

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 788 969 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
13.08.1997 Bulletin 1997/33

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **B63B 22/18**, B63C 11/48,  
B63C 11/42

(21) Numéro de dépôt: **97430005.5**

(22) Date de dépôt: **07.02.1997**

(84) Etats contractants désignés:  
**DE DK ES GB GR IT MC NL PT SE**

(72) Inventeur: **Michel, Jean-Louis**  
**83000 Toulon (FR)**

(30) Priorité: **09.02.1996 FR 9601598**

(74) Mandataire: **Somnier, Jean-Louis et al**  
**c/o Cabinet Beau de Loménie,**  
**232, Avenue du Prado**  
**13295 Marseille Cédex 08 (FR)**

(71) Demandeur: **IFREMER**  
**INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE POUR**  
**L'EXPLOITATION DE LA MER**  
**92138 Issy-les-Moulineaux Cédex (FR)**

(54) **Véhicule subaquatique quasi immergé autopropulsé et radiocommandé**

(57) Le coeur du dispositif est un véhicule inhabité subaquatique quasi immergé (1) dont la plupart des composants sont situés sous la surface de l'eau. Seule une petite partie supérieure émerge en surface. L'engin navigue sous l'eau à faible vitesse et il est capable de tenir une position avec une grande précision grâce à ses propulseurs (6) alimentés par une source d'énergie électrique mise en enceinte étanche (4).

La charge utile peut être constituée par des caméras de télévision, des capteurs ou des objets largables

ou récupérables. Cette charge utile peut être intégrée au véhicule (8) ou déportée (9) à l'aide d'un câble (10) déployé par un treuil (11). L'engin est commandé et contrôlé en utilisant des ondes radioélectriques transmises grâce aux antennes du véhicule (7). Son positionnement est assuré par des moyens de localisation reçus sur antenne (7).

Application par exemple à la surveillance sous-marine par télévision, aux mesures, aux prélèvements ou au largage d'objets.

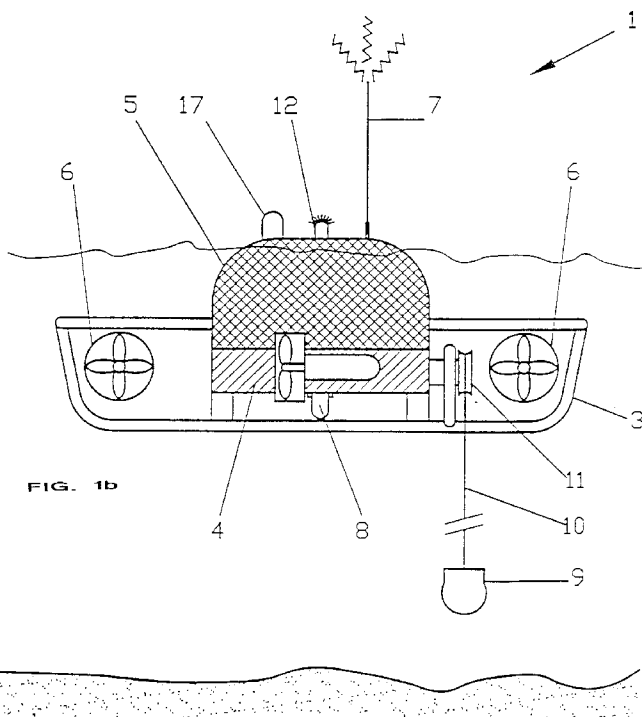


FIG. 1b

## Description

La présente invention concerne un véhicule auto-propulsé subaquatique inhabité radio commandé affleurant légèrement à la surface de l'eau dont la manoeuvrabilité permet de positionner avec précision une charge utile, par exemple une caméra de télévision immergée.

Pour certaines applications on a besoin d'effectuer des recherches, des inspections ou des travaux sous l'eau dans les océans, les mers, les lacs, etc..

Utiliser un véhicule inhabité radio commandé permet de réduire les coûts d'opération par rapport à l'utilisation de plongeurs ou d'outils déployés par des navires de surface opérés par du personnel.

Pour les reconnaissances par ondes acoustiques, il existe des bateaux habités ou non tel que décrit dans la demande de brevet WO85/04004 radio positionnés et/ou commandés, ou des engins inhabités complètement immergés autopropulsés et télé commandés tel que celui décrit dans la demande de brevet FR 2697001 ou même radio commandé dotés de mats remontant jusqu'en surface et de quille, ces derniers étant opérés à grande vitesse, ce qui ne permet pas de les utiliser pour les explorations visuelles ou les opérations en station.

Pour les reconnaissances visuelles on peut utiliser un véhicule sous-marin télé opéré par câble (Remotely Operated Vehicle en anglo-saxon) tel que décrit dans le brevet US54502407 mais le câble, même réduit à une simple fibre optique, devient trop vite une gêne.

On peut également utiliser un navire de surface radio commandé remorquant une caméra, mais le système est sensible aux conditions de vent et de vague tandis que ses actionneurs doivent être suffisamment immergés pour éviter les phénomènes de cavitation, de même les capteurs doivent être déportés pour éviter les turbulences de l'interface air-eau.

Le véhicule selon l'invention n'est pas un navire de surface qui offre une prise au vent importante ni un véhicule sous-marin totalement submergé relié par câble à sa base et qui en limite la mise en oeuvre, ni un véhicule sous-marin fait pour évoluer à grande vitesse avec des excroissances (mats et quille), lesdits véhicules étant de plus complexes et coûteux..

L'engin selon l'invention est un véhicule inhabité subaquatique auto propulsé comportant un moyen de protection externe à l'intérieur duquel sont disposés au moins une enceinte étanche comprenant divers équipements nécessaires au fonctionnement du véhicule, au moins une charge utile apte à relever toute information ou mesure donnée dans le milieu marin et au moins une réserve de flottabilité ; ledit véhicule suivant l'invention est radio commandé et quasi immergé, affleurant la surface de l'eau grâce à sa flottabilité et comporte au moins une antenne radioélectrique, une source d'énergie électrique embarquée et au moins deux moto propulseurs lui donnant une possibilité de manoeuvre et de dépla-

cement autour d'un point donné..

Quasi immergé, le véhicule selon l'invention est caractérisé par une flottabilité très faible qui peut être de l'ordre de quelques pour cents de son volume déplacé, ce qui permet de ne faire émerger que sa partie supérieure comme un iceberg pour permettre de dégager de la surface de l'eau les antennes de transmissions radioélectriques (positionnement, contrôle, commande).

Ce véhicule est immergé mais flottant, nous avons donc employé le terme de quasi immergé pour décrire cette particularité. Affleurant à la surface de l'eau, il est ainsi peu sensible au vent et à la houle courte due au vent. Un autre avantage est que ses propulseurs ou actionneurs, et les capteurs permettant de relever les informations ou mesures voulues dans le milieu marin sont déjà immergés par construction. Ledit moyen de protection est de préférence un châssis de forme tubulaire permettant de poser le véhicule sur le sol et dans lequel tous les équipements de celui-ci sont fixés ; la source d'énergie embarquée est de préférence constituée de batteries électriques, le véhicule étant conçu pour pouvoir naviguer d'une manière complètement autonome au moins sur le plan énergétique. Des patins à la partie inférieure du châssis contribue également à la facilité de sa mise en oeuvre.

Le fait que l'engin reste toujours flottant permet de faciliter sa pesée et de le récupérer facilement même en cas d'avarie notamment si ses actionneurs sont défectueux. Sa structure et sa conception sont assez simple et donc moins coûteuses que les appareils existants à ce jour tel qu'évoqué en introduction : sa mise en oeuvre ne nécessite pas en particulier de support de surface et est bien adapté aux contrôles des fonds de faibles profondeurs, tel qu'en particulier près des cotes permettant son application dans le domaine du contrôle et de la protection de l'environnement ; en particulier il permet une surveillance sous-marine par télévision ainsi que des mesures, des prélèvements et des largages ou des récupérations d'objets.

Le véhicule est autopropulsé, la partie principale, qui est ainsi immergée, comporte notamment la source d'énergie et les propulseurs qui sont disposés de manière à rendre le véhicule très manoeuvrant même lorsqu'il doit opérer en station.

L'engin est doté d'une charge utile qui peut être différente suivant les modes de réalisation.

Suivant un mode de réalisation, la charge utile peut être composée par une caméra de télévision intégrée au véhicule ou déportée à l'extrémité d'une câble avec si nécessaire une gestion du câble par un treuil.

La charge utile peut également être constituée par des capteurs, intégrés ou déportés de la même manière que pour les caméras de télévision, servant à mesurer la qualité de l'eau ou les caractéristiques des fonds.

Le véhicule est radio commandé, il est commandé mais aussi contrôlé en utilisant des ondes radioélectriques qui le relie avec une base à terre ou une base en mer.

Les commandes sont envoyées par la base vers le véhicule par exemple à l'aide d'une radio commande utilisée en radio modélisme.

Son contrôle, depuis la base, s'effectue visuellement ou grâce à la réception des informations ou des images transmises par les ondes radioélectriques émises par l'engin.

Des données sont également transmises du véhicule vers la base.

Le résultat est un nouveau type de véhicule inhabité subaquatique autopropulsé pour des applications particulières et spécifiques pour lequel aucun autre engin existant n'est vraiment adapté. On pourrait citer d'autres avantages de la présente invention mais ceux cités ci-dessus en montrent déjà suffisamment pour en prouver la nouveauté et l'intérêt. La description et les figures ci-après représentent un exemple de réalisation mais n'ont aucun caractère limitatif : d'autres réalisations sont possibles dans le cadre de la portée et de l'étendue de cette invention, en particulier en changeant la forme de la structure de protection externe et de différents composants telle que la réserve de flottabilité, les containers et enceintes étanches etc.

- la Fig. 1a montre un schéma simplifié de la base permettant la télécommande à distance du dispositif suivant l'invention,
- la Fig. 1b représente une vue latérale en coupe partielle simplifiée du véhicule inhabité subaquatique quasi immergé suivant l'invention.
- la figure 2 représente une vue prespective du véhicule suivant l'invention.

Le véhicule schématisé à la Fig. 1b, est utilisé pour placer ou déplacer de façon précise une charge utile intégrée au véhicule ou déportée par l'intermédiaire d'un câble déroulé depuis un treuil sous-marin embarqué sur le véhicule. Le déport pourrait aussi être obtenu dans certains cas avec un simple câble déployé sous le véhicule et de longueur fixe.

La charge utile peut être définie en fonction des missions, par exemple pour des missions de reconnaissance ou d'inspection elle peut être constituée par des caméras de télévision immergées, placées à la partie inférieure du véhicule pour toute observations visuelles en dessous de celui-ci, ou des capteurs de mesure de la qualité de l'eau (oxygène dissous, nitrates...) ou des instruments de mesure des caractéristiques du sol ou du sous-sol (bathymétrie, imagerie, pénétration de sédiment, ).

Selon d'autres modes de réalisation la charge utile déportée peut être télé opérée et comporter elle même des actionneurs allant par exemple jusqu'à une propulsion.

Le dispositif tel que représenté sur la figure la comporte une base à terre ou en mer à partir de laquelle le véhicule est commandé et contrôlé par des ondes radioélectriques.

A titre d'exemple nous avons fait figurer schématiquement:

- une radio-commande qui permet de commander le véhicule et notamment ses propulseurs ,
- un écran de télévision recevant les images et les données transmises par le véhicule tout en étant relié d'une part à un ordinateur personnel qui permet un traitement en temps réel avec un archivage spécifique et d'autre part à un magnétoscope qui permet les enregistrements des vues sous-marines et des données, notamment de positionnement, sur un support magnétique commun selon un standard usuel.

Le dispositif comporte également le véhicule dont l'agencement est présenté en perspective en Fig.2. Le véhicule est constitué autour d'un châssis léger réalisé en aluminium comprenant d'une part deux patins qui donnent une assise à l'engin notamment lorsqu'il arrive sur la côte et qui supportent les équipements principaux et d'autre part une défense faisant le tour complet de l'engin. Cette défense permet de fixer les moto propulseurs à l'intérieur du périmètre de protection.

Le nombre de propulseurs est au moins de deux pour assurer une bonne manoeuvrabilité, à la verticale d'un point que l'on veut observer, par exemple en vidéo, sur le fond et peut être plus élevé en fonction de la manoeuvrabilité recherchée. Des actionneurs ou motopropulseurs verticaux ou une orientation de ceux horizontaux peuvent également être rajoutés pour obtenir une immersion totale du véhicule pendant certaines phases ponctuelles de mission tels que pour des prélèvements. Quatre moto propulseurs sont représentés sur les figures ci-après orientés deux par deux suivant des axes perpendiculaires.

Un coffret étanche est fixé sur les deux patins par l'intermédiaire de supports compliant. A l'intérieur de ce coffret marinisé sont implantés les batteries rechargeables, les alimentations ainsi que l'électronique de commande et de contrôle.

Le flotteur 5 est situé au dessus du coffret 4 de façon à assurer au véhicule une bonne stabilité et une légère flottabilité. A la partie supérieure de la réserve de flottabilité ou du flotteur 5 sont disposés plusieurs appendices dépassant au dessus de la surface de l'eau :

- des antennes 7 pour permettre le positionnement grâce à un système de radio localisation ou de positionnement (par satellites comme avec le Global Positioning System, de base ou différentiel; ou autre), la commande (radio-commande de modélisme par exemple), le contrôle (les signaux vidéos des caméras embarqués étant ainsi radio transmis mais pouvant aussi enregistrés sur le véhicule ainsi que toutes données de télésurveillance, informations et mesures relevées dans le milieu marin grâce aux divers capteurs embarqués),

- un flash intermittent 12 qui permet le repérage de surface,
- une caméra de télévision 17 de pilotage et de surveillance en surface du plan d'eau pour aider le pilotage en particulier lors des déplacements éloignés et surveiller les abords du site où le véhicule est amené opérer.

On ne sortirait ainsi pas du cadre de l'invention en substituant ou complétant la source d'énergie électrique actuelle sous la forme de batteries 4 par une autre source solaire et/ou thermique.

On ne sortirait pas non plus du cadre de l'invention en substituant ou en adjoignant aux capteurs embarqués ou déportés, des instruments permettant des prélèvements ou même des interventions sur le fond de la mer comme par exemple pour le relevage ou la récupération ainsi que le dépôt ou le largage d'objets comme on pourrait le faire en larguant des marqueurs qui permettraient de baliser un site.

On ne sortirait pas non plus du cadre de l'invention en proposant un véhicule doté de carénages extérieurs ou conçu de façon à ce que le carénage serve de châssis partiellement ou totalement. Ce serait par exemple le cas dans une version où l'influence des courants serait à prendre en compte de façon plus importante.

On ne sortirait pas non plus du cadre de l'invention en rendant le véhicule plus ou moins autonome non pas seulement en énergie mais également dans ses fonctions opérationnelles, pendant certaines phases particulières de mission allant notamment jusqu'à l'immersion ponctuelle totale. Ce serait par exemple le cas où l'on souhaiterait se rapprocher des fonds.

On ne sortirait pas non plus du cadre de l'invention en dotant le véhicule d'un équipement embarqué tel qu'un moyen de transmission acoustique comportant au moins un émetteur et/ou récepteur immergé apte à commander et/ou contrôler à distance un dispositif distinct du véhicule par des ordres transmis par voix acoustique. Ce serait par exemple le cas où l'on recueillerait des mesures collectées par une station de fond. Ce pourrait être aussi le cas où l'on veut commander à distance des actions sur un dispositif immergé fixe comme une station de fond ou aussi mobile comme pourrait l'être un autre véhicule.

On ne sortirait pas non plus du cadre de l'invention en dotant en option le véhicule d'une liaison par câble électrique et/ou à fibre optique pour des cas particuliers depuis une base fixe côtière par exemple. Ce pourrait être par exemple le cas où une énergie importante est nécessaire pour des opérations de très longue durée. Ce pourrait être aussi le cas où des images de très haute qualité doivent être transmises en temps réel.

## Revendications

1. Véhicule inhabité subaquatique (1) auto propulsé

comportant un moyen (3) de protection externe à l'intérieur duquel sont disposés au moins une enceinte étanche (4) comprenant divers équipements nécessaires au fonctionnement du véhicule, au moins une charge utile (8,9) apte à relever toute information ou mesure donnée dans le milieu marin et au moins une réserve de flottabilité (5) caractérisé en ce que ledit véhicule est radio commandé et quasi immergé, affleurant la surface de l'eau grâce à sa flottabilité (4,5) et comporte au moins une antenne radioélectrique (7), une source d'énergie électrique embarquée et au moins deux moto propulseurs (6) lui donnant une possibilité de manoeuvre et de déplacement autour d'un point donné.

2. Véhicule subaquatique suivant la revendication 1 caractérisé en ce que ledit moyen de protection (3) est un châssis, permettant de poser le véhicule et dans lequel tout les équipements de celui-ci sont fixés, et la source d'énergie embarquée est constituée de batteries.

3. Véhicule selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce qu'il comporte une source d'énergie solaire.

4. Véhicule selon une quelconque des revendications 1 à 2 caractérisé en ce qu'il comporte une source d'énergie thermique.

5. Véhicule selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce qu'il comporte une caméra de télévision de pilotage (17) placée à la partie supérieure de sa réserve de flottabilité (5) dépassant au dessus de la surface de l'eau et au moins une caméra de télévision (8) placée à la partie inférieure du véhicule pour toute observation visuelle en dessous de celui-ci, les signaux vidéo desdites caméras étant radiotransmis et pouvant être enregistrés sur le véhicule.

6. Véhicule selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 caractérisé en ce qu'il comporte un système de radiolocalisation ou de positionnement par satellite transmis par l'intermédiaire d'une antenne (7) placée à la partie supérieure du véhicule pour dépasser au dessus de la surface de l'eau.

7. Véhicule selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que ladite charge utile est au moins constituée d'instruments de mesure de la qualité de l'eau et/ou des caractéristiques du sol ou du sous sol.

8. Véhicule selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 caractérisé en ce que ladite charge utile est constituée au moins d'instruments permettant des prélèvements ou des interventions sur le fond

de la mer tels que le dépôt et le relevage d'objets ou encore de largages.

9. Véhicule selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 caractérisé en ce que la dite charge utile et/ou ladite caméra de télévision(8) est déportée (9) par un câble déployé sous ledit véhicule. 5
10. Véhicule selon la revendication 9 caractérisé en ce que ledit câble (10) est déroulé depuis un treuil sous-marin (11) embarqué sur ledit véhicule. 10
11. Véhicule selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 caractérisé en ce qu'il comporte un équipement embarqué, dont au moins un émetteur et/ou récepteur acoustique immergé, apte à commander et/ou contrôler à distance un dispositif distinct du véhicule par des ordres transmis par voix acoustique. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

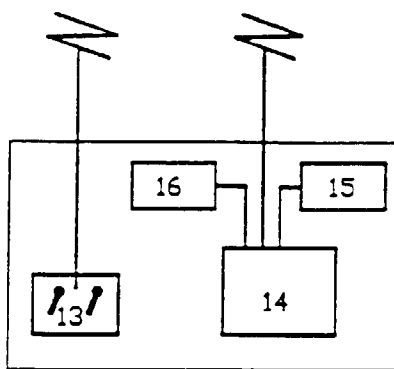


FIG. 1a

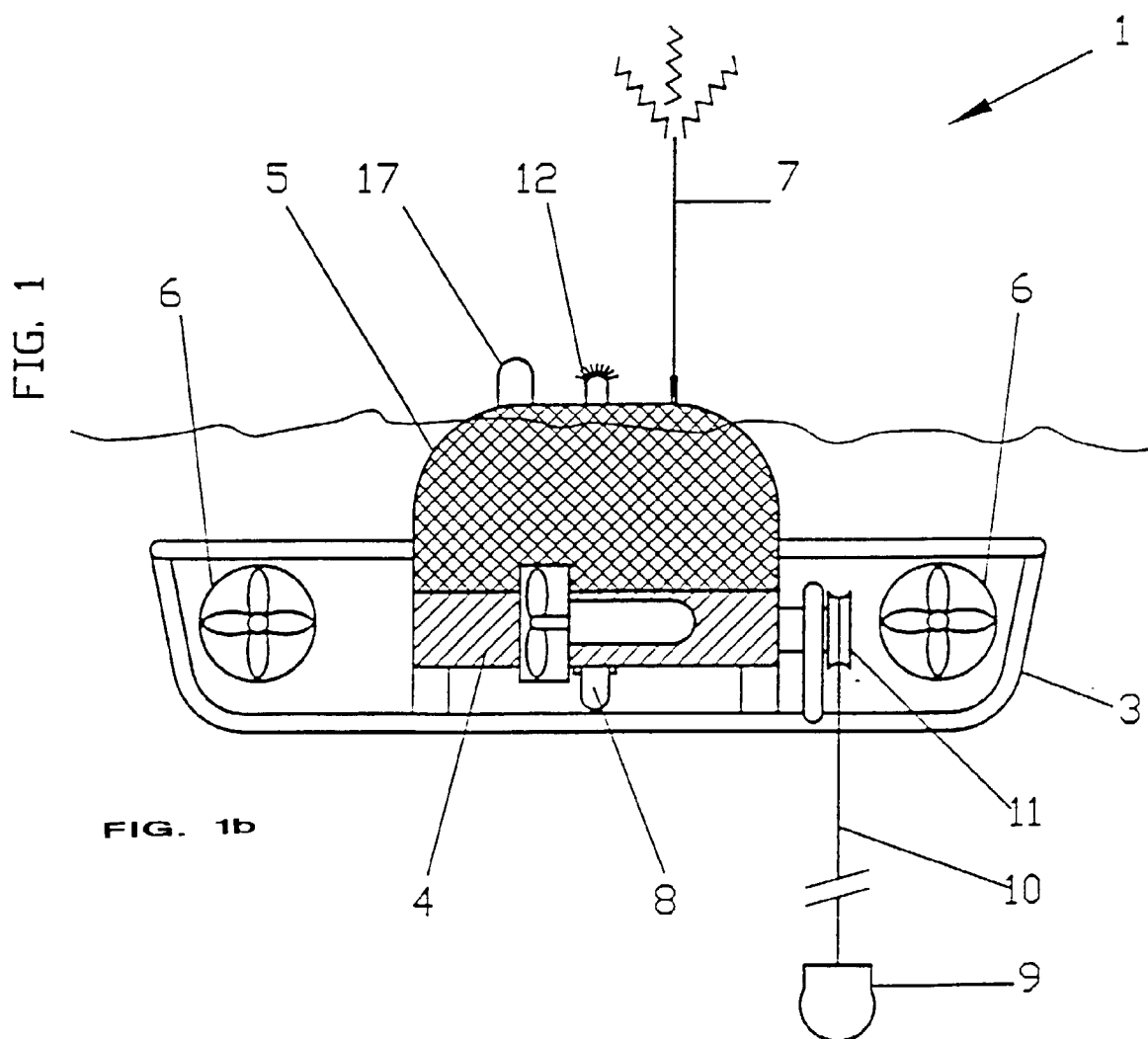
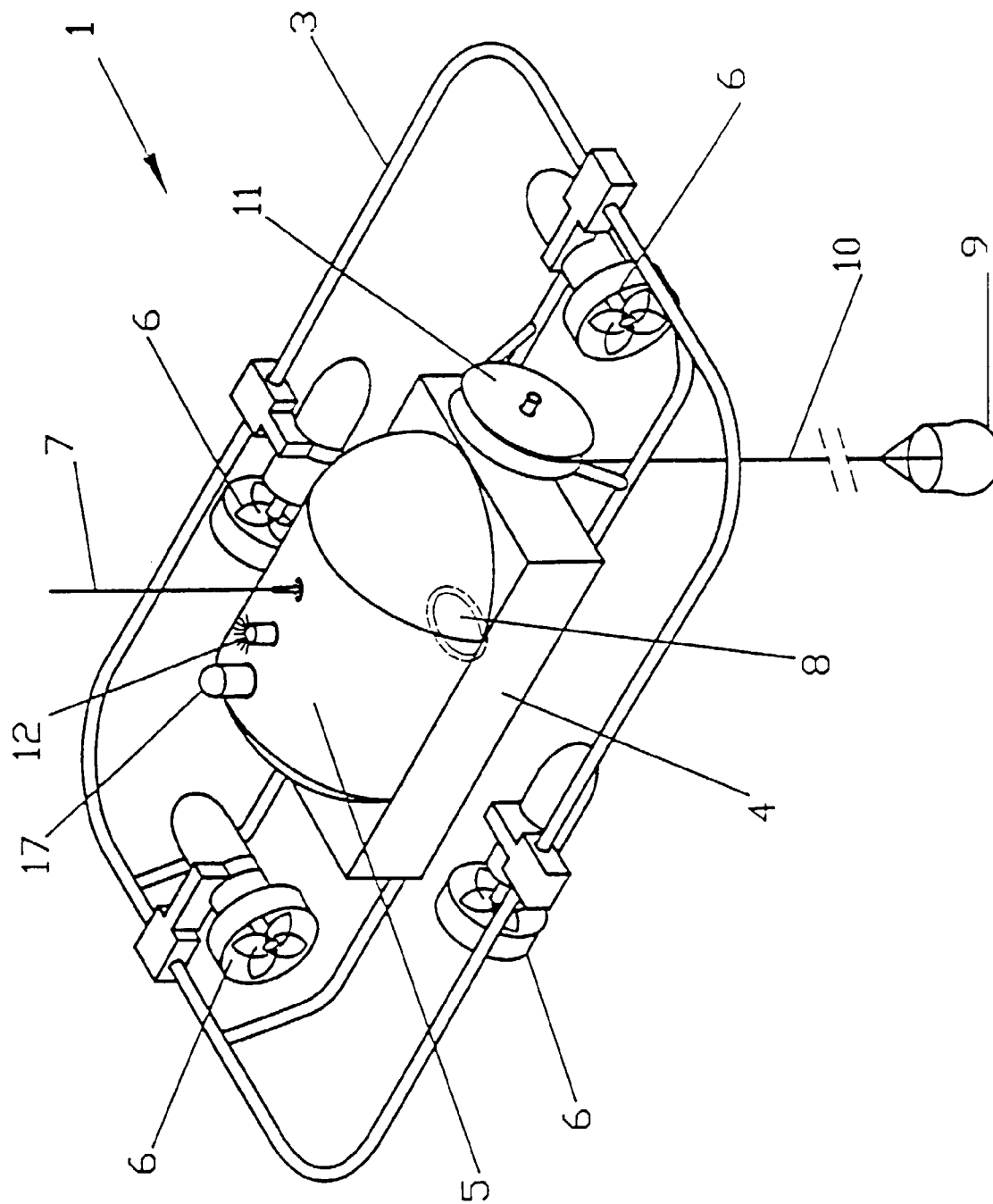


FIG. 1b

FIG. 2





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 97 43 0005

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X,P	US 5 577 942 A (JUSELIS)	1	B63B22/18
Y	* le document en entier *	2-8	B63C11/48
	---		B63C11/42
Y	DAVID EGLES: "Ranger 1:A Self-Propelled Data Buoy.(Conference record of "Ocean Engineering and the Environment")" 14 Novembre 1985 , MARINE TECHNOLOGY SOCIETY , SAN DIEGO,CALIFORNIA XP002031697	2,3,6	
A	* page 56, colonne de droite, alinéa 4 - page 57, colonne de droite, alinéa 3; figure 1 *	1	
	---		
Y	US 5 283 767 A (MC COY)	7	
A	* le document en entier *	1,3	
	---		
Y	EP 0 165 192 A (GASS)	4	
	* page 4, ligne 30 - ligne 34 *		
	---		
Y	US 4 502 407 A (STEVENS)	5,8	
A	* colonne 5, ligne 48 - colonne 6, ligne 40; figure 6 *	9,10	
	---		
A	WO 85 04004 A (DONNELLY ET AL)	1,10	B63B
	* le document en entier *		B63C
	---		B63G
A	GB 2 060 504 A (LAUKIEN)	1	
	* figures 1,3 *		
	---		
A	DE 94 07 816 U (KOCH)	3	
	* page 3, alinéa 3 - alinéa 4 *		
	---		
A	FR 2 697 001 A (THOMSON CSF)	10	
	* page 2, ligne 1 - ligne 13; figure 10 *		
	-----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		27 Mai 1997	DE SENA, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)