

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: 87402238.7

⑤① Int. Cl.⁴: **B 63 B 1/28**

㉔ Date de dépôt: 08.10.87

③① Priorité: 17.10.86 FR 8614436

④③ Date de publication de la demande:
20.04.88 Bulletin 88/16

⑧④ Etats contractants désignés:
CH DE ES GB IT LI

⑦① Demandeur: **ETAT FRANCAIS** représenté par le
Délégué Général pour l'Armement
26 Boulevard Victor
F-75996 Paris Armées (FR)

⑦② Inventeur: **Guezou, Jean-Pierre**
11, Clos Pérault
F-91200 Athis-Mons (FR)

Lamberti, Bertrand
75, rue Brillat-Savarin
F-75013 Paris (FR)

Balquet, Robert
35, rue Le Marois
F-75016 Paris (FR)

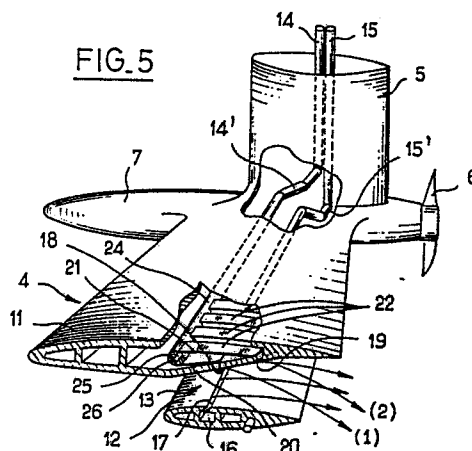
Machabert, Michel
17, rue de Millery
F-54960 Nellenville (FR)

⑤④ **Dispositif de propulsion et de sustentation pour navires rapides à aile portante immergée.**

⑤⑦ L'invention concerne un dispositif de propulsion et de sustentation pour navires rapides à aile portante immergée.

Selon l'invention, l'aile portante (4) comporte un plan porteur principal (11) et un aileron de bord de fuite (12) articulé, ainsi que des moyens (14, 25 ; 15, 16) pour injecter du gaz à grande vitesse à partir de l'intrados du plan porteur principal et de l'extrados de l'aileron de bord de fuite. On assure ainsi une sustentation à basse vitesse, en particulier une hypersustentation au décollage, et on définit une tuyère (13) à écoulement diphasique pouvant assurer seule la propulsion à haute vitesse par détente d'une émulsion gaz-liquide dans ladite tuyère.

Application à la réalisation d'hydroptères rapides.



Description

DISPOSITIF DE PROPULSION ET DE SUSTENTATION POUR NAVIRES RAPIDES A AILE PORTANTE IMMERGEE.

L'invention concerne un dispositif de propulsion et de sustentation pour navires rapides à aile portante immergée, en particulier des navires du type hydroptère.

Il a été conçu des hydroptères à plans porteurs autostables fixes en V. De tels hydroptères illustrent une première génération d'appareils, dont les performances en vitesse restent limitées (35 noeuds environ) en raison de leur sensibilité à l'état de la mer.

C'est pourquoi des hydroptères d'une deuxième génération ont été étudiés, avec ailes portantes immergées raccordées à la coque par une ou plusieurs jambes. Ces hydroptères utilisent un mode de propulsion classique, par hélice ou par jets d'eau (hydrojet). Les performances en vitesse sont meilleures qu'avec les hydroptères de la première génération, mais restent encore limitées. En effet, le phénomène de cavitation implique une limitation à 40 noeuds avec un hélice classique, à moins d'utiliser une hélice supercavitante permettant d'arriver à 50 noeuds, mais nécessitant une puissance très élevée, cette vitesse pouvant être également atteinte avec une propulsion par jets d'eau, mais toujours avec une puissance importante pour actionner les pompes accélératrices ; ceci conduit à augmenter la hauteur des jambes, le poids de l'engin et, de ce fait, la surface immergée. De plus le pilotage se fait essentiellement en incidence, par braquage du ou des plans porteurs ; le pilotage est délicat en raison des à-coups amenant des discontinuités de traînée et de portance, et ce d'autant plus que la surface des plans porteurs est grande (à titre indicatif, un hydroptère de 500 tonnes nécessite une surface de l'ordre de 50 m² pour le plan porteur).

Ceci a amené à concevoir des dispositifs de propulsion différentes pour des engins d'une troisième génération, utilisant une émulsion air-eau dans une tuyère.

Il a été ainsi prévu d'intégrer dans une aile portante d'hydroptère un "réacteur liquide", comprenant une tuyère de détente où une émulsion air-eau est accélérée pour produire l'effet propulsif ; un tel dispositif de propulsion est illustré dans le brevet français 1.569.780. Le statoréacteur ainsi réalisé utilise un fluide compressible nécessitant une détente dans un étage de la tuyère comportant successivement un convergent, un col, et un divergent : ceci implique que la tuyère présente une longueur très importante, égale à celle du plan porteur, ce qui a pour conséquence une traînée très importante à vitesse élevée, et une mauvaise intégration des fonctions de propulsion et de sustentation, car le plan n'est pas réellement porteur à basse vitesse lorsque le statoréacteur n'est pas en fonctionnement. De plus, le pilotage est très délicat malgré l'existence des deux moyens de réglage que constituent un corps creux déplaçable, en translation au col de la tuyère ainsi qu'un volet, articulé directement sur l'aile portante au niveau de la sortie du jet : en effet, le braquage du volet modifie la

portance, ce qui nécessite de modifier également la position du corps creux dans la tuyère. En définitive de tels hydroptères n'autorisent pas une optimisation hydrodynamique du plan porteur, et présentent peu d'aptitude au fonctionnement sans injection de gaz.

On peut se référer également au brevet américain No. 3.171.379 où est décrit un dispositif de propulsion du même genre.

Une technique analogue a été également utilisée pour des navires à effet de sol, ainsi qu'illustré dans le brevet américain No. 3.117.545. La sustentation de l'engin à basse vitesse n'est assurée que par deux volets fixes, dont le volet arrière définit avec la paroi longitudinale du coussin une tuyère d'écoulement. Outre la sustentation médiocre à basse vitesse, on retrouve un rendement global de la tuyère relativement mauvais du fait de l'absence d'écart de vitesse entre le liquide et le gaz de réaction (la pression du gaz intervient seule), d'où une détente instable et un mélange peu homogène : là encore le rendement propulsif est mauvais, et les performances en vitesse restent très limitées.

On peut également citer le brevet français 1.071.658 et le brevet anglais 388.696 pour illustrer ce type de technique.

D'autres techniques ont été proposées pour améliorer le rendement propulsif. On peut citer à ce titre le brevet français 72 32191 et son Certificat d'Addition 73 08233. Le dispositif qui y est illustré comporte un générateur de gaz créant axialement une nappe de gaz homogène sous la coque du navire, et un profil laminaire entaillé pour perturber l'écoulement axial de la nappe de gaz, générant ainsi un effet axial et un effet émulsif transversal ; en particulier des éléments verticaux profilés peuvent constituer deux à deux une tuyère pour générer un effet émulsif transversal. Il s'agit en fait essentiellement d'une technique de lubrification, améliorant le rendement propulsif, mais augmentant notablement la traînée du fait des éléments fractionnant la lame d'air.

Il a été enfin proposé un dispositif de propulsion très intéressant, illustré dans le brevet français 2.261.926.

Ce dispositif comporte un propulseur à réaction gazeuse dit "émulseur à dilution étagée" ou EDE, dans lequel on injecte un gaz de réaction dans une tuyère simplement convergente, avec une faible incidence et une très grande vitesse. La détente de l'émulsion se fait dans un étage non convergent. On utilise deux volets articulés au niveau de l'étage d'injection pour faire varier la section d'entrée du diffuseur et la section de sortie de l'étage de détente, et ainsi respectivement augmenter ou diminuer la poussée lorsque ces sections diminuent. A la différence des techniques précédentes, la vitesse du gaz est très supérieure à celle de l'eau, ce qui produit un effet de cisaillement important lors de l'injection.

Un tel dispositif de propulsion rend théoriquement

possible des gammes de vitesse dépassant largement 50 noeuds. Il convient cependant de réaliser son intégration au navire ce qui est délicat, car un montage classique en nacelle serait en effet incompatible avec les caractéristiques recherchées.

L'invention a pour objet de réaliser un dispositif intégré permettant de combiner la propulsion et la sustentation à toutes les vitesses, avec un rendement propulsif élevé permettant d'accéder à des vitesses importantes, en particulier dépassant 60 noeuds pour des navires de 200 à 500 tonnes.

Un autre objet de l'invention est de réaliser un dispositif permettant une utilisation optimale d'une propulsion classique à basse vitesse, et d'une propulsion à réaction gazeuse par émulseur à dilution étagée à haute vitesse, cette dernière propulsion étant du type de celle décrite dans le brevet français 2.261.926.

Un autre objet de l'invention est de réaliser un dispositif de propulsion et de sustentation permettant un pilotage aisé sur toute la gamme des vitesses envisagées.

Il s'agit plus particulièrement d'un dispositif de propulsion et de sustentation pour navires rapides à aile portante immergée, tels que des hydroptères, caractérisé par le fait que l'aile portante comporte un plan porteur principal et un aileron de bord de fuite articulé, ainsi que des moyens pour injecter du gaz à grande vitesse et sous une faible incidence à partir de l'intrados du plan porteur principal et de l'extrados de l'aileron de bord de fuite, et par le fait que le plan porteur principal et l'aileron de bord de fuite assurent d'une part la sustentation à basse vitesse en l'absence d'injection de gaz, la propulsion étant alors assurée de façon classique par des moyens mécaniques, et permettent d'autre part de définir dans une position biplan une tuyère à écoulement diphasique assurant la propulsion à haute vitesse, en cas d'injection de gaz dans la zone de recouvrement, par effet de détente dans un étage non convergent de ladite tuyère de l'émulsion gaz-liquide qui y est générée, les fonctions de propulsion étant alors intégrées aux fonctions de sustentation de l'aile portante.

De préférence, l'aileron de bord de fuite est apte à s'intégrer au plan porteur principal, de manière à pouvoir ainsi former une aile unique au profil plat qui retarde au maximum l'apparition du phénomène de cavitation ; en particulier, l'aileron de bord de fuite peut être reculé et braqué par rapport au plan porteur principal, de façon à pouvoir assurer une fonction d'hypersustentation au décollage.

Il est de préférence prévu un braquage possible de l'aileron de bord de fuite à partir de la position intégrée de celui-ci, et du plan porteur principal par rapport à la ou les jambes le reliant à la coque du navire, le braquage de l'un et/ou l'autre permettant le pilotage en vol subcavitant ; en fait, le braquage du seul aileron de bord de fuite est préférable, en raison des problèmes de cavitation, en phase de vol subcavitant postérieurement au décollage.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, l'ensemble biplan formé par le plan porteur principal et l'aileron de bord de fuite, lors de la propulsion à haute vitesse, définit un entreplan qui

est prévu réglable pour adapter l'étage de détente aux conditions de vol ; ce réglage est particulièrement intéressant dans la phase transitoire au cours de laquelle la propulsion à réaction gazeuse commence à être le seul mode utilisé.

De préférence, les moyens d'injection de gaz comportent, pour le plan porteur principal et l'aileron de bord de fuite, une conduite d'alimentation disposée selon l'envergure de l'aile portante et acheminant le gaz par un canal associé vers au moins une fente d'injection ; en variante, le plan porteur principal comporte au moins deux fentes d'injection parallèles, chacune desdites fentes d'injection étant reliée à la conduite d'alimentation par un canal indépendant, de sorte que le gaz soit injecté par l'une ou l'autre de ces fentes.

Il est de toute façon avantageux de prévoir des moyens permettant d'ajuster les caractéristiques du gaz sortant par la fente d'injection associée. En particulier, les moyens d'injection peuvent comporter un boisseau tournant dans un fourreau à lumières, intercalé entre la conduite d'alimentation et le ou les canaux associés, la rotation dudit boisseau permettant d'ajuster la pression du gaz sortant par la fente d'injection associée ; il peut s'avérer intéressant que la conduite d'alimentation du plan porteur principal comporte des flasques de guidage canalisant les filets de gaz vers des ouvertures d'entrée prédéterminées du fourreau, en vue d'une meilleure répartition de la pression de gaz le long de l'envergure. De préférence, les moyens d'injection de gaz associés au plan porteur principal et à l'aileron de bord de fuite sont couplés pour permettre d'ajuster la répartition du gaz dans l'ensemble biplan.

Selon une caractéristique avantageuse, lorsque le régime de propulsion à haute vitesse est établi, l'aileron de bord de fuite est maintenu dans sa position adaptée, la stabilisation et le pilotage se faisant alors par le choix du débit de gaz et/ou de la répartition du gaz injecté dans l'ensemble biplan, avec l'avantage d'un temps de réponse très court, ce qui permet un pilotage fin, sans avoir à agir sur des pièces mobiles saillantes.

Selon une autre caractéristique avantageuse, le dispositif de l'invention comporte des moyens permettant un transfert progressif de puissance, de la propulsion classique vers la propulsion par détente de l'émulsion gaz-liquide dans la tuyère ; en particulier, les moyens de transfert progressif peuvent comporter un ensemble réducteur à renvoi d'angle, dont les sorties permettent d'actionner un moyen de propulsion classique tel qu'hélice ou hydrojet, et/ou un compresseur prévu pour l'injection de gaz.

Différentes configurations d'ailes portantes immergées peuvent être adoptées dans le cadre de l'invention. Celles-ci peuvent être constituées de deux sous-ensembles indépendants en T inversé, disposés transversalement à la coque, ou d'un ensemble unique en **TT** inversé, avec une aile centrale reliant deux nacelles ; dans ce dernier cas, il peut naturellement être prévu que l'aile centrale se prolonge au-delà de chaque nacelle par une aile d'extrémité.

D'autres caractéristiques et avantages de la présent invention apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre et des dessins annexés, concernant des modes particuliers de réalisation, en référence aux figures, où :

- les figures 1 et 2 sont des vues schématiques en élévation et en bout d'un navire rapide, du type hydroptère, équipé en arrière d'une double aile portante réalisée conformément à l'invention en vue d'une intégration des fonctions de propulsion et de sustentation, permettant d'atteindre des vitesses élevées, en particulier dépassant 60 noeuds pour un tel navire dont le poids peut aller jusqu'à 500 tonnes,

- les figures 3a à 3c illustrent en vue de dessous trois exemples de configurations d'aile portante immergée, ici en arrière de coque, la figure 3a correspondant à la configuration illustrée aux figures 1 et 2,

- la figure 4 est une vue en perspective d'une jambe arrière au bout de laquelle est montée une nacelle avec hélice de propulsion, et une aile portante immergée dont les trois configurations précédentes sont illustrées en pointillés et traits mixtes,

- la figure 5 est une vue en perspective, avec arrachements partiels, d'un dispositif de propulsion et de sustentation intégré, permettant de distinguer les moyens d'injection prévus pour l'ensemble biplan formé par le plan porteur principal et l'aileron de bord de fuite, en position de haute vitesse,

- la figure 6 est une coupe transversale de l'ensemble biplan de la figure 5, illustrant schématiquement les différents paramètres de réglage prévus dans le cadre de l'invention,

- la figure 7 illustre schématiquement les différentes phases de vol d'un hydroptère équipé d'un dispositif de propulsion et de sustentation conforme à l'invention, reflétant l'utilisation progressive des différents modes de propulsion depuis les manoeuvres portuaires par hélice de coque (schéma a)) jusqu'au vol stabilité à haute vitesse par le seul effet de la détente d'une émulsion gaz-liquide (schéma g)),

- la figure 8 est une vue en perspective d'une aile portante dont l'arrachement permet de distinguer une structure particulière des moyens d'injection prévus pour le plan porteur principal,

la figure 9 est une vue schématique illustrant une configuration possible de moyens de transfert de puissance, permettant de passer progressivement d'une propulsion classique par hélice à une propulsion par détente d'émulsion gaz-liquide.

Figures 1, 2, un navire rapide 1, de type hydroptère, est ici équipé, à l'avant, d'un plan porteur 2 monté en bout de jambe 3, et, à l'arrière, d'une aile portante constituée de deux sous-ensembles identiques 4 en bout d'une jambe associée 5, selon une disposition en T inversé. Chaque sous-ensemble comporte une propulsion classique, ici du type à hélice marine à hautes performances 6, et un

dispositif de propulsion et de sustentation constituant l'objet essentiel de l'invention, et qui sera décrit plus loin en détail.

Cette configuration est illustrée, en vue sous l'eau, à la figure 3a. Il est naturellement possible d'utiliser un ensemble unique en π inversé, avec une aile centrale 4' reliant les deux nacelles arrière 7, avec ou sans ailes d'extrémité 4' ainsi qu'illustré respectivement aux figures 3b et 3c. On pourrait encore envisager une disposition inversée des ensembles porteurs précédents, l'aile portante se trouvant dans ce cas à l'avant du navire, et le plan porteur à l'arrière.

La figure 4 illustre une jambe de support 5 dont la conception est classique, avec deux liaisons 8 de verrouillage à la coque du navire, et une articulation 9 reliée à la coque pour le relevage de l'ensemble porteur après déverrouillage des liaisons 8, par action d'une bielle (non représentée) s'articulant en bout d'un levier de relevage 10.

Les trois configurations de l'aile portante immergée représentées aux figures 3a, 3b, 3c sont rappelées en traits mixtes et pointillés. Pour alléger la présentation, il ne sera fait référence dans la suite de la description qu'à une aile portante immergée 4, étant entendu qu'il pourra s'agir d'une double aile indépendante 4 en deux portions de part et d'autre de la nacelle associée 7 (traits mixtes), ou d'une aile centrale 4' reliant deux nacelles 7 (traits pointillés), celle-ci pouvant encore être prolongée par deux portions d'extrémité 4'' au-delà des nacelles 7 (traits pointillés et traits mixtes). L'aile portante immergée pourra naturellement être calée en incidence grâce à des moyens classiques non représentés ici.

Conformément à un aspect essentiel de l'invention, et ainsi qu'illustré aux figures 5 et 6, l'aile portante 4 comporte un plan porteur principal 11 et un aileron de bord de fuite 12 articulé, ainsi que des moyens pour injecter du gaz à grande vitesse et sous une faible incidence à partir de l'intrados du plan porteur principal 11 et de l'extrados de l'aileron de bord de fuite 12. Ainsi, et selon un principe fondamental de l'invention, le plan porteur principal 11 et l'aileron de bord de fuite 12 :

- assurent la sustentation à basse vitesse, en l'absence d'injection de gaz, la propulsion étant alors assurée de façon classique par des moyens mécaniques (ici une hélice marine 6, laquelle pourrait être remplacée par une propulsion par hydrojet),

- et permettent de définir dans une position biplan une tuyère à écoulement diphasique 13 assurant la propulsion à haute vitesse, en cas d'injection de gaz dans la zone de recouvrement, par effet de détente dans un étage non convergent de ladite tuyère 13 de l'émulsion gaz-liquide qui y est générée.

On parvient ainsi à réaliser une intégration des fonctions de propulsion aux fonctions de sustentation de l'aile portante 4.

La liaison entre l'aileron de bord de fuite 12 et le plan porteur principal 11 n'a pas été représentée pour alléger le dessin, mais on utilisera une tringlerie classique du type de celles qui sont employées sur les avions gros porteurs pour commander les volets de bord de fuite. Cette liaison doit en effet permettre

d'avoir trois degrés de liberté, comme cela a été schématisé à la figure 6 : un décalage Δx , un entreplan Δh , et un angle de braquage δ .

L'aileron de bord de fuite est ainsi relié à une platine de mise en mouvement classique, dont le déplacement est commandé par des organes de commande tels que vérins logés dans la jambe de l'aile portante.

Il est à noter que les volets articulés sur un plan porteur, prévus sur certains dispositifs de sustentation existants, n'ont souvent qu'un seul degré de liberté, à savoir l'angle de braquage.

Le décalage Δx et l'entreplan Δh permettent ici d'obtenir toutes les configurations intermédiaires, avec en particulier une position rentrée pour définir une aile unique au profil plat (l'aileron de bord de fuite est apte à s'intégrer au plan porteur principal), et une position biplan pour définir une géométrie dont on peut choisir la configuration ; l'aile portante 4 est représentée dans une telle position biplan aux figures 5 et 6.

Les différentes positions relatives entre le plan porteur principal 11 et l'aileron de bord de fuite 12, correspondant à des phases de vol associées à toute la gamme de vitesses prévues, seront décrites plus en détail ci-après en regard des schémas a) à g) de la figure 7.

On va maintenant décrire un exemple de mode de réalisation des moyens d'injection de gaz, étant entendu que la structure de ces moyens pourra être modifiée selon le type de navire rapide équipé du dispositif de propulsion et de sustentation de l'invention. Néanmoins, quelle que soit la structure retenue, il doit subsister un principe fondamental dans le cadre de la présente invention, selon lequel l'aile portante remplir d'abord une fonction de sustentation lorsque la propulsion est assurée par des moyens conventionnels, donc lorsque les moyens d'injection de gaz ne sont pas utilisés pour prendre en charge cette propulsion, puis une fonction supplémentaire de propulsion lorsque lesdits moyens d'injection sont utilisés.

Le dispositif de l'invention se démarque ainsi radicalement des dispositifs connus évoqués plus haut, car l'intégration réalisée permet de piloter le navire rapide ainsi équipé sur toute la plage de vitesses ; au contraire, les hydroptères connus de la troisième génération, utilisant l'effet propulsif de la détente d'une émulsion gaz-liquide dans une tuyère, n'ont pas cette intégration, et comportent des plan propulseurs faiblement porteurs à basse vitesse. Ceci a naturellement une influence directe et très importante sur la stabilisation et l'aptitude au pilotage.

On distingue sur la figure 5 deux conduites d'alimentation 14, 15, respectivement associées au plan porteur principal 11 et à l'aileron de bord de fuite 12. Ces conduites sont montées en aval d'un compresseur (non représenté), et arrivent par la jambe 5 de l'aile portante 4. Le raccordement avec changement de direction s'effectue au niveau de la nacelle 7, au moyen de tronçons associés 14', 15' constituant des coudes articulés, rigides ou flexibles, équipés de colliers tournants classiques. On pourra avantageusement prévoir un montage sur

platines dont le mouvement est asservi à celui de l'aile portante (plan porteur principal et/ou aileron de bord de fuite), afin de ne pas exercer d'efforts excessifs sur les parties vulnérables de ces conduites.

Pour l'aileron de bord de fuite 12, la conduite 15, 15' se raccorde à un canal longitudinal 16, communiquant avec une fente 17, ici continue, débouchant au niveau de l'extrados. Cette fente est inclinée vers l'arrière selon un angle faible α (figure 6), qui est par exemple de l'ordre de 10° . On dispose ainsi d'une injection répartie uniformément le long de l'envergure de l'aileron de bord de fuite.

Pour le plan porteur principal 11, on pourrait utiliser des moyens identiques aux précédents. Il est cependant plus intéressant de prévoir une structure permettant un ajustage des conditions d'injections au niveau de l'intrados du plan porteur principal.

Il est ici prévu deux fentes parallèles 18, 19 : la duplication optionnelle des fentes permet de modifier la longueur de l'étage de détente. Ces fentes débouchent de l'intrados du plan porteur principal 11 dans la zone de recouvrement de l'aileron de bord de fuite 12. De façon à utiliser l'une ou l'autre de ces fentes, chacune de celles-ci est reliée à la conduite d'alimentation par un canal indépendant 20, 21 respectivement.

Ces canaux peuvent être définis par des profilés tubulaires 22, 23 (figure 5) fixés sur un fourreau cylindrique d'alimentation 24 par exemple réalisé en laiton) dans lequel est monté un boisseau 25 dont l'ouverture transversale axiale 26, permet d'alimenter l'une ou l'autre des fentes (filets 1 ou filets 2), selon la position angulaire dudit boisseau. En variante, les canaux 20, 21 peuvent être définis par une succession d'entretoises 27, 28 (figure 6). Ces entretoises peuvent être parallèles, auquel cas chacune des fentes d'injection 18, 19 est définie par une succession de petites fentes. Ces entretoises peuvent aussi être inclinées pour former des canaux s'élargissant vers l'arrière de l'aileron de bord de fuite, les fentes adjacentes de sortie ainsi définies débouchant au niveau d'une fente commune qui est ici continue. Ces dispositions visent à éliminer l'inconvénient des pertes de charge, et améliorer ainsi sensiblement les caractéristiques d'écoulement du gaz injecté ; de tels canaux à forme trapézoïdale sont illustrés sur la vue de dessous de la figure 8.

Sur la figure 6, on a illustré une chambre d'alimentation continue 29 (alimentée directement par la conduite 14, 14'). Le fourreau 24 présente alors une pluralité d'ouvertures d'entrée 30, dont le dimensionnement permet l'alimentation de l'un ou l'autre des canaux 20, 21 par des ouvertures de sortie correspondantes 31, 32, respectivement.

La rotation du boisseau 25 permet ainsi non seulement de passer d'une fente d'injection à l'autre, mais également d'ajuster la pression du gaz sortant par ladite fente d'injection, ce qui constitue un paramètre supplémentaire de réglage aisément contrôlable. On pourra également prévoir un couplage des moyens d'injection associés au plan porteur principal et à l'aileron de bord de fuite, pour permettre d'ajuster la répartition du gaz dans

l'ensemble biplan, ce qui permet d'obtenir un autre paramètre de réglage pour l'injection du gaz.

Il peut s'avérer utile, dans le cas d'ailes portantes de dimensionnement important, d'améliorer la répartition du débit de gaz d'alimentation le long de l'envergure du plan porteur principal. Ceci peut être obtenu en ménageant, dans la chambre 29, des flasques de guidage 33 canalisant les filets de gaz vers des ouvertures d'entrée 30 prédéterminées du fourreau 24, ainsi que cela a été représenté sur la figure 8. En alimentant un plus grand nombre d'ouvertures 30 dans la zone d'extrémité de l'aile par rapport à la zone de pied, on tient mieux compte de la charge réelle du plan porteur principal en fonction de l'envergure, et on peut ainsi obtenir une pression globale plus élevée.

On parvient ainsi à injecter du gaz avec une très grande vitesse et une faible incidence (les angles de sortie β et γ des fentes d'injection 18, 19 -voir figure 6-sont de l'ordre de 5°) dans l'étage de détente de la tuyère 13 définie par le plan porteur principal 11 et l'aileron de bord de fuite 12, lorsque ces éléments porteurs sont dans une position biplan, l'effet propulsif étant obtenu par la détente de l'émulsion gaz-liquide dans un étage non convergent de la tuyère, conformément au principe de propulsion par émulseur à dilution étagée (EDE) décrit dans le brevet français 2.261.926. L'injection réalisée dans la zone de recouvrement des deux éléments porteurs permet ainsi d'obtenir l'effet de détente courte très efficace réalisé avec un propulseur du type du brevet précité. Du fait de la faible, longueur de détente requise par ce type de propulsion, celle-ci peut être disposée à l'extrême arrière de l'aile portante immergée, ce qui, combiné, à l'effet de sustentation obtenu par la structure en plan porteur principal et aileron de bord de fuite, permet des performances élevées en combinant à toutes les vitesses la propulsion et la sustentation.

Les différentes phases illustrées schématiquement à la figure 7 vont permettre de faire clairement ressortir les avantages du dispositif de l'invention, avec l'adaptabilité de l'aile portante aux conditions de vol en vue d'un pilotage de plus en plus fin, au fur et à mesure que le navire atteint des vitesses élevées.

a) L'aile portante est relevée, et une propulsion auxiliaire sur coque assure les manoeuvres portuaires ; cette propulsion est schématisée ici par une hélice de coque 34.

b) L'aile portante 4 est immergée, et une propulsion principale, ici l'hélice marine 6, remplace la propulsion auxiliaire ; la configuration illustrée correspond à une navigation à basse vitesse pour la sortie de port (vitesses de l'ordre de 10 à 15 noeuds), l'aileron de bord de fuite 12 étant alors intégré dans le plan porteur principal 11.

c) L'aileron de bord de fuite 12 est reculé et entièrement braqué (l'angle δ est d'environ 12°), de sorte que l'aile portante immergée 4 assure une fonction d'hypersustentation lors du décollage, et on peut obtenir ainsi une vitesse de décollage aussi basse que possible, de l'ordre de 20 à 25 noeuds ; la propulsion

principale est alors à puissance maximale et rendement propulsif maximal.

d) L'aileron de bord de fuite 12 est ramené vers le plan porteur principal 11 en vue d'un profil plat, et le navire est en phase de vol subcavitant, une vitesse de 50 noeuds pouvant alors être atteinte sans caviter grâce à l'hélice marine 6 à hautes performances ; le pilotage se fait de préférence en agissant seulement sur l'aileron de bord de fuite (sans modification du calage du plan porteur principal) pour éviter les problèmes de cavitation, en jouant essentiellement sur l'angle de braquage δ , et éventuellement sur le décalage Δx pour faciliter le pilotage en cas de houle (la fente ainsi générée modifie en effet l'attaque du plan porteur par le fluide).

e) L'aileron de fond de fuite 11 est abaissé pour augmenter l'entreplan Δh et définir un étage de détente, et les moyens d'injection de gaz sont actionnés : il s'agit alors d'une phase de transition au cours de laquelle on réalise progressivement un transfert de puissance de la propulsion conventionnelle (hélice 6) vers le système propulsif par émulsion à dilution étagée (EDE) dans la tuyère 13 à étage de détente non convergent ainsi définie ; un exemple de moyens permettant un tel transfert de puissance est illustré à la figure 9, et sera décrit plus loin.

f) Le transfert de puissance est terminé, et la propulsion est assurée par le système EDE seul ; cette phase correspond à une adaptation de l'ensemble biplan au régime concerné (vitesses de l'ordre de 50 à 60 noeuds), en jouant sur les paramètres de réglage de l'aileron de bord de fuite (Δh , Δx , δ) ; en vue d'une configuration optimale de l'étage de détente au système EDE (en particulier, on tendra à se rapprocher d'une valeur de 1,2 pour le rapport des sections de sortie et d'entrée du diffuseur, et d'une valeur de 6 pour le rapport entre la longueur de l'étage de détente et la hauteur de la veine liquide en sortie).

g) Le régime est établi, et on maintient le plan porteur principal 11 et l'aileron de bord de fuite 12 dans leur position relative adaptée, atteinte à la fin de la phase précédente, la vitesse dépassant alors largement 60 noeuds ; la stabilisation et le pilotage du navire se font alors en jouant sur le débit de gaz injecté, et la répartition de ce gaz entre le plan porteur principal et l'aileron de bord de fuite (l'expérience montre qu'une suppression complète de l'injection par l'aileron de bord de fuite entraîne une réduction importante des performances et un écoulement hydrodynamique instable différent de l'écoulement du type EDE, de sorte que l'on évitera dans la pratique d'aller au-delà d'une répartition 90 % - 10 % pour le plan porteur principal et l'aileron de bord de fuite).

Il ressort des explications qui précèdent que le pilotage s'affine progressivement au fur et à mesure que l'on atteint des vitesses de vol élevées : en phase de propulsion EDE établie, on règle par les gaz la poussée et la portance, ce qui permet un

pilotage fin car la configuration de l'aile portante immergée n'est pas modifiée, de sorte que l'on n'agit sur aucun organe mécanique saillant. Ceci montre bien que le concept de propulsion et de sustentation intégrée de l'invention se démarque radicalement des systèmes utilisés jusque là pour les hydroptères de la troisième génération à "réacteur liquide".

Ainsi, dans le cadre de la présente invention, l'aileron de bord de fuite peut assurer, avec le concept de propulsion et de sustentation intégrées, des fonctions distinctes selon les différentes phases de vol :

- hypersustentation lors du décollage,
- pilotage en vol subcavitant,
- contribution à l'intégration de la propulsion et de la sustentation avec adaptation de l'étage de détente EDE aux conditions de vol,
- participation en régime établi (propulsion EDE seule) à la stabilisation et au pilotage de l'appareil, par l'injection du gaz étant donné que l'aileron de bord de fuite reste essentiellement fixe dans cette phase de vol.

La figure 9 illustre un mode de réalisation possible de moyens permettant un transfert progressif de puissance de la propulsion classique vers la propulsion EDE, mode de réalisation dans lequel ces moyens sont essentiellement mécaniques.

Le moteur 35 du navire est relié, par un arbre de sortie 36, à l'entrée d'un réducteur à renvoi d'angle 37 : un premier arbre de sortie 38 agit sur un compresseur 39, dont les conduites de sortie 40, 41 sont reliées aux conduites d'alimentation en air 14, 15 du plan porteur principal et l'aileron de bord de fuite, tandis qu'un deuxième arbre de sortie 42 est relié au renvoi d'angle 43 de l'hélice 6.

De tels moyens permettent aisément de réaliser le transfert de puissance désiré. On pourrait naturellement prévoir une autre disposition avec un compresseur monté en prise directe sur le moteur, ledit moteur ayant alors deux sorties indépendantes ; cette solution, plus simple sans doute quant au mode de transmission, aurait néanmoins l'inconvénient de nécessiter une loi de commande propre au compresseur.

On a pu voir que le dispositif de l'invention combine ainsi réellement propulsion et sustentation. De plus, avec l'intégration du système, combinée à une transmission de puissance additionnelle sous forme pneumatique, on supprime la nécessité de disposer de nacelles supplémentaires de volume important pour la transmission de la puissance propulsive. C'est d'ailleurs cette sensibilité à la traînée qui établit une limite pratique du système à des navires rapides de tonnage moyen (en fait, on pourrait estimer cette limite à 500 tonnes environ) ; de toute façon, plus le tonnage du navire sera élevé, plus on aura tendance à utiliser toute la largeur disponible pour l'aile portante immergée.

Le dispositif de l'invention permet ainsi de maintenir une portance constante et d'éviter les effets de ralentissement par les vagues ; le pilotage fin à haute vitesse est facilité, car, si le débit d'air augmente, donc la poussée aussi, on contrecarre l'effet de ralentissement, ce qui améliore sensible-

ment la stabilité du navire en position et en vitesse.

L'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit, mais englobe au contraire toute variante reprenant de manière équivalente les moyens essentiels figurant aux revendications.

En particulier, on pourra prévoir des moyens supplémentaires permettant de régler la section de passage du gaz au niveau des fentes d'injection.

De même, le type d'application du dispositif décrit ne doit pas être considéré comme limitatif : par exemple, on peut concevoir une "aile portante immergée" dont la fonction est essentiellement stabilisatrice.

Revendications

1. Dispositif de propulsion et de sustentation pour navires rapides à aile portante immergée, tels que des hydroptères, caractérisé par le fait que l'aile portante (4) comporte un plan porteur principal (11) et un aileron de bord de fuite (12) articulé, ainsi que des moyens (14,25;15,16) pour injecter du gaz à grande vitesse et sous une faible incidence à partir de l'intrados du plan porteur principal (11) et de l'extrados de l'aileron de bord de fuite (12), et par le fait que le plan porteur principal (11) et l'aileron de bord de fuite (12) assurent d'une part la sustentation à basse vitesse, en l'absence d'injection de gaz, la propulsion étant alors assurée de façon classique par des moyens mécaniques, et permettent d'autre part de définir dans une position biplan un tuyère (13) à écoulement diphasique assurant la propulsion à haute vitesse, en cas d'injection de gaz dans la zone de recouvrement, par effet de détente dans un étage non convergent de ladite tuyère de l'émulsion gaz-liquide qui y est générée, les fonctions de propulsion étant alors intégrées aux fonctions de sustentation de l'aile portante (4).

2. Dispositif de propulsion et de sustentation selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'aileron de bord de fuite (12) est apte à s'intégrer au plan porteur principal (11), de manière à pouvoir ainsi former une aile unique au profil plat qui retarde au maximum l'apparition du phénomène de cavitation.

3. Dispositif de propulsion et de sustentation selon la revendication 2, caractérisé par le fait que l'aileron de bord de fuite (12) peut être reculé et braqué par rapport au plan porteur principal (11), de façon à pouvoir assurer une fonction d'hypersustentation au décollage.

4. Dispositif de propulsion et de sustentation selon la revendication 3, caractérisé par le fait qu'il est prévu un braquage possible de l'aileron de bord de fuite (12) à partir de la position intégrée de celui-ci, et du plan porteur principal par rapport à la ou les jambes le reliant à la coque du navire, le braquage de l'un et/ou l'autre permettant le pilotage en vol subcavitant.

5. Dispositif de propulsion et de sustentation

selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que l'ensemble biplan formé par le plan porteur principal (11) et l'aileron de bord de fuite (12), lors de la propulsion à haute vitesse, définit un entreplan qui est prévu réglable pour adapter l'étage de détente de la tuyère aux conditions de vol.

6. Dispositif de propulsion et de sustentation selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les moyens d'injection de gaz comportent, pour le plan porteur principal (11) et l'aileron de bord de fuite (12), une conduite d'alimentation (14,26;15,16) disposée selon l'envergure de l'aile portante et acheminant le gaz par un canal associé vers au moins une fente d'injection (18, 17).

7. Dispositif de propulsion et de sustentation selon la revendication 6, caractérisé par le fait que le plan porteur principal (11) comporte au moins deux fentes d'injection parallèles (18,19), chacune desdites fentes d'injection étant reliée à la conduite d'alimentation par un canal indépendant, de sorte que le gaz soit injecté par l'une ou l'autre de ces fentes.

8. Dispositif de propulsion et de sustentation selon l'une des revendications 6 et 7, caractérisé par le fait qu'il comporte des moyens permettant d'ajuster les caractéristiques du gaz sortant par la fente d'injection associée (17, 18, 19).

9. Dispositif de propulsion et de sustentation selon la revendication 8, caractérisé par le fait que les moyens d'injection comportent un boisseau (25) tournant dans un fourreau à lumières (24), intercalé entre la conduite d'alimentation (29) et le ou les canaux associés, la rotation dudit boisseau permettant d'ajuster la pression du gaz sortant par la fente d'injection associée.

10. Dispositif de propulsion et de sustentation selon la revendication 9, caractérisé par le fait que la conduite d'alimentation (29) du plan porteur principal (11) comporte des flasques de guidage (33) canalisant les filets de gaz vers des ouvertures d'entrée prédéterminées du fourreau (24), en vue d'une meilleure répartition de la pression de gaz le long de l'envergure.

11. Dispositif de propulsion et de sustentation selon l'une des revendications 6 à 10, caractérisé par le fait que les moyens d'injection de gaz associés au plan porteur principal (11) et à l'aileron de bord de fuite (12) sont couplés pour permettre d'ajuster la répartition du gaz dans l'ensemble biplan.

12. Dispositif de propulsion et de sustentation selon les revendications 5, 8 et 11, caractérisé par le fait que, lorsque le régime de propulsion à haute vitesse est établi, l'aileron de bord de fuite (12) est maintenu dans sa position adaptée, la stabilisation et le pilotage se faisant alors par le choix du débit de gaz et/ou de la répartition du gaz injecté dans l'ensemble biplan.

13. Dispositif de propulsion et de sustentation selon la revendication 1, caractérisé par le fait

qu'il comporte des moyens (37) permettant un transfert progressif de puissance, de la propulsion classique vers la propulsion par détente de l'émulsion gaz-liquide dans la tuyère.

14. Dispositif de propulsion et de sustentation selon la revendication 13, caractérisé par le fait que les moyens de transfert progressif comportent un ensemble réducteur à renvoi d'angle (37), dont les sorties permettent d'actionner un moyen de propulsion classique tel qu'hélice ou hydrojet, et/ou un compresseur prévu pour l'injection de gaz.

15. Dispositif de propulsion et de sustentation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'aile portante immergée est constituée de deux sous-ensembles indépendants (4) en T inversé, disposés transversalement à la coque.

16. Dispositif de propulsion et de sustentation selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé par le fait que l'aile portante immergée est constituée d'un ensemble unique en Π inversé, avec une aile centrale (4') reliant deux nacelles (7).

17. Dispositif de propulsion et de sustentation selon la revendication 16, caractérisé par le fait que l'aile centrale (4') se prolonge au-delà de chaque nacelle par une aile d'extrémité (4'').

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

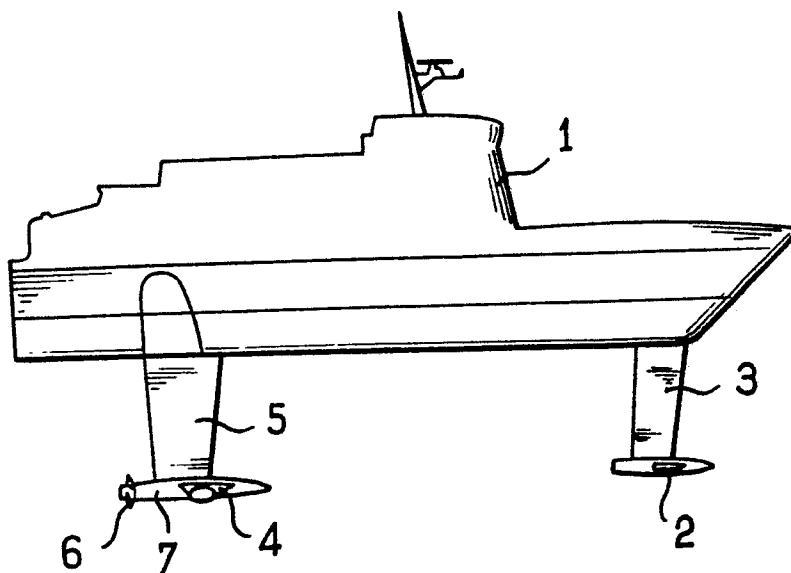


FIG. 2

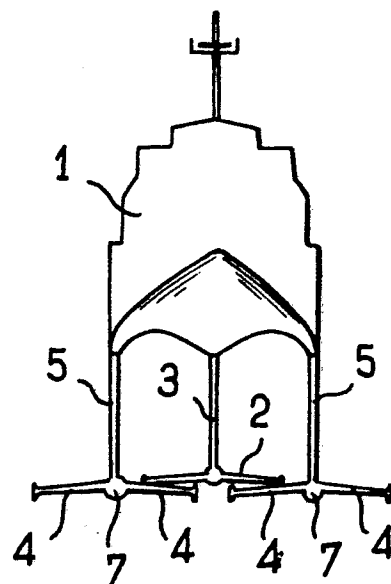


FIG. 3a

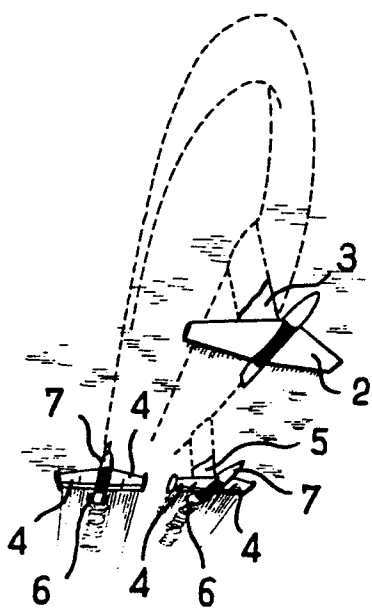


FIG. 3b

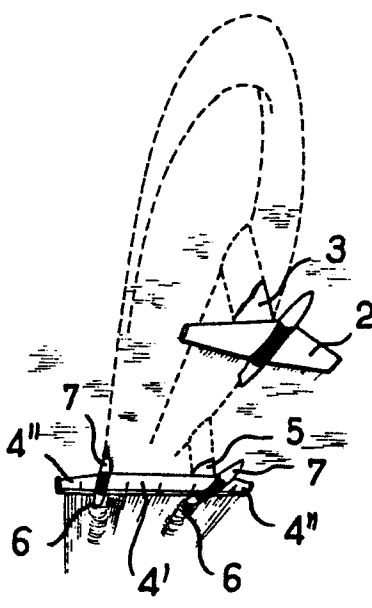
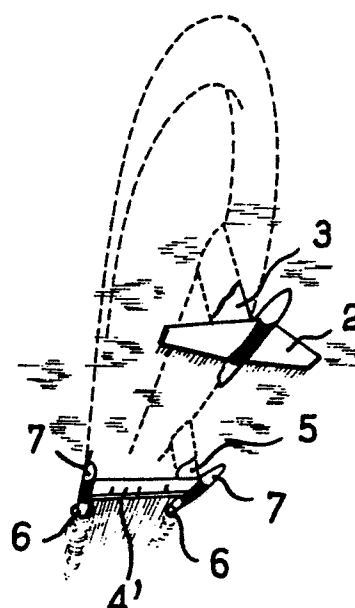


FIG. 3c



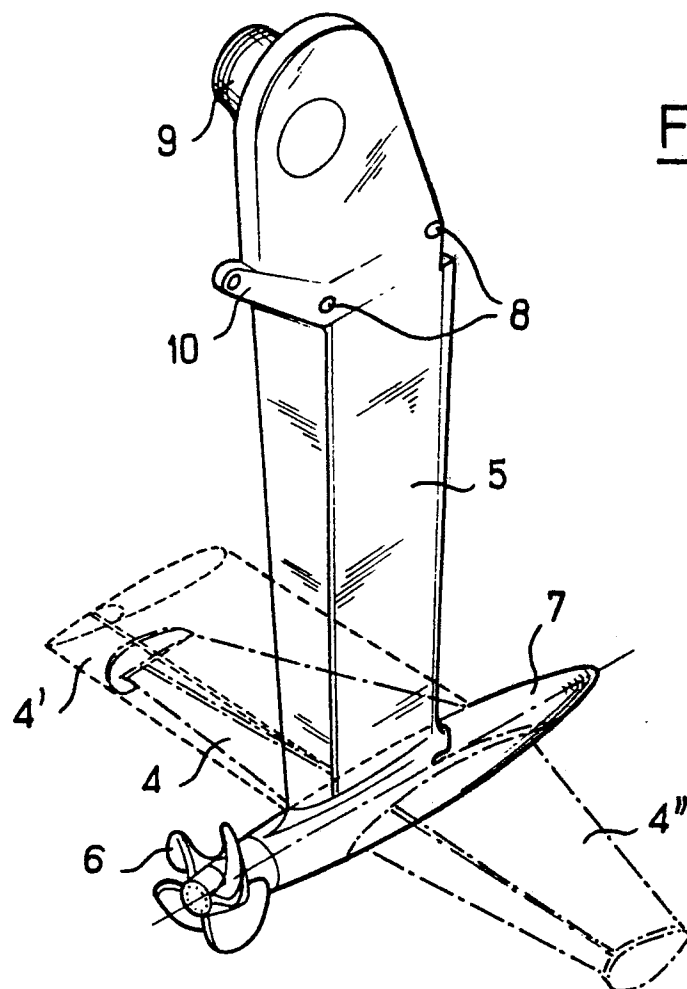
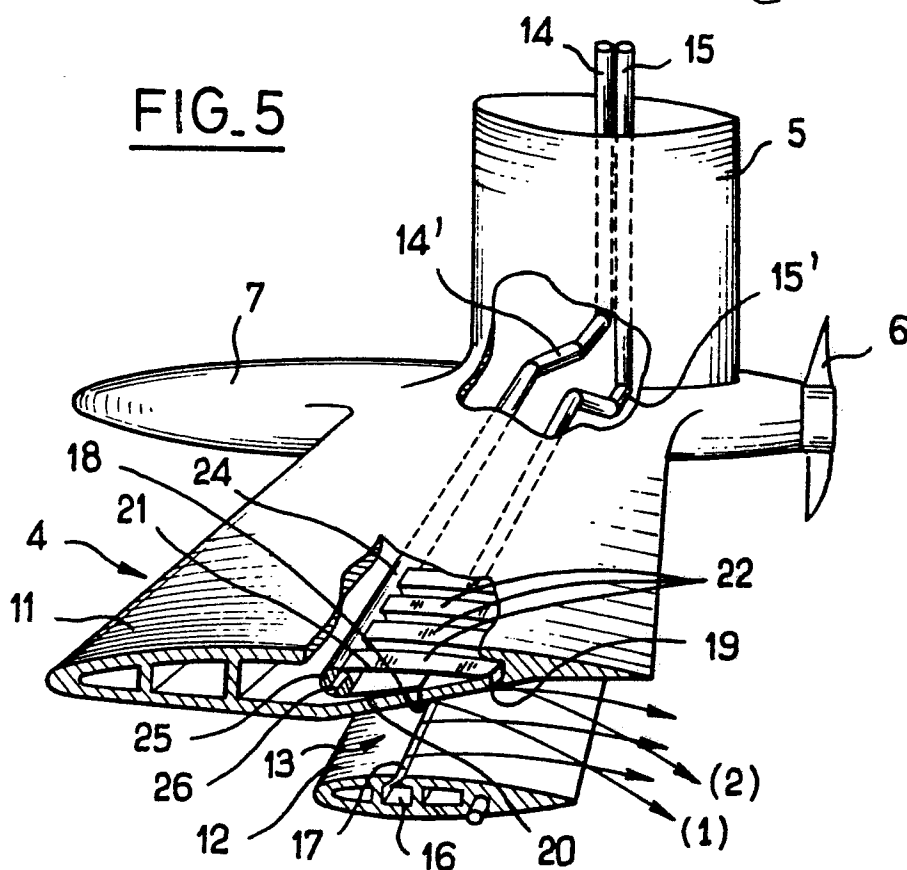
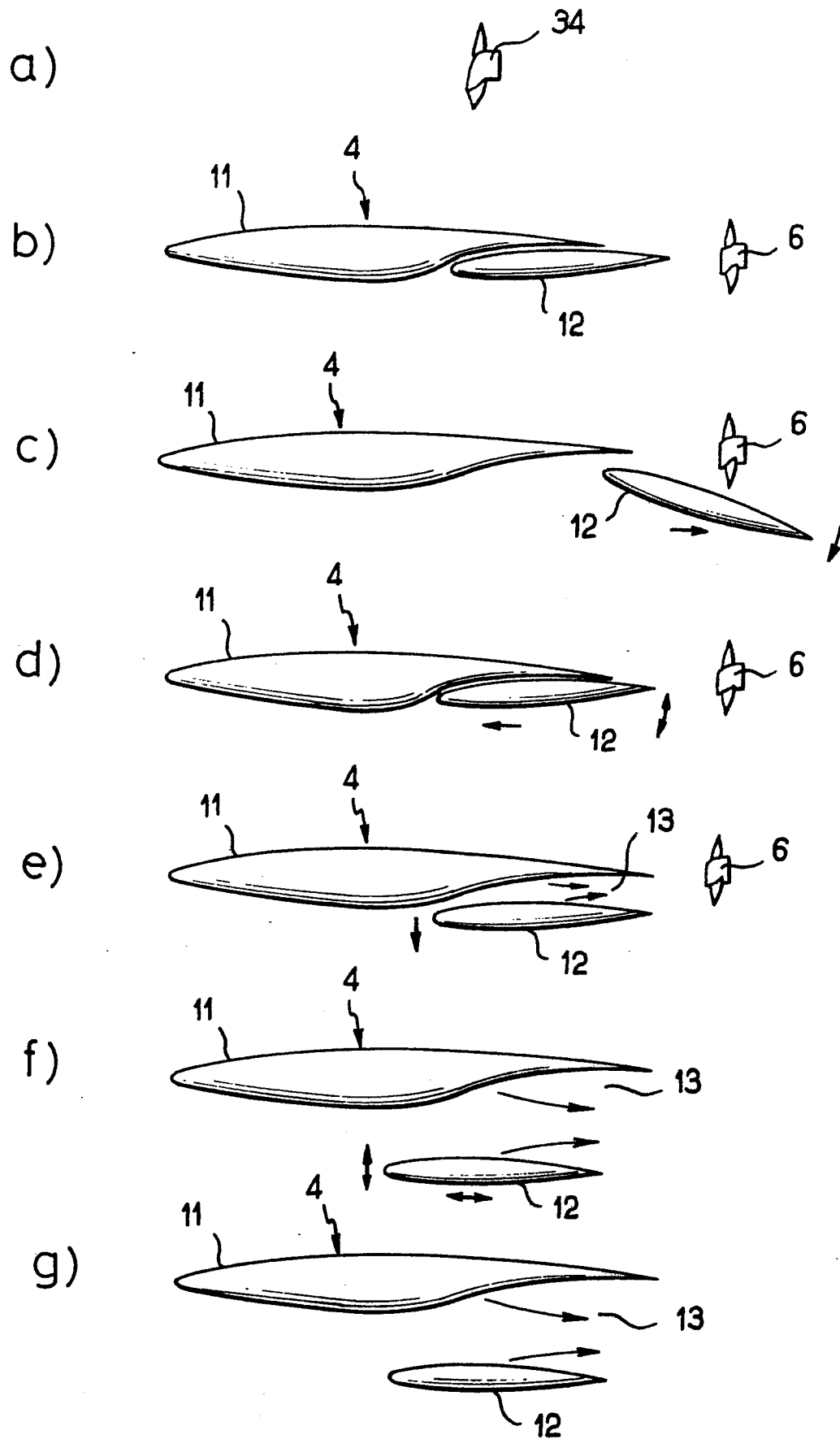
FIG. 4FIG. 5

FIG. 7

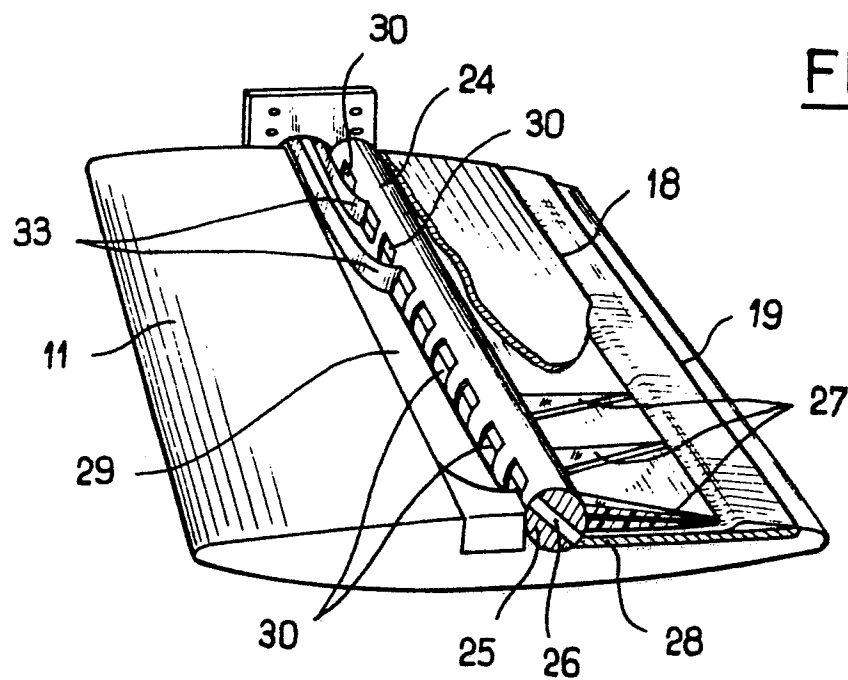


FIG. 8

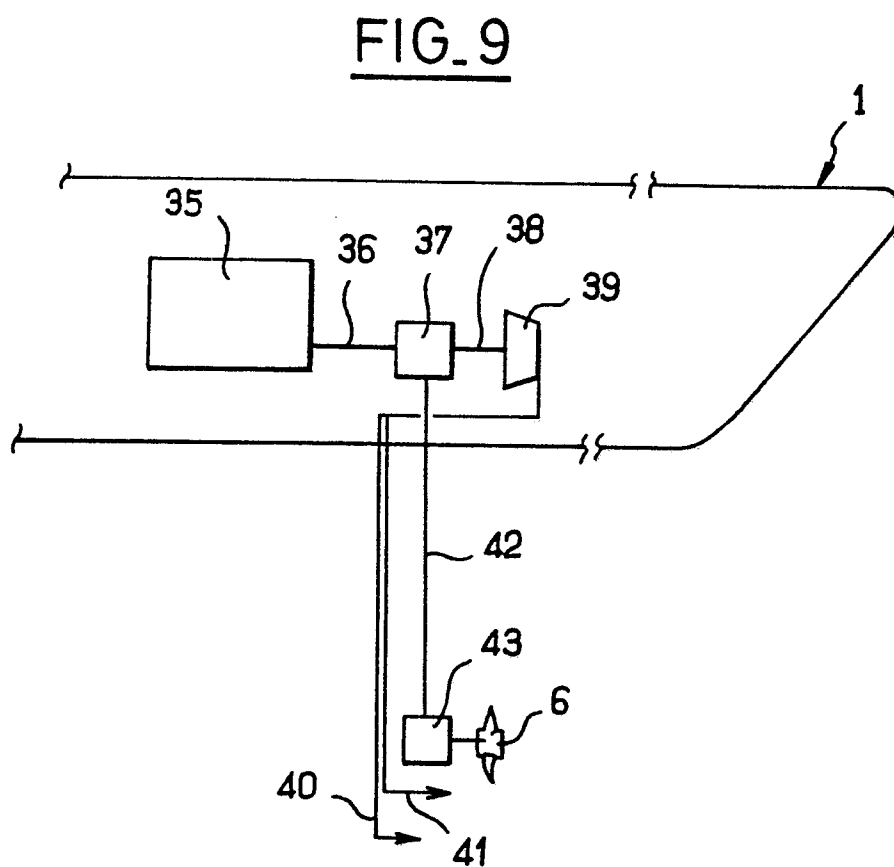


FIG. 9



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 87 40 2238

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.4)
A,D	US-A-3 171 379 (C.J. SCHELL) * Colonne 4, lignes 19-47; colonne 9, lignes 40-51; colonne 10, lignes 32-37; colonne 11, lignes 19-46; revendications 1,3,11; figures 2-6,13 * ---	1,7,8, 11,13, 17	B 63 B 1/28
A,D	FR-A-1 569 780 (C.E.M.) * Page 1, lignes 49-78; page 2, lignes 77-97; revendications 1,2; figures 1,2 * ---	1-3	
A	US-A-3 590 762 (SHAO WEN YUAN) * Colonne 3, lignes 8-15; colonne 4, lignes 5-16; colonne 6, lignes 4-12; colonne 7, ligne 67 - colonne 8, ligne 20; revendications 1,6,9; figures 1,4,8,8a,6,6a * ---	1,9,13, 17	
A	GB-A- 994 320 (GRUMMAN A.E.C.) * Page 2, lignes 34-46; revendications 1,2; figures 1-7 * ---	2-6	
A	US-A-3 915 106 (H. DE WITT) * Colonne 1, lignes 31-63; colonne 2, lignes 24-49; colonne 4, lignes 17-25; revendications 1,2; figures 3,4 * -----	6,7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4) B 63 B B 63 H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 30-11-1987	Examineur VURRO, L.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			