

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Procédé d'exploration sous-marine et dispositif de mouillage d'un drone d'exploration sous-marine.

②② Date de dépôt : 25.01.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *H2drOne Société par actions simplifiée —FR et CERES Société par actions simplifiée — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 28.07.23 Bulletin 23/30.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 28.03.25 Bulletin 25/13.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : BIANCHINI Cédric, LECOMTE Romuald, JAUBERT Bruno et LAUNEY Guillaume.

⑦③ Titulaire(s) : H2drOne Société par actions simplifiée, CERES Société par actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : Cabinet Brev&sud.



Description

Titre de l'invention : Procédé d'exploration sous-marine et dispositif de mouillage d'un drone d'exploration sous-marine

[0001] L'invention a pour objet un procédé d'exploration sous-marine, ainsi qu'un dispositif de mouillage d'un drone d'exploration sous-marine.

Domaine technique de l'invention

[0002] La présente invention entre dans le domaine de l'exploration sous-marine et des fonds marins.

[0003] L'invention trouvera des applications préférentielles, mais aucunement limitatives, dans la récupération d'objets immergés, notamment du matériel scientifique comme un hydrophone, mais aussi dans l'inspection d'ouvrages, comme les parties immergées d'infrastructures, notamment un quai ou une digue, une éolienne de type offshore ou une plate-forme pétrolière, mais encore dans les investigations et les opérations de renflouement sur le site d'un naufrage de navire.

[0004] Usuellement, l'exploration sous-marine d'un site en mer nécessite le déploiement de plongeurs à partir d'un navire. Proportionnellement à la profondeur à atteindre et des tâches d'exploration à mener, ainsi que du matériel à immerger, les plongeurs doivent avoir des formations et des compétences extrêmement spécialisées, sans pour autant assurer totalement leur sécurité. En particulier, les conditions marines du site rendent d'autant plus complexe et dangereuse une plongée humaine, en raison de la houle, de l'amplitude des marées, de la force des courants et de la fluctuation constante de ces conditions environnementales.

Pour cette raison, l'exploration sous-marine et des fonds marins fait intervenir des sous-marins, ou bien des structures immergées pressurisées spécifiques, permettant d'embarquer des humains. Ces solutions nécessitent une structure flottante dédiée à la surface, conséquente et coûteuse à déployer, limitant autant techniquement que financièrement le recours à leur utilisation, en particulier pour des tâches de moindre importance, comme c'est le cas de l'inspection de structure ou encore la récupération de matériel scientifique.

[0005] Dans ce contexte, depuis les années 1960-1970, l'exploration sous-marine a recours à des robots sous-marin télé- ou préférentiellement filo-guidés, communément appelés « ROV » (pour « Remotely Operated underwater Vehicle »), essentiellement répertoriés en deux catégories. Une première catégorie regroupe les ROV de travail (« Workclass ROV »), engins lourds équipés de bras et d'outils pour l'accomplissement de travaux, en particulier à grande profondeur (jusqu'à - 6 000 mètres). Encore une fois, ces ROV lourds nécessitent de déployer une structure flottante conséquente

dédiée avec un équipage formé avec des compétences très spécifiques, bien au-delà d'un télé-opérateur conventionnel.

Une seconde catégorie regroupe les ROV d'OBServation (« OBSROV »), engins légers filo-guidés, avec une masse d'au moins 50 kg (kilogrammes), généralement d'au moins 100 kg. Ces ROV légers sont plus simples à déployer à partir d'un navire conventionnel, mais qui doit être équipé encore une fois de matériel dédié embarqué, comme une grue et une alimentation électrique de surface. En outre, ces ROV légers peuvent uniquement effectuer des tâches d'inspection ou de mesure, sans pouvoir intervenir physiquement, ne disposant pas des outils embarqués nécessaires à une intervention.

[0006] Récemment, la catégorie des ROV d'observation a vu apparaître des engins ultra-légers, communément désignés « drones sous-marins ». Cette classe regroupe des drones filo-guidés d'une masse inférieure à 100 kg, généralement de moins de 50 kg. Moins coûteux et faciles à déployer, ces drones se limitent à l'exploration, ne pouvant embarquer d'outil du fait de leur faible capacité d'emport. De plus, les drones doivent opérer dans des conditions marines « calmes », en particulier avec peu de courants marins. En effet, le faible poids de ces drones ultra-légers les rendent extrêmement sensibles aux courants, rendant complexe voire impossible leur déploiement si les conditions marines ne sont pas optimales.

[0007] En particulier, lors de la plongée d'un drone sous-marin ultra-léger, filo-guidé et donc relié à la surface par un câblage ombilical, les courants agissent autant sur les parois dudit drone que sur l'ombilical. La force exercée sur l'ombilical, fonction de la profondeur à atteindre, génère des efforts de traction suffisants pour le déstabiliser et qu'il n'est pas possible de contrecarrer avec la faible motorisation embarquée sur ce type ultra-léger de drone.

A titre d'exemple, pour un ombilical d'un diamètre de 8 mm (millimètres), un câblage de 50 m représente une surface projetée de 0,4 m² (mètre carré). Cette surface s'apparente donc à une voile, prenant le courant comme le vent, de façon proportionnelle à sa superficie.

En outre, pour un ROV léger, à l'ombilical dédié au contrôle et à l'approvisionnement en énergie, s'ajoute généralement un lien de sûreté, à l'instar d'une ligne de vie, reliant le ROV à un point fixe d'attache à la surface et situé sur l'embarcation ou la structure flottante. Un tel lien prend aussi la force du courant, augmentant la traction et réduisant davantage sa capacité à opérer dans le courant.

État de la technique

[0008] Une solution existante consiste à déployer un ROV filo-guidé, peu importe sa catégorie, en immergeant une cage l'embarquant jusqu'à ce qu'elle soit positionnée sur

le fond marin. La cage sert alors de point d'ancrage et de relais, permettant au drone d'opérer autour, en déroulant son câblage au fur et à mesure de sa progression. Cette solution permet de limiter l'impact du courant uniquement sur la longueur de câblage déroulée, généralement dans une zone hémisphérique autour de la cage, plutôt que sur une longueur équivalente à la profondeur d'immersion.

[0009] Toutefois, le recours à l'immersion d'une cage nécessite d'embarquer à bord des moyens de levage adaptés, comme une grue marine, pour la descente et la remontée de la cage et du ROV.

De surcroît, la dépose de la cage sur le fond marin limite le rayon d'action du drone autour à la longueur de câblage déroulé et à partir du point de ladite dépose. En particulier, si le drone doit opérer à une profondeur intermédiaire, à quelques dizaines de mètres au-dessus du fond marin, des contraintes induites par les courants se reproduisent, complexifiant encore une fois le contrôle des déplacements du drone.

[0010] Pour résoudre ce problème de plongée à une profondeur intermédiaire, il est possible de descendre la cage avec un ancrage sous-jacent, à savoir déployé inférieurement jusqu'au fond marin. Toutefois, la cage subit la force des courants, la déstabilisant et impactant le contrôle du ROV qui y est relié. Il faudrait alors relier la cage à plusieurs ancrages sur le fond marin, complexifiant les opérations relatives à son immersion.

Exposé de l'invention

[0011] L'invention a pour but de pallier les inconvénients de l'état de la technique en proposant un procédé d'exploration sous-marine adapté à l'immersion de ROV léger ou ultra-léger, en particulier de type drone, filo-guidé, assurant la reprise des efforts exercés par le courant sur son câblage, ainsi qu'éventuellement sur un lien de grappinage prévu pour la récupération d'un objet immergé.

Pour ce faire, l'invention prévoit un mouillage spécifique et dédié, permettant de régler la profondeur d'immersion et une gueuse prévue coulissante le long dudit mouillage jusqu'à ladite butée.

[0012] Pour ce faire, le procédé d'exploration sous-marine comprend, de façon non limitative, les étapes suivantes :

- on effectue un ancrage d'un navire en amont d'un site d'exploration sous-marine ;
 - on effectue un mouillage à l'aplomb dudit site d'exploration, avec un cordon de mouillage d'une longueur adaptée à la profondeur du fond marin, avec une butée placée à une position le long dudit cordon ;
 - on met à l'eau un ROV de type drone sous-marin filo-guidé au moyen d'un câblage ;
 - on contrôle la descente en immersion dudit drone ;
- caractérisé en ce qu'il comprend au moins les étapes suivantes :
- on immerge une gueuse coulissante le long dudit cordon de mouillage, ledit câblage

du drone étant relié à ladite gueuse ;

- lors de de la descente en immersion dudit drone, on commande conjointement le coulisement de ladite gueuse le long dudit cordon de mouillage jusqu'à ladite butée.

[0013] Selon des caractéristiques additionnelles, non limitatives, ledit mouillage s'effectue en aval dudit ancrage.

[0014] Selon un mode de réalisation, préalablement au mouillage, on règle la position de ladite butée le long dudit cordon de mouillage, ladite position correspondant à une profondeur d'immersion de ladite gueuse.

[0015] Selon un mode de réalisation, ledit procédé d'exploration consiste à, préalablement :

- équiper ledit drone d'un crochet relié par un filin audit navire, ledit crochet étant monté de façon amovible sur ledit drone ;

- relier ledit filin sur ladite gueuse au travers d'un point d'amarrage largable ;
puis successivement

- une fois le drone en immersion à ladite butée, on contrôle les déplacements dudit drone jusqu'à grappinage au moyen dudit crochet d'un objet immergé présent sur ledit site d'exploration ;

- on commande un largage dudit filin par séparation avec ledit point d'amarrage avec ladite gueuse ;

- on remonte ledit objet immergé par traction dudit filin depuis ledit navire.

[0016] Selon un mode de réalisation, on contrôle la remontée dudit drone de façon synchronisée avec la remontée du mouillage.

[0017] L'invention concerne encore un dispositif de mouillage d'un drone d'exploration sous-marine, comprenant

- un cordon de mouillage, avec une extrémité fixe de surface et une extrémité opposée pourvue d'une ancre ;

caractérisé en ce qu'il comprend

- une gueuse, montée en coulisement le long dudit cordon de mouillage ;

- ladite gueuse comprenant des moyens d'accrochage au moins d'un câblage dudit drone filo-guidé.

[0018] Selon des caractéristiques additionnelles, non limitatives, un tel dispositif de mouillage comprend

- une butée réglable à une position le long dudit cordon de mouillage ;

- ladite gueuse ayant une course coulissante le long dudit cordon de mouillage, ladite course s'étendant entre ladite extrémité fixe de surface et ladite butée.

[0019] Selon un mode de réalisation, ladite gueuse comprend un profil intérieur avec un diamètre interne variant sur la longueur de ladite gueuse, ledit diamètre interne étant au moins une fois et demi supérieur au diamètre du cordon de mouillage.

[0020] Selon un mode de réalisation, ladite butée comprend au moins un disque.

- [0021] Selon un mode de réalisation, ladite butée est de couleur claire, préférentiellement blanche.
- [0022] Selon un mode de réalisation, lesdits moyens d'accrochage comprennent
- un moyen d'amarrage d'un filin relié audit drone de façon amovible, ledit moyen d'amarrage étant prévu largable.
- [0023] (reprise des caractéristiques des revendications dépendantes M+).
- [0024] Selon un mode de réalisation, ledit dispositif de mouillage peut être prévu pour la mise en œuvre dudit procédé d'exploration sous-marine selon l'invention.

Présentation des dessins

- [0025] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée qui va suivre des modes de réalisation non limitatifs de l'invention, en référence aux figures annexées, dans lesquelles :
- [0026] [Fig.1] représente schématiquement une vue en perspective d'un mode de réalisation d'un dispositif de mouillage ;
- [0027] [Fig.2] représente schématiquement une vue simplifiée de côté d'une première étape de mise en œuvre du procédé d'exploration, montrant notamment un navire avec un premier ancrage en amont par rapport au courant, ainsi que la descente du dispositif de mouillage le long d'un second mouillage à l'aplomb d'un objet immergé sur le fond marin, la descente s'effectuant de façon coordonnée avec la plongée d'un drone filoguidé ;
- [0028] [Fig.3] représente une vue similaire à la [Fig.2] d'une deuxième étape dudit procédé d'exploration, montrant notamment le déplacement du drone sous-marin, une fois le dispositif de mouillage arrivé en butée à la profondeur requise ;
- [0029] [Fig.4] représente une vue similaire à la [Fig.2] d'une troisième étape dudit procédé d'exploration, montrant notamment la sécurisation de l'objet immergé par crochetage, suivi du début de la remontée du drone et du dispositif de mouillage ;
- [0030] [Fig.5] représente une vue similaire à la [Fig.2] d'une quatrième étape dudit procédé d'exploration, montrant notamment la remontée de l'objet une fois sécurisé ; et
- [0031] [Fig.6] représente schématiquement une vue de dessus, montrant quatre étapes successives d'un mode de mise en œuvre du procédé d'exploration, depuis le premier ancrage du navire, jusqu'à la mise à l'eau du drone sous-marin.

Description détaillée

- [0032] La présente invention concerne l'exploration sous-marine et des fonds marins, au moyen d'un drone 1 sous-marin.
- [0033] Au sens de la présente invention, le terme « drone » inclut tout type de ROV léger ou ultra-léger, à savoir avec une masse inférieure à 100 kg, de préférence avec une masse inférieure à 50 kg.

Un tel drone 1 sous-marin est un submersible autonome. En vue de contrôler ses déplacements dans l'eau, ledit drone 1 est télé- ou filo-guidé, préférentiellement filo-guidé.

[0034] Plus avant, l'invention trouvera des applications préférentielles, mais aucunement limitatives, dans la récupération d'objets 2 immergés, notamment du matériel scientifique comme un hydrophone, mais aussi dans l'inspection d'ouvrages d'art, mais encore dans les investigations et les opérations de renflouement sur le site d'un naufrage de navire.

Au sens de l'invention, les opérations à mener se situent au niveau d'un site dit « d'exploration ».

Un tel site d'exploration peut se situer en milieu fluvial, lacustre, mais préférentiellement maritime, portuaire ou en mer.

L'emplacement d'un tel site d'exploration est déterminé préalablement, notamment par géolocalisation, par exemple avec des coordonnées bidimensionnelles (latitude, longitude) ou encore des coordonnées bi- ou tri-dimensionnelles de type GPS (pour « Global Positioning System »), ou bien encore par repérages au sein d'une zone identifiée, notamment avec fonds marins cartographiés.

La [Fig.6] montre un site d'exploration représenté par une croix et par une zone délimitée par un cercle, à l'intérieur de laquelle se situe ledit objet 2 immergé à inspecter ou récupérer.

[0035] Ceci étant, l'invention concerne tout d'abord un procédé d'exploration sous-marine. Une telle exploration est menée au moyen d'un drone 1, à partir de la surface, depuis une structure flottante.

On notera que la structure flottante peut être de tout type, à même de recevoir à son bord le personnel marin requis pour l'exploration, ainsi que le matériel nécessaires, en particulier ledit drone 1.

A titre d'exemple non limitatif, une telle structure flottante peut être une plate-forme, une barge, ou encore tout type d'embarcation fluviale ou maritime, tel un navire 3, ci-après englobé sous le terme « navire ».

[0036] Avantageusement, le procédé d'exploration selon l'invention comprend une première étape, dans laquelle on effectue un ancrage 4 d'un navire 3.

Cet ancrage 4 s'effectue en amont d'un site d'exploration sous-marine. En particulier, l'amont s'entend par rapport à la direction des forces marines, comme la direction des courants et/ou des marées.

La [Fig.6] montre un exemple de l'ancrage 4 d'un navire 3 en amont par rapport à la direction des courants, modélisée par une flèche ondulée.

En outre, l'ancrage 4 peut se situer à l'intérieur de la zone délimitée du site d'exploration, ou bien en dehors de cette zone délimitée. Par ailleurs, l'ancrage 4 est

effectué, de sorte que l'objet 2 immergé se situe verticalement à proximité, mais préférentiellement dans le cercle d'évitage (ou d'évitement) dudit navire 3.

[0037] Ensuite, une fois le navire 3 positionné, on effectue un mouillage 5 à l'aplomb dudit site d'exploration, en particulier à l'aplomb ou à proximité de l'objet 2 immergé.

En outre, le positionnement du navire 3 à l'aplomb peut être obtenu en le laissant dériver selon son cercle d'évitage.

On notera que, comme visible sur l'exemple de la [Fig.6], l'aplomb peut se situer à proximité de l'objet 2 immergé à inspecter ou à explorer, notamment à l'intérieur d'un cercle centré sur ledit mouillage 5 et représentant la course de déplacement du drone 2.

[0038] Selon un mode de réalisation, ledit mouillage 5 s'effectue en aval dudit ancrage 4, comme visible sur la [Fig.6] avec l'ancrage 4 situé à la proue du navire 3 tandis que le mouillage 5 se situe à la poupe. Cette configuration du mouillage 5 par rapport à l'ancrage 4 forme un embossage (« ou mouillage tête et cul »), avec l'ancrage 4 comme ancre principale et le mouillage 5 comme ancre de détroit.

Selon un autre mode de réalisation, la configuration du mouillage 5 par rapport à l'ancrage 4 forme un affourchage, l'ancrage 4 et le mouillage 5 s'étendant en V, notamment selon un angle compris 60° et 120°.

On notera qu'il est possible d'envisager d'autres ancres ou mouillages supplémentaires, en amont comme en aval, à la proue et/ou à la poupe du navire 3, ainsi que le long de ses bords, à savoir à babord et/ou à tribord.

En particulier, l'ancrage 4 peut être confondu avec le mouillage 5.

On notera que l'ancrage 4 peut comprendre un système conventionnel, à savoir un lest, comme une ancre, relié au navire 3 par un lien adapté, notamment une chaîne et/ou un cordage. En outre, la longueur du lien de l'ancrage 4 est adaptée par rapport aux opérations de positionnement du navire 3 par rapport au site d'exploration.

[0039] Plus avant, le mouillage 5 s'effectue au moyen d'un cordon 50 de mouillage. Un tel cordon 50 de mouillage peut être de tout type. Préférentiellement, ledit cordon 50 de mouillage est un cordage ou un enroulement de cordages, en matériau naturel, plastique ou composite, notamment à partir d'une fibre polyéthylène ultra-résistante.

[0040] Usuellement, le cordon 50 de mouillage comprend une extrémité fixe de surface, reliée au navire 3, et une extrémité opposée pourvue d'une ancre, destinée à être immergée. Le cordon 50 de mouillage comprend une longueur adaptée à la profondeur du fond marin, en particulier une longueur supérieure, nécessaire pour le l'accrochage de son ancre sur le fond marin. A ce titre, une portion du cordon 50 peut comprendre une chaîne, reliée à l'ancre, et destinée à reposer sur le fond marin.

[0041] Avantagusement, une butée 51 est placée à une position le long dudit cordon 50. Ladite butée 51 est donc placée entre l'extrémité fixe et l'extrémité opposée pourvue de l'ancre.

Selon un mode de réalisation, la butée 51 est placée à une position le long du cordon 50, de sorte que ladite butée 51 se situe au dessus du fond marin, notamment au moins un mètre au-dessus du fond marin.

Préférentiellement, préalablement au mouillage 5, on règle la position de ladite butée 51 le long dudit cordon 50 de mouillage. Ladite butée 51 est donc prévue réglable à une position le long dudit cordon 50 de mouillage. Une fois la position de la butée 51 réglée, maintenue fixe sur ledit cordon 50, après immersion du mouillage 5, ladite butée 51 se situe alors à une profondeur déterminée, entre le fond marin et le navire 3.

[0042] Ensuite, selon le procédé d'exploration, on met à l'eau un ROV de type drone 1 sous-marin. Comme évoqué précédemment, le drone 1 est est filo-guidé, à savoir qu'il est relié de façon filaire au navire 3 et à un terminal de commande, permettant à un opérateur de contrôler les mouvements dudit drone 1. Ce caractère filo-guidé est effectué au moyen d'un câblage 100, communément appelé « ombilical » ou « lien ombilical ».

On notera que le câblage 100 peut aussi comprendre un lien de sécurité, à l'instar d'une ligne de vie, reliant de façon fixe le drone 1 au navire 3. Ce lien peut être indépendant ou bien enroulé autour dudit ombilical.

[0043] Après la mise à l'eau du drone 1, on contrôle sa descente en immersion. Cette descente s'effectue par un opérateur situé à bord du navire 3, à partir du terminal de commande. L'immersion s'effectue au moins en partie par actionnement de la motorisation propre audit drone 1.

[0044] Avantagusement, selon l'invention, le procédé d'exploration consiste à immerger une gueuse 6 coulissante le long dudit cordon 50 de mouillage. La gueuse 6 est donc montée mobile en translation par rapport audit cordon 50. Une telle gueuse 6 sert de lest, à même de se déplacer le long du cordon 50, notamment sous le simple effet de la gravité, du fait de son propre poids.

On notera que le positionnement de la gueuse 6 sur le cordon 50 peut s'opérer avant le mouillage 5, à bord du navire 3.

[0045] De plus, le câblage 100 du drone 1 est relié à ladite gueuse 6.

Une telle liaison est prévue fixe ou amovible, préférentiellement fixe, au travers de moyens d'accrochage de tout type. En somme, dans le cas d'une liaison fixe, il n'est pas possible de décrocher le câblage 100 dudit drone 1 de la gueuse 6, alors que c'est possible de les déconnecter pour une liaison amovible.

Une fois la gueuse 6 immergée, lors de de la descente en immersion dudit drone 1, on commande conjointement le coulisement de ladite gueuse 6 le long dudit cordon 50 de mouillage. En somme, on décide de faire descendre ensemble la gueuse 6 et le drone 1, notamment de façon synchronisée (i.e. approximativement à la même vitesse)

ou non (i.e. en faisant descendre plus ou moins vite l'un ou l'autre).

[0046] De plus, ledit coulisement de la gueuse 6 le long du cordon 50 s'opère jusqu'à ladite butée 6.

[0047] Dès lors, lors du réglage de la position de ladite butée 6 le long dudit cordon 50 de mouillage, ladite position correspond à la profondeur d'immersion de ladite gueuse 6. Ainsi, le câblage passant par la gueuse 6, maintenu en fixation sur celle-ci, une fois la gueuse à sa profondeur d'immersion, bloquée par la butée 6, la longueur de câblage entre la gueuse 6 et la surface, à savoir le navire 3, peut flotter au gré des courants, sans perturber le drone 1. En effet, ledit drone 1 est relié par la portion restante immergée de son câblage 100 à la gueuse 6, qui sert alors de point fixe relais.

[0048] En outre, lors de sa descente en immersion du drone 1 peut être tiré vers le fond par la descente en coulisement de la gueuse 6, sans utiliser ses moteurs ou bien en l'accompagnant par contrôle de l'actionnement de sa motorisation.

En particulier, selon un mode de réalisation, comme visible sur la [Fig.2], le drone 1 est maintenu à distance, en actionnant sa motorisation, pour tendre la portion de son câblage 100 s'étendant jusqu'à la gueuse 6, lors de la descente. Cette action permet d'écarter le drone 1 et sa portion de câblage 100 du cordon 50, évitant que l'un ou l'autre ne s'emmêlent autour dudit cordon 50 ou du câblage 100.

Par ailleurs, la commande du coulisement de ladite gueuse 6 peut s'opérer par simple largage, sa descente s'effectuant de façon totalement gravitaire, sans contrôler sa vitesse, ou bien par l'intermédiaire d'un lien dont la vitesse de déroulement est contrôlée, par un opérateur sur le pont du navire 3 ou par un appareillage adapté, comme un treuil, permettant de contrôler d'autant la vitesse de descente de ladite gueuse 6.

[0049] Ainsi, en fonction de la position de fixation de la butée 6 le long du cordon 50, on détermine une profondeur d'immersion de ladite gueuse 6. Une fois la profondeur atteinte par la gueuse 6, le drone 1 qui y est relié, peut évoluer autour de ce point fixe.

A ce titre, la longueur de la portion de câblage 100 entre le drone 1 et la gueuse 6 est déterminée préalablement, en fonction de la distance à couvrir par ledit drone 1. Cette longueur est suffisante pour permettre de contrôler l'évolution du drone 1 pour inspecter toute ou partie du site d'exploration, en particulier jusqu'à pouvoir atteindre l'objet 2 immergé à inspecter ou à récupérer.

Cette longueur de portion du câblage 100 peut être de plusieurs mètres, préférentiellement inférieure à vingt mètres. Cette longueur peut être diminuée, notamment en raison des forces des courants, pour limiter la traction sur le drone 1 par les courants marins, tout en conservant une longueur suffisante pour autoriser l'évolution dudit drone 1 jusqu'à l'objet 2 immergé à inspecter.

[0050] Selon un mode de réalisation, dans le cadre d'une récupération de l'objet 2 immergé, le procédé d'exploration prévoit d'équiper ledit drone 1 d'un crochet 101. Ce

crochet 101 est alors relié par un filin 102 audit navire 3. En outre, ce filin 102 est indépendant du câblage 100. Ledit filin 102 peut être en tout type de matériau, préférentiellement en fibre synthétique, notamment en polyéthylène ultra-résistant.

De plus, ledit crochet 101 est monté de façon amovible sur ledit drone 100. En somme, il est possible de libérer le crochet 101, de façon commandée depuis la surface.

Une telle fixation peut s'opérer par tout type de moyen, notamment par une pince articulée et motorisée, embarquée par ledit drone 1, l'ouverture/fermeture de ladite pince étant contrôlé depuis le terminal de commande par l'opérateur.

On notera que la fixation amovible du crochet 101 s'effectue préalablement à la mise à l'eau du drone 1.

[0051] De plus, le procédé d'exploration prévoit de relier ledit filin 102 sur ladite gueuse 6, au travers d'un point d'amarrage largable.

Ledit point d'amarrage largable peut être pourvu de tout type de moyens, de préférence de moyens d'accrochage équipant la gueuse 6 et pourvus d'un moyen d'amarrage largable dudit filin 102 relié audit drone 1 de façon amovible.

On notera que la fixation amovible du filin 102 sur la gueuse 6 au niveau du point d'amarrage largable s'effectue préalablement à l'immersion de ladite gueuse 6, à savoir avant d'effectuer le mouillage 5.

[0052] Avec cette configuration spécifique, une fois le drone en immersion à la profondeur requise, on contrôle les déplacements dudit drone 1 jusqu'à grappinage au moyen dudit crochet 101 de l'objet 2 immergé présent sur ledit site d'exploration.

Ensuite, on commande le largage dudit filin 102, par séparation avec ledit point d'amarrage au niveau de ladite gueuse 6. Enfin, il n'y a plus qu'à remonter ledit objet 2 par traction dudit filin 102 depuis ledit navire 3.

Ainsi, il est possible, d'une part, de descendre avec le drone 100 en emportant le crochet 101, jusqu'à l'objet 2, pour le grappiner, puis, d'autre part, de larguer le crochet 101 depuis le drone 1 et décrocher son filin 102 de la gueuse 6, pour tirer sur ledit filin 102 et remonter ledit objet 2 vers la surface. Le filin 102 restant accroché à la gueuse 6, pendant la descente et le temps qu'évolue le drone 1 jusqu'à attraper l'objet 2 en le sécurisant avec le crochet 101, seule la portion dudit filin 102 entre le crochet 101 (i.e. le drone 1) et la gueuse 6 subit les forces des courants marins, facilitant les manœuvres dudit drone 1.

[0053] Selon un mode de réalisation, le procédé d'exploration prévoit de contrôler la remontée dudit drone 1 de façon synchronisée avec la remontée du mouillage 5.

En outre, comme précédemment évoqué au moment de la descente, pour éviter l'emmêlement, il est possible de contrôler les mouvements dudit drone 1 pour l'écarter de la gueuse 6, en mettant en tension son câblage 100. Il est possible de faire de même lors de sa remontée.

Par ailleurs, dans le cas où la gueuse 6 est reliée à la surface par son lien, contrôlant sa descente, il est alors possible de remonter la gueuse 6 seule le long du cordon 50 du mouillage 5 (ce dernier étant remonté après). La remontée de la gueuse 6 s'opère donc conjointement avec la remontée du drone 1, préférentiellement en contrôlant ses déplacements depuis le terminal.

En outre, la remontée simultanée du drone 1 et du mouillage 5 (ou de la gueuse 6 seule) peut s'opérer avant, en même temps ou après la remontée de l'objet 2, préférentiellement avant pour limiter les risques d'emmêlement.

[0054] En référence à la [Fig.6], montrant certaines étapes d'un mode de réalisation du procédé d'exploration :

- en haut à gauche, on a positionné le navire 3 dans une zone autour du site d'exploration et on effectue l'ancrage 4 à la proue du navire 3, en amont par rapport à la direction des courants ;
- en haut à droite, on laisse le bateau dériver pour se positionner correctement, avec la poupe alignée ou sensiblement alignée par rapport à l'objet 2 immergé à inspecter ou à récupérer ;
- en bas à gauche, on effectue le mouillage 5, à une distance permettant au drone 1, d'accéder audit objet 2 (en fonction de la portion de la profondeur de la butée 50 et la longueur de la portion de son câblage 100 entre la gueuse 6 et ledit drone 1) ;
- en bas à droite, on met à l'eau ledit drone 1 et on commande la descente de la gueuse 6 le long du mouillage 5 jusqu'en butée 51, conjointement avec la descente dudit drone 1.

[0055] L'invention concerne aussi un dispositif 7 de mouillage d'un drone 1 d'exploration sous-marine.

Un tel dispositif 7 de mouillage peut être employé spécifiquement pour la mise en œuvre du procédé d'exploration selon l'invention, tel que précédemment décrit.

Par la suite, indistinctement pour faciliter la compréhension, les mêmes éléments que susmentionnés porteront les mêmes références. De plus, les moyens et matériaux susmentionnés peuvent être identiques pour les mêmes éléments.

[0056] Selon l'invention, un tel dispositif 7 de mouillage comprend un cordon 50 de mouillage, avec une extrémité fixe de surface et une extrémité opposée pourvue d'une ancre. Ladite extrémité fixe de surface est destinée à être montée en fixation sur le navire 3, ou bien sur une bouée (à l'instar d'un orin), tandis que l'extrémité opposée pourvue d'une ancre est destinée à être immergée jusqu'au fond marin.

[0057] Avantageusement, ledit dispositif 7 de mouillage comprend une gueuse 6, montée en coulissement le long dudit cordon 50 de mouillage.

De plus, ladite gueuse 6 comprend des moyens 70 d'accrochage au moins dudit câblage 100 dudit drone 1 filo-guidé.

Lesdits moyens 70 d'accrochage peuvent être de tout type.

Selon un mode de réalisation, lesdits moyens 7 à d'accrochage sont montés à la périphérie d'une bague 72 libre en rotation par rapport à ladite gueuse 6. Cette liberté de mouvement en rotation permet notamment au câblage 100 du drone 1 de ne pas s'emmêler autour de la gueuse 6, si elle venait à tourner sur elle-même lors de sa descente, notamment en raison du tressage hélicoïdal des torons dudit cordon 50.

[0058] Selon un mode de réalisation préféré, le dispositif 7 de mouillage comprend une butée 51 réglable à une position le long dudit cordon 50 de mouillage.

Dès lors, ladite gueuse 6 a une course coulissante le long dudit cordon 50 de mouillage, ladite course s'étendant entre ladite extrémité fixe de surface et ladite butée 51.

[0059] Concernant la butée 51, elle peut être de toute forme et en tout type de matériau.

Selon un mode de réalisation préférée, ladite butée 6 comprend au moins un disque 510. Cette forme de disque ménage un déport s'étendant transversalement par rapport à l'axe du cordon 50, limitant les risques du câblage 100 du drone 1 de s'emmêler avec la portion du cordon 50 située sous ladite butée 51. Un tel déport est notamment visible sur la [Fig.1].

Préférentiellement, la butée 51 comprend deux disques 510 séparés et maintenus en fixation l'un avec l'autre. De plus, le positionnement desdits deux disques 510 l'un par rapport à l'autre peut assurer la fixation au niveau de la position lors du réglage de l'emplacement de ladite butée 51 le long du cordon 50.

En outre, la fixation desdits deux disques 510 entre eux peut s'effectuer de manière à conférer un effet de cisaillement du cordon 50, bloquant le déplacement desdits disques 510 le long dudit cordon 50.

Ledit au moins un disque 510 peut être rapporté en fixation sur le cordon 50 à n'importe quel emplacement, préférentiellement par un orifice traversant, notamment situé en son centre. Dans ce cas, la fixation de deux disques l'un avec l'autre avec un effet de blocage par cisaillement, peut s'opérer par décalage de l'orifice d'un des disques par rapport à l'autre.

Chacun desdits disques 510 peut être constitué en tout type de matériau, de préférence plastique ou composite.

[0060] Selon un mode de réalisation, la butée 51 est de couleur claire, préférentiellement blanche.

Dans le cas d'au moins un disque 510, l'une et/ou l'autre de ses faces, et/ou son bord périphériques peuvent être de couleur claire, préférentiellement blanche.

Le terme « claire » s'entend ici comme se distinguant des couleurs environnantes, inversement sombres, présentes dans les fonds marins.

Ladite couleur claire peut aussi être prévue réfléchissante, renvoyant une partie des

rayonnements lumineux émis par des moyens d'éclairage équipant ledit drone 1 (lesdits rayonnements étant dans un spectre visible ou invisible, notamment infrarouge).

Ainsi, la couleur clair de la butée 6 sert de repère visuel, permettant à l'opérateur de se repérer lors du contrôle des déplacements dudit drone 1, notamment par l'intermédiaire de moyens de capture vidéo équipant ledit drone 1, comme des caméras. En outre, une fois le drone 1 à la profondeur requise, descendu en l'éloignant du mouillage 5 pour éviter tout risque d'emmêlement, l'opérateur peut

[0061] Selon un mode de réalisation, dans le cas de la récupération d'un objet2 immergé, lesdits moyens d'accrochage de la gueuse 6 comprennent un moyen 71 d'amarrage d'un filin 102 relié audit drone 1 de façon amovible. En particulier, c'est un crochet 101 qui est fixé à l'extrémité dudit filin 102, le crochet 101 étant embarqué de façon à pouvoir être relâché par le drone 1, notamment par le biais d'une pince articulée et motorisée équipant ledit drone 1 et commandée par l'opérateur depuis le terminal en surface.

On notera que l'extrémité distale du filin 102 reliée au crochet 101 peut être gainée sur une certaine longueur, rigidifiant cette portion et évitant les risque d'emmêlement avec la motorisation sous forme d'hélices dudit drone 1.

De plus, ledit moyen 71 d'amarrage est prévu largable, à savoir que le filin102 peut être décroché de la gueuse 6 de façon contrôlée.

[0062] Ledit moyen 71 d'amarrage largable peut être de tout type. Selon un mode de réalisation, il comprend une pince, notamment une pince de type fusible. Cette pince assure une force de pincement suffisante pour assurer le verrouillage du filin lors de la descente de la gueuse 6, tout en résistant aux courants.

De plus, la pince peut être ouverte pour relâcher le filin 102. En outre, l'ouverture de ladite pince peut être commandé par une traction le long dudit filin102, par l'intermédiaire de l'extraction d'une goupille de maintien en fermeture de ladite pince, ou bien avec une force de traction supérieure à celles subies lors de la descente de la gueuse 6. En particulier, la force de traction exercée est supérieure, du fait de la tension exercée sur ledit filin 102, une fois le crochet 101 agrippé à l'objet 2, y ajoutant son poids, y compris le poids de la gueuse 6 ; cette force supérieure assure alors l'ouverture de ladite pince.

[0063] Concernant la gueuse 6, elle peut avoir toute forme et être en tout type de matériau. Préférentiellement, la gueuse 6 est en matériau métallique, avec une masse suffisante pour lui conférer sa capacité de lestage en vue de sa descente gravitaire.

Selon le mode de réalisation, comme visible sur la [Fig.1], la gueuse 6 se présente sous forme d'un fourreau, à savoir globalement un tube, traversé par ledit cordon50. Cette forme allongée permet de conserver l'alignement parallèle ou sensiblement parallèle de l'axe longitudinal de la gueuse 6 par rapport au cordon 50.

[0064] Selon un mode de réalisation, ladite gueuse 6 comprend un profil intérieur avec un

diamètre interne variant sur la longueur de ladite gueuse 6. En somme, le profil intérieur de la gueuse 6 présente au moins une portion convergente (ou divergente). Préférentiellement, l'extrémité inférieure de la gueuse 6 présente un profil intérieur convergent depuis ladite extrémité inférieure vers l'extrémité opposée supérieure. En somme, l'intérieur de la gueuse 6 va en s'évasant vers le haut, formant un entonnoir, limitant les risques d'accrochage du chant inférieur contre les torons du cordon 50 lors de sa descente.

Selon un mode de réalisation, le profil intérieur de l'extrémité supérieure peut aussi être convergente depuis l'extérieur vers l'intérieur de la gueuse.

Un tel profil intérieur convergent peut être obtenu par alésage de l'extrémité correspondante.

- [0065] De plus, afin d'assurer le bon coulisement de la gueuse 6 par glissement le long du mouillage 5, ledit diamètre interne de la gueuse 6 est au moins une fois et demi supérieur au diamètre du cordon 50 de mouillage. Préférentiellement, le diamètre intérieur (le plus faible du fait des portions convergentes) est au moins deux fois supérieur au diamètre extérieur dudit cordon 50.

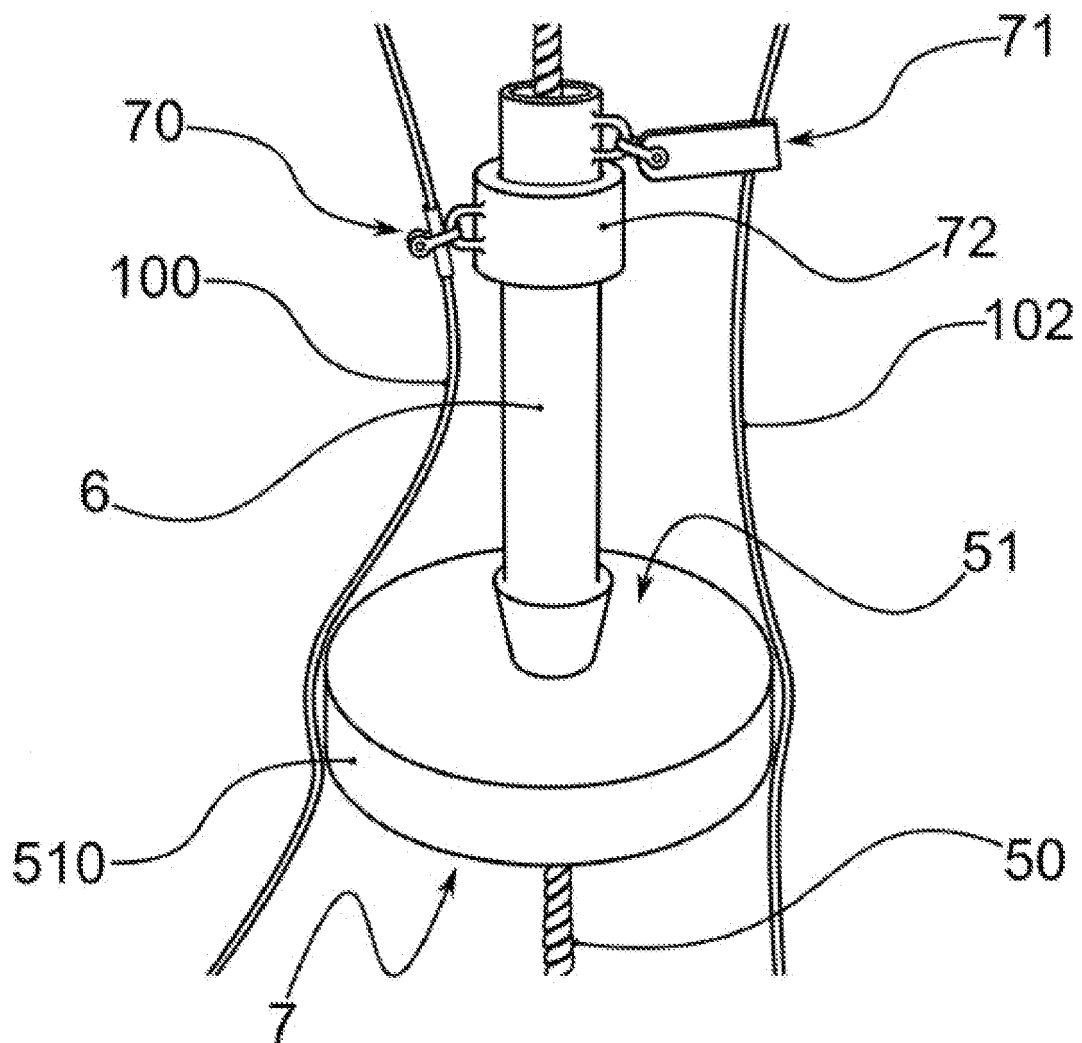
Revendications

- [Revendication 1] Procédé d'exploration sous-marine, dans lequel au moins :
- on effectue un ancrage (4) d'un navire (3) en amont d'un site d'exploration sous-marine ;
 - on effectue un mouillage (5) à l'aplomb dudit site d'exploration, avec un cordon (50) de mouillage d'une longueur adaptée à la profondeur du fond marin, avec une butée (51) placée à une position le long dudit cordon (50) ;
 - on met à l'eau un ROV de type drone (1) sous-marin filo-guidé au moyen d'un câblage (100) ;
 - on contrôle la descente en immersion dudit drone (1) ;
- caractérisé en ce qu'il comprend au moins les étapes suivantes :
- on immerge une gueuse (6) coulissante le long dudit cordon (50) de mouillage, ledit câblage (100) du drone (1) étant relié à ladite gueuse (6) ;
 - lors de la descente en immersion dudit drone (1), on commande conjointement le coulisement de ladite gueuse (6) le long dudit cordon (50) de mouillage jusqu'à ladite butée (51).
- [Revendication 2] Procédé d'exploration selon la revendication précédente, caractérisé en ce que
- ledit mouillage (5) s'effectue en aval dudit ancrage (4).
- [Revendication 3] Procédé d'exploration selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que
- préalablement au mouillage (5), on règle la position de ladite butée (6) le long dudit cordon (50) de mouillage, ladite position correspondant à une profondeur d'immersion de ladite gueuse (6).
- [Revendication 4] Procédé d'exploration selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à, préalablement :
- équiper ledit drone (1) d'un crochet (101) relié par un filin (102) audit navire (3), ledit crochet (101) étant monté de façon amovible sur ledit drone (1) ;
 - relier ledit filin (101) sur ladite gueuse (6) au travers d'un point d'amarrage largable ;
- puis successivement
- une fois le drone (1) en immersion à ladite butée (6), on contrôle les déplacements dudit drone (1) jusqu'à grappinage au moyen dudit crochet (101) d'un objet (2) immergé présent sur ledit site d'exploration ;

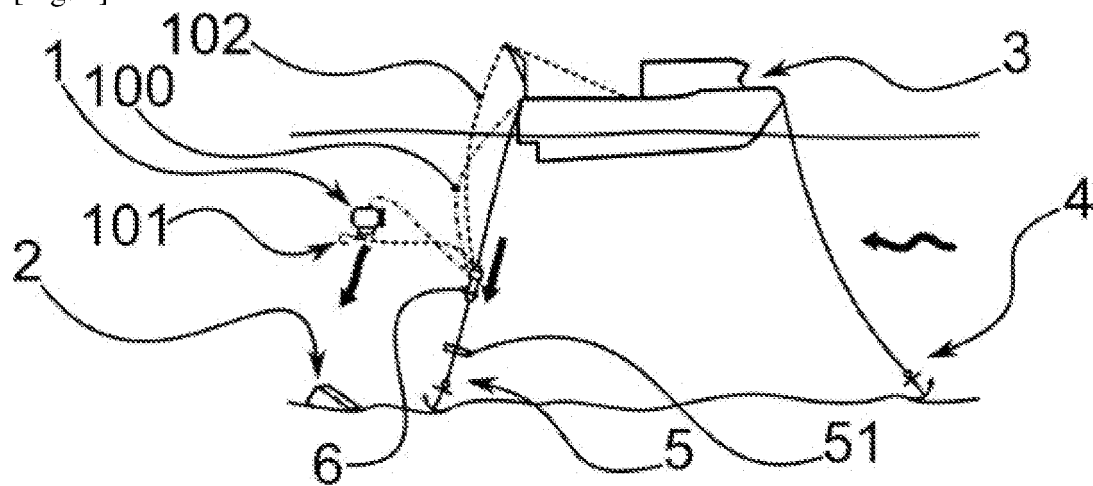
- on commande un largage dudit filin (101) par séparation avec ledit point d'amarrage avec ladite gueuse (6) ;
 - on remonte ledit objet (2) immergé par traction dudit filin (101) depuis ledit navire (3).
- [Revendication 5] Procédé d'exploration selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à :
- on contrôle la remontée dudit drone (1) de façon synchronisée avec la remontée du mouillage (5).
- [Revendication 6] Dispositif (7) de mouillage d'un drone (1) d'exploration sous-marine, comprenant
- un cordon (50) de mouillage, avec une extrémité fixe de surface et une extrémité opposée pourvue d'une ancre ;
- caractérisé en ce qu'il comprend
- une gueuse (6), montée en coulissement le long dudit cordon (50) de mouillage ;
 - ladite gueuse (6) comprenant des moyens (70) d'accrochage au moins d'un câblage (100) dudit drone (1) filo-guidé.
- [Revendication 7] Dispositif (7) de mouillage selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend
- une butée (51) réglable à une position le long dudit cordon (50) de mouillage ;
 - ladite gueuse (6) ayant une course coulissante le long dudit cordon (50) de mouillage, ladite course s'étendant entre ladite extrémité fixe de surface et ladite butée (50).
- [Revendication 8] Dispositif (7) de mouillage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que
- ladite gueuse (6) comprend un profil intérieur avec un diamètre interne variant sur la longueur de ladite gueuse (6), ledit diamètre interne étant au moins une fois et demi supérieur au diamètre du cordon (50) de mouillage.
- [Revendication 9] Dispositif (7) de mouillage selon l'une des revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que
- ladite butée (50) comprend au moins un disque (510).
- [Revendication 10] Dispositif (7) de mouillage selon la revendication précédente, caractérisé en ce que
- ladite butée (50) est de couleur claire, préférentiellement blanche.
- [Revendication 11] Dispositif (7) de mouillage selon les revendications 6 à 10, caractérisé en ce que lesdits moyens (70) d'accrochage comprennent

- un moyen (71) d'amarrage d'un filin (100) relié audit drone (1) de façon amovible, ledit moyen (71) d'amarrage étant prévu largable.

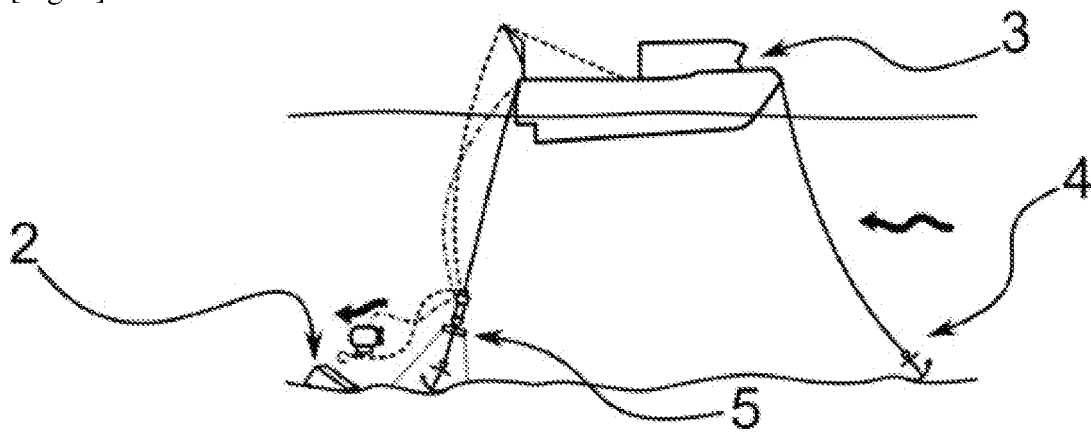
[Fig. 1]



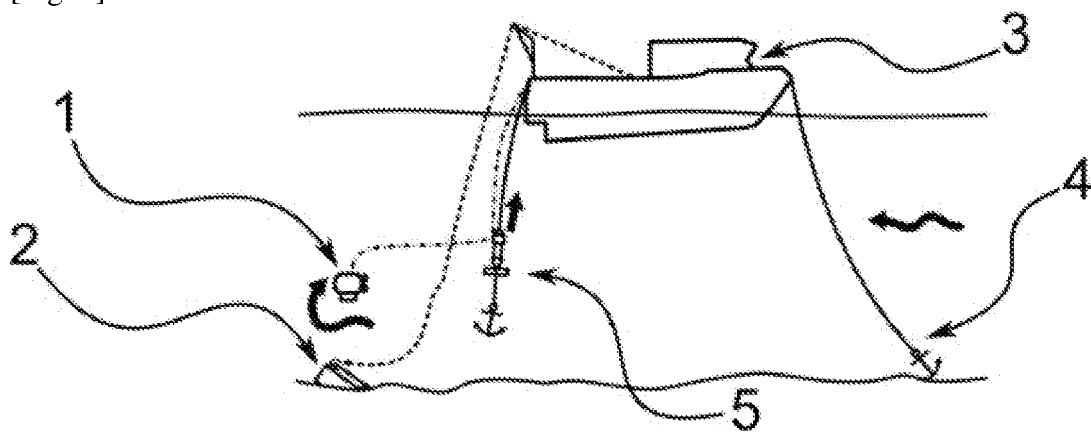
[Fig. 2]



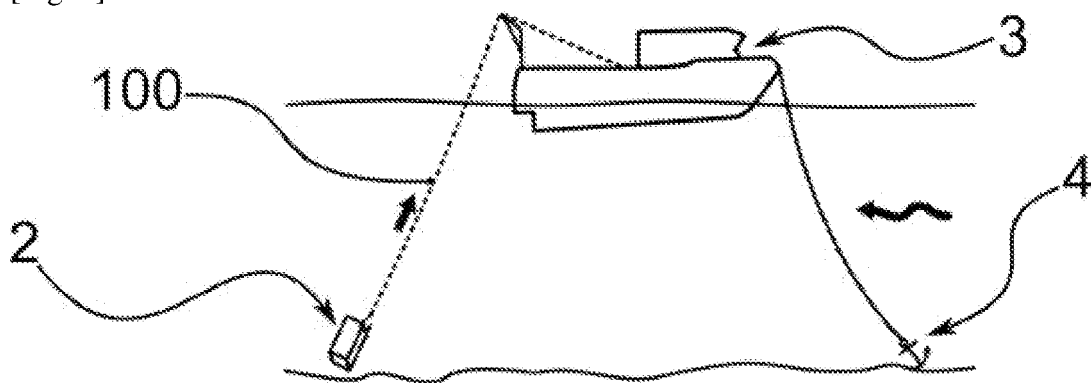
[Fig. 3]



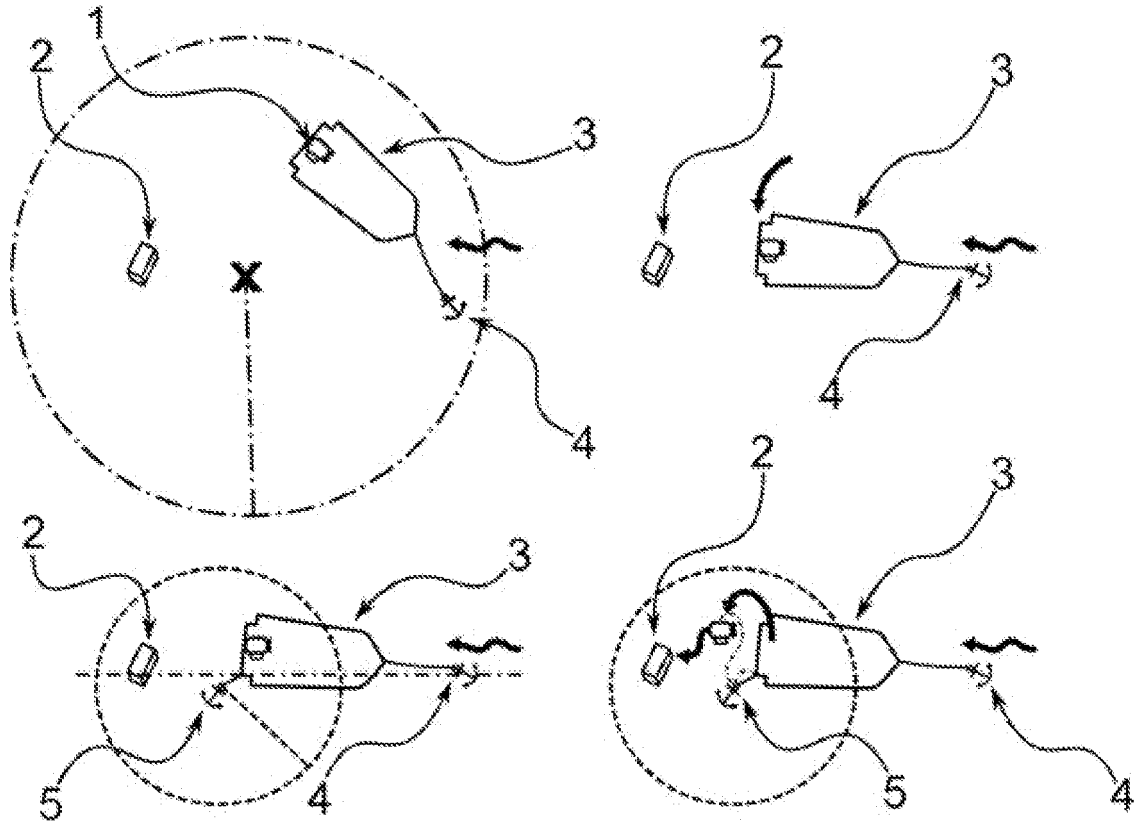
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



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**

GB 2 001 690 A (FRIGENI G)
7 février 1979 (1979-02-07)

WO 2010/105003 A2 (SEA TREPID
INTERNATIONAL LLC [US]; CHRIST ROBERT D
[US]) 16 septembre 2010 (2010-09-16)

US 3 851 491 A (MASON B)
3 décembre 1974 (1974-12-03)

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

US 4 324 195 A (CUNNINGHAM FRANK D ET AL)
13 avril 1982 (1982-04-13)

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

NEANT