariot est en mesure d'effectuer un mouvement de recul (sens de la flèche B) en translation pour compenser le mouvement en sens inverse du segment externe 27 du bras télescopique 25.

5 Ensuite, le bras télescopique 25 est amené en position d'appui sur le support 36 en équerre raccordé au manifold 34, par translation du segment externe 27 de ce bras.

On aboutit ainsi au positionnement visible sur la figure 1. Dans cette position, le coupleur hydraulique 12 est encore en retrait par rapport à
10 l'extrémité libre du bras télescopique 25, c'est-à-dire l'extrémité libre du segment externe 27 de ce bras.

En d'autres termes, les mouvements de cette extrémité sont synchronisés avec ceux du LNG-C et cette extrémité se retrouve donc dans une position fixe par rapport au LNG-C. Il en va de même du coupleur
15 hydraulique 12, à l'exception de son mouvement de déplacement en translation visant à le rapprocher du manifold 34.

Tout en procédant à cette compensation de mouvements, le chariot 33, avec le bras de transfert 10 relié à celui-ci, est ensuite déplacé en translation jusqu'à ce que le coupleur hydraulique 12 soit en position de
20 connexion au manifold 34. Lors de ce déplacement en translation, le bras de transfert est mis en mode roue libre.

L'accouplement final entre le coupleur hydraulique 12 et le manifold 34 est, dans le cas de ce premier mode de réalisation, réalisé manuellement grâce aux degrés de liberté que possède, en pratique et de manière connue en
25 soi, l'extrémité de ligne mobile 23 par rapport au reste de la tubulure externe 14. En variante, comme on le verra ci-après, l'alignement final peut également être assuré par des moyens de guidage et d'alignement.

On va maintenant décrire le second mode de réalisation à l'appui de la figure 2. Les éléments de cette figure 2 identiques similaires à ceux de la
30 figure 1, portent les mêmes repères numériques.

Suivant ce second mode de réalisation représenté sur la figure 2, le bras de transfert 10, par l'intermédiaire de son extrémité de ligne mobile 23, est

relié rigidement, directement au segment externe 27 du bras télescopique 25. En d'autres termes, il n'y a plus de chariot mobile en translation.

Il s'agit, en pratique, d'une patte 37 fixée, d'une part, au segment externe du bras télescopique et, d'autre part, à l'extrémité mobile 23 de la ligne de transfert, entre la dernière rotation de celle-ci et le coupleur hydraulique 12. La fixation peut être réalisée par exemple par vissage. On observera également que la dernière rotation peut être bloquée lors du déplacement en translation du coupleur hydraulique 12 décrit ci-après.

On observera encore que le système de transfert 1 selon ce second mode de réalisation comporte des moyens pour guider et aligner le coupleur hydraulique 12 sur le manifold 34 lorsqu'il arrive à proximité immédiate de celui-ci. Il s'agit, ici, de deux éléments tronconiques de guidage complémentaires (un élément tronconique mâle et un élément tronconique femelle adaptés à s'emboîter l'un dans l'autre).

On observera que ce mode de réalisation ne requiert pas, en revanche, de support de bras télescopique 25 sur le manifold 34.

Le processus de connexion suivant ce second mode de réalisation est le suivant :

- le bras télescopique 25 est, tout d'abord, étendu jusqu'à une position à distance du manifold 34 (sans compensation de mouvements au moyen du robot parallèle).

Le bras de transfert 10 est ensuite déployé au moyen de ses actionneurs jusqu'à ce que le coupleur hydraulique 12 soit situé au voisinage de l'extrémité libre du segment externe 27 du bras télescopique 25.

Le bras de transfert 10 est alors relié rigidement à cette extrémité du bras télescopique 25 et mis en mode roue libre.

Puis le bras télescopique 25 est déplacé jusqu'à une position de connexion du coupleur hydraulique 12 au manifold 34, le robot parallèle 28 étant simultanément mis en fonctionnement pour assurer la compensation des mouvements du manifold 34. Les moyens de guidage et d'alignement assurent ensuite le guidage et l'alignement final du coupleur hydraulique 12 sur le manifold 34.

En pratique, il est bien entendu possible d'envisager, par exemple, de compenser un mouvement du LNG-C en direction de la plateforme par une absence de mouvement d'avance du coupleur hydraulique 12, au lieu de le faire reculer puis avancer. On profite ainsi du rapprochement du LNG-C pour
5 rapprocher le coupleur hydraulique 12 du manifold 34.

La procédure de déconnexion peut se faire d'une manière similaire à la procédure de connexion, mais en sens inverse. Il est cependant à noter qu'en cas de déconnexion d'urgence, le système de guidage formé par le bras télescopique n'est pas utilisé. En effet, le bras télescopique est retiré après la
10 connexion du bras au manifold du navire, et donc lors de la déconnexion d'urgence il n'y a que le bras et celui-ci. La séquence de déconnexion d'urgence est identique à celle traditionnellement faite sur les bras de transfert.

Grâce à la présente invention, la procédure de connexion d'un bras de transfert à une tubulure cible peut être effectuée sans exercer de contrainte
15 particulière sur l'extrémité mobile de la ligne de transfert et sans qu'il ne soit nécessaire d'installer sur celle-ci de moyens additionnels utilisés pendant la procédure de connexion, qui imposeraient à cette extrémité un poids supplémentaire transféré au manifold après connexion.

En outre, la connexion peut être assurée sans heurt et avec un bras
20 de transfert presque conventionnel.

La présente invention ne se limite pas aux modes de réalisation préférés décrits ci-dessus à titre d'exemples non-limitatifs et illustrés sur les dessins. Elle concerne toutes les variantes de réalisation à la portée de l'homme du métier.

25 En particulier, il peut être envisagé, par exemple, de ne faire se déplacer le support ou plateau du robot parallèle, sur lequel est monté le bras télescopique, que selon trois degrés de liberté (tangage, roulis et lacet), tandis que les mouvements de translation pourraient être pris en charge par un déplacement du bras télescopique équipé d'actionneurs adéquats.

30 La compensation de mouvements peut également être envisagée pour des mouvements relatifs des premier et second navires, si la plateforme n'est pas sensiblement stationnaire.

Dans ce cas, on peut prévoir de déterminer le positionnement relatif de l'organe de connexion/déconnexion par rapport à la tubulure cible, au lieu, par exemple, de ne détecter que les mouvements du second navire par rapport à un point de référence ou un élément fixe.

5 En outre, les moyens de guidage et d'alignement peuvent se présenter sous une forme autre que les éléments tronconiques mâle et femelle, telle que par exemple sous la forme de tiges ayant une forme permettant le guidage et l'alignement du coupleur hydraulique afin de l'amener dans sa position finale de connexion au manifold.

10 Par ailleurs, il peut être envisagé d'utiliser le bras télescopique monté sur le robot parallèle pour assurer la compensation de mouvements de deux bras de transfert disposés côte à côte.

Le bras de transfert peut, quant à lui, être un bras équilibré sur un contrepoids unique.

15 On notera encore que le système autonome de repérage de coordonnées initiales (position, orientation, ...) mentionné supra et de genre de ceux décrits dans la demande EP 0 029 768.

Les capteurs pouvant équiper le bras de transfert (de préférence son extrémité extérieure de tube externe) en vue d'agir sur ses commandes afin de
20 limiter les charges exercées sur le second navire peuvent être par exemple du type capteurs de force ou d'accélération.

REVENDECATIONS

1. Système de transfert (1) d'un produit fluide, comportant un bras équilibré de transfert (10) du produit fluide, ayant un compas de transfert (13, 14) comportant une ligne de transfert ayant une extrémité de ligne fixée à un support et une extrémité de ligne mobile (23) pourvue d'un organe de connexion/déconnexion (12) destiné au raccordement de la ligne à une tubulure cible (24), caractérisé en ce qu'il comporte en outre un bras télescopique (25) adapté à être solidarisé par l'une de ses extrémités longitudinales à l'extrémité de ligne mobile (23) pour déplacer celle-ci vers une position de raccordement de l'organe de connexion/déconnexion (12) à la tubulure cible (24) et monté par son extrémité longitudinale opposée sur un robot parallèle (25) commandé en dépendance de la détection de mouvements que subit la tubulure cible (24) pour compenser au niveau de l'organe de connexion/déconnexion des mouvements de la tubulure cible.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le robot parallèle comporte un support sur lequel est monté le bras télescopique et des actionneurs pour déplacer le support selon au moins trois degrés de liberté.

3. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que le robot parallèle se présente sous la forme d'une plateforme de Stewart.

4. Système selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que les actionneurs du robot parallèle sont des vérins hydrauliques, pneumatiques ou électriques.

5. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un système de commande adapté à commander les actionneurs du robot parallèle en fonction de signaux reçus de moyens de détection de mouvements de la tubulure cible par rapport à un élément environnant.

6. Système selon la revendication 5, caractérisé en ce que les moyens de détection comportent un système de positionnement global, notamment de type GPS, un système optique, tel qu'une caméra ou un système laser ou infrarouge, un système de mesure d'accélération, un système

de stabilisation inertielle pour la mesure des angles, un système autonome de repérage de coordonnées initiales, ou une combinaison de deux ou plus de ces systèmes.

5 7. Système selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que le système de commande est adapté à traiter les signaux reçus des moyens de détection au moyen d'algorithmes préprogrammés.

8. Système selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, caractérisé en ce que le bras télescopique est monté pivotant sur le support de manière à pouvoir le lever ou l'abaisser.

10 9. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le bras télescopique est relié rigidement à l'extrémité de ligne mobile.

10. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comporte un chariot monté mobile en translation sur un segment extérieur du bras télescopique et adapté à être fixé à l'extrémité de ligne mobile.

11. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le bras de transfert comporte au moins trois actionneurs pour commander chacun le mouvement du bras de transfert selon un degré de liberté suivant un premier mode de fonctionnement, et est adapté à être mis en roue libre suivant un second mode de fonctionnement.

12. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que l'extrémité de ligne mobile du bras de transfert comporte des moyens pour guider et aligner l'organe de connexion/déconnexion sur la tubulure cible lorsqu'il arrive à proximité immédiate de celle-ci.

13. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que le bras de transfert est équipé de capteurs adaptés à agir sur les commandes de mouvement de celui-ci en vue de limiter les charges exercées sur un navire portant la tubulure cible.

14. Ensemble de transfert d'un produit fluide, comportant un système de transfert selon l'une quelconque des revendications 1 à 13 et une tubulure

cible munie d'un élément de support pour l'extrémité du bras télescopique située côté extrémité de ligne mobile.

15. Procédé de transfert de fluide au moyen d'un système selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, comportant les étapes consistant

5 à :

- amener le bras télescopique vers la tubulure cible, jusqu'à une position à distance de cette dernière ;

- raccorder le bras télescopique à l'extrémité de ligne mobile du bras de transfert ;

10

- mettre le bras de transfert en mode roue libre ; et

- amener l'organe de connexion/déconnexion vers une position de raccordement à la tubulure cible au moyen du bras télescopique.

16. Procédé selon la revendication 15, suivant lequel l'organe de connexion/déconnexion est déplacé, sur une portion de course finale, par

15

coulissement d'un chariot sur le bras télescopique.