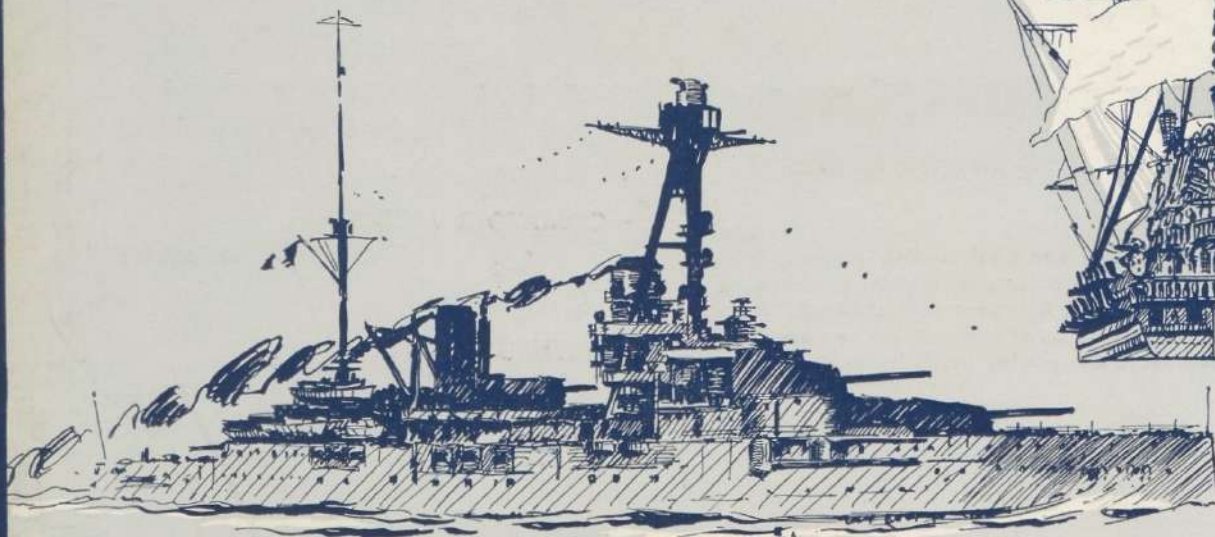
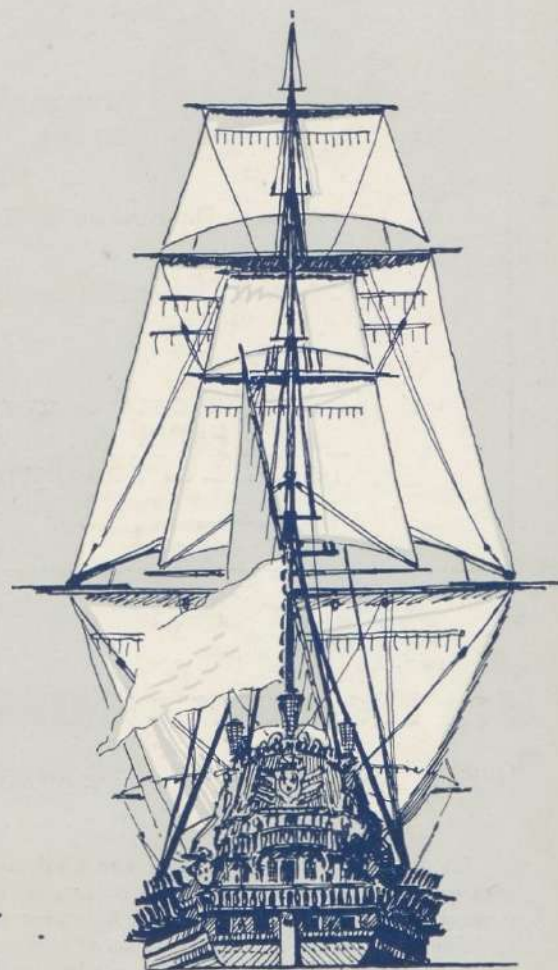
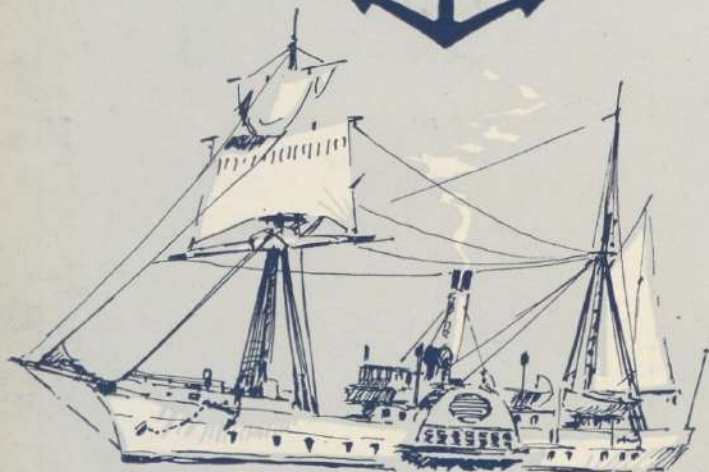


N° 74

JANVIER 1972

MARINE





L'aéroglesseur « N 300 » de la S.E.D.A.M.

(Cliché Revue Maritime)

Les Officiers de Réserve fidèles aux conférences des C.I.R.A.M. avaient eu l'occasion d'entendre une conférence du Capitaine de Frégate FRAPPAT sur les Aéroglesseurs et les Hydroptères. Par la suite, le C.F. FRAPPAT a publié dans la « Revue Maritime » de janvier 1971, un article qui constitue un magistral exposé de la question.

Le séjour très remarqué (sur lequel nous nous étendons par ailleurs) qu'a fait dans les ports français durant l'été 1971 l'hydroptère Tucumcari de la Marine des États-Unis donne un regain d'actualité à cet article, qu'il nous paraît

intéressant de mettre sous les yeux de nos lecteurs. Nous appelons toutefois leur attention sur le fait que, si l'historique et les principes n'ont certainement pas changé, il se peut que, depuis janvier 1971, la question ait légèrement évolué sur le plan des techniques et des réalisations. Le Capitaine de Frégate FRAPPAT, qui commande actuellement l'avis-escorteur Commandant Rivière dans le Pacifique, ne peut évidemment effectuer aucune mise à jour.

Nous le remercions ainsi que la « Revue Maritime » d'avoir bien voulu nous autoriser à reproduire son article.

AÉROGLISSEUR et /ou HYDROPTÈRE



L'hydroptère américain de l'U.S. Navy PLAINVIEW en vol

(Cliché « Revue Maritime »)

SUR terre ou dans les airs l'homme se déplace de plus en plus vite. La mer, par contre, semble ignorer cette « course à la vitesse ». On peut même se demander parfois s'il n'y a pas une certaine régression, dans le domaine militaire tout au moins, quand on songe que tous nos contre-torpilleurs et beaucoup de nos torpilleurs d'avant-guerre atteignaient couramment 35 nœuds. Le Terrible au cours de ses essais avait dépassé 45 nœuds, vitesse record qu'aucun bâtiment militaire classique n'est capable à l'heure actuelle d'égaler. La propulsion nucléaire elle-même, si elle a allongé les « jambes » des bâtiments qui en sont dotés, n'a pas jusqu'à maintenant fait gagner un seul nœud de vitesse maximale.

Est-ce à dire que le marin, habitué de ces longues patiences qui font parfois l'agrément de son métier, a su résister à ce virus de notre civilisation moderne ? Peut-être. En fait, il y a une raison spécifique au milieu qui paraît beaucoup plus déterminante que cette philosophie un peu dédaigneuse vis-à-vis de l'agitation du monde extérieur. Cette raison c'est la résistance hydrodynamique à l'avancement.

Tout baigneur qui marche dans l'eau a pu apprécier que cette résistance était d'un autre ordre de grandeur que la résistance de l'air ou que celle due au frottement sur le sol. C'est là un phénomène bien connu qui a mis un frein au désir du marin d'aller lui aussi plus vite.

En effet, pour augmenter la vitesse d'un bateau il n'y a que deux solutions : augmenter la puissance propulsive ou diminuer par un artifice quelconque la résistance hydrodynamique à l'avancement.

Augmenter la puissance est une solution lourde et très onéreuse. La puissance nécessaire à la propulsion d'un navire croît, en effet, à peu près, comme le cube de la vitesse. En d'autres termes si l'on veut doubler la vitesse maximale d'un

bateau donné, il faut multiplier la puissance par huit. On arrive très vite à une absurdité sinon une impossibilité.

La deuxième solution est la recherche de la diminution et même si possible la suppression de la résistance hydrodynamique à l'avancement. Cette résistance est la somme :

- De la résistance de frottement de la coque sur l'eau;
- De la résistance de vague, la coque devant en quelque sorte écarter l'eau pour avancer, ce qui donne naissance à des vagues.

Les études minutieuses des dimensions et des formes de carènes, l'amélioration de leur état de surface ont permis des progrès importants mais non décisifs. Certains pensent que lorsqu'on aura découvert le secret de la peau des dauphins, un autre pas important pourra être fait. D'autres esprits plus imaginatifs ont essayé de trouver des solutions plus immédiates permettant de tourner ce véritable « mur de l'eau » que constitue la résistance hydrodynamique à l'avancement.

Ces solutions peuvent être classées en quatre grandes catégories sans compter les solutions intermédiaires ou mixtes :

- La coque sous-marine qui outre ses formes optimales (Albacore) ne crée pas de vagues dès qu'elle est à une immersion suffisante;
- La coque planante, qui glisse sur l'eau à grande vitesse;
- L'aéroglesseur qui intercale entre la coque et l'eau un matelas d'air ou coussin d'air;
- L'hydroptère, coque qui déjaugé complètement à partir d'une certaine vitesse pour n'être plus supportée que par des ailes, reliées à la coque par des jambes.

Le cas du sous-marin ne sera pas évoqué dans la suite, nous contentant de ce qui se meut à la surface de l'eau. J'élimi-

nerai également la coque planante qui présente l'inconvénient, encore non résolu, dès que la surface de l'eau est légèrement agitée, d'être soumise à des accélérations verticales extrêmement violentes, dont les « claques » que reçoivent les hors-bords sont un excellent exemple.

Nous nous intéresserons donc aux seuls aéroglesseurs et hydroptères. Pour chacun d'eux, je décrirai ce qui fait l'originalité technique de la formule, ses avantages et ses inconvénients, certains matériels existants ou en projet. J'essayerai

Bien que l'idée remonte à près d'un siècle, il fallut attendre 1953 pour que le Britannique Cockerel établisse la théorie du coussin d'air. En 1956 apparaissait le premier aéroglesseur expérimental. Et seulement trois ans plus tard, le 25 août 1959, le SNR 1 effectuait la première traversée de la Manche. Pendant de nombreuses années, les Anglais, sous l'impulsion de Cockerel, furent les pionniers en ce domaine. Ils ont conservé cette position prédominante jusqu'à ce jour.

Le principe (figure 1).

Le principe de l'aéroglesseur est simple. Une soufflante met en surpression une cavité, sous la coque qui est ainsi soulevée. L'équilibre est atteint lorsque la fuite d'air au ras du sol est égale au débit de la soufflante. Il suffit ensuite par un moyen quelconque d'imprimer un mouvement de translation à l'aéroglesseur.

La surpression nécessaire pour atteindre

ensuite de les comparer à l'aide de critères essentiellement d'ordre militaire et de définir l'utilisation que l'on peut en faire.

Avant d'entrer dans le vif du sujet et pour éviter la confusion qui règne en général dans les appellations de ces nouveaux engins qui se propulsent sur mer sans égard au principe d'Archimède, il faut préciser que l'on ne doit plus parler en France que d'Aéroglesseur et d'Hydroptère. Ainsi en a décidé l'Académie des Sciences.

L'AÉROGLISSEUR

l'équilibre est faible puisqu'elle représente à peu près le dixième de la pression exercée par un pied humain. Ceci explique la qualité amphibie de l'aéroglesseur qui peut ainsi se mouvoir sur pratiquement n'importe quel type de surface.

En intercalant entre la mer et lui un véritable coussin d'air, l'aéroglesseur marin se libère de tout contact avec l'eau, ce qui élimine radicalement toute résistance hydrodynamique à l'avancement. Pour se déplacer, l'aéroglesseur n'a à vaincre que la traînée aérodynamique, beaucoup plus

FIGURE 1. — Principe de l'aéroglesseur

(Cliché « Revue Maritime »)

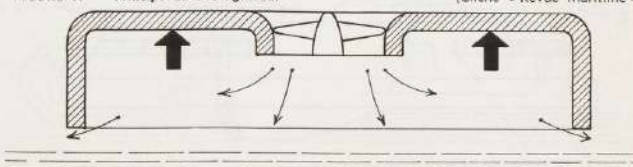
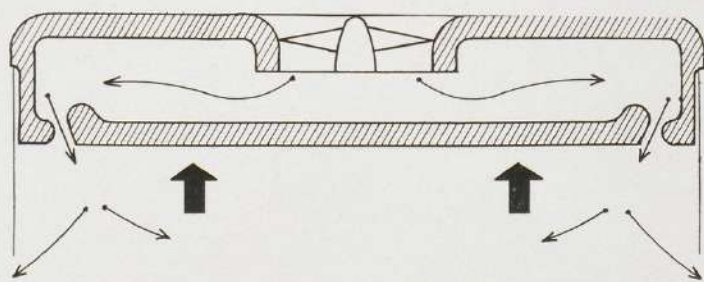
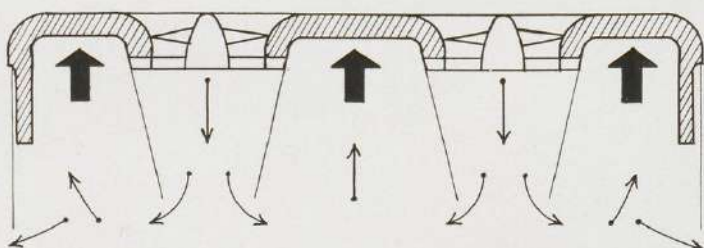


FIGURE 2 (Cliché « Revue Maritime »)



Aéroglisser : système à jet périphérique



Aéroglisser : système à jupes multiples

faible que la traînée hydrodynamique, à laquelle il faut ajouter cependant une traînée correspondant à la captation de l'air nécessaire à la sustentation. Théoriquement les aéroglisser devraient pouvoir atteindre des vitesses aussi élevées que les avions.

Pour que l'engin s'adapte à la surface irrégulière du sol ou de la mer il est nécessaire que ses parois soient déformables. En effet un aéroglisser à parois entièrement rigides ne pourrait pas franchir d'obstacles d'une hauteur supérieure à la garde au sol de ses parois. Cette garde au sol ne peut dépasser quelques dizaines de centimètres car alors la fuite d'air serait trop importante et l'appareil très instable. La mise au point de ces parois déformables, qui ont été baptisées jupes, a donc été décisive pour le développement des aéroglisser. Ces jupes permettent le franchissement d'obstacles importants, sans nécessiter une hauteur de vol, donc une puissance de sustentation exagérée.

La sustentation (figure 2).

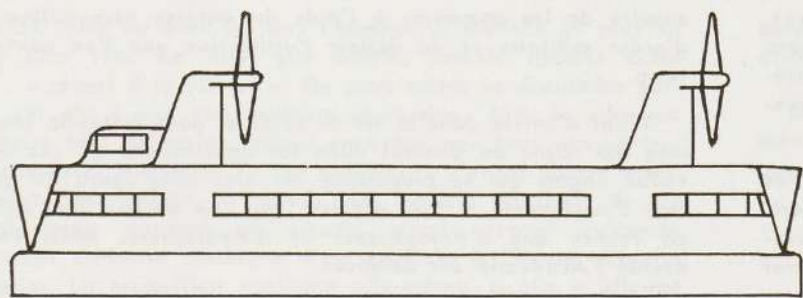
Le principe de la jupe souple a été appliqué de façon différente par les Anglais dont les « Hovercrafts » sont pour la plupart à « jet périphérique » et par les Français qui ont adopté les « jupes multiples » mises au point par la Société Bertin.

Dans le système à « jet périphérique » l'air est envoyé vers le bas et en direction de l'axe de la plate-forme au moyen de fentes disposées à la périphérie du véhicule. Le rideau d'air ainsi constitué, alimente et maintient sous la plate-forme la surpression nécessaire à la sustentation.

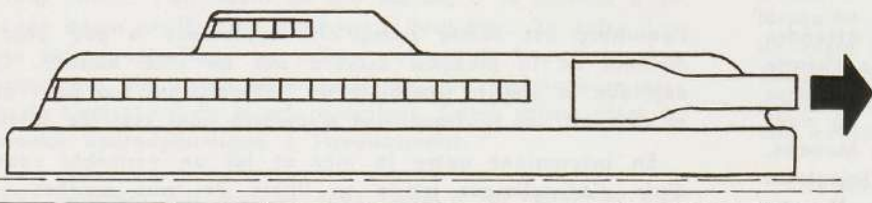
Dans le système à « jupes multiples » on ajoute à l'intérieur de la jupe périphérique au moins trois jupes plus petites, alimentées indépendamment. Ces jupes intérieures sont en général de forme légèrement conique et sont plus courtes que la jupe périphérique.

Ce système multijupes présente par rapport au jet périphérique un certain nombre d'avantages. Tout d'abord il est auto-stabilisateur. En effet si l'engin s'incline, la pression dans la ou les jupes intérieures qui se rapprochent du sol augmente créant un couple de rappel à l'horizontale de la plate-forme. Ensuite en ceinturant les jupes intérieures d'une jupe périphérique plus longue on récupère une partie de l'énergie communiquée à l'air de sustentation. Grâce à la jupe périphérique, le périmètre de fuite — donc l'économie de sustentation — est le même que celui d'un coussin unique. La perte de charge au passage d'un coussin intérieur dans le coussin d'ensemble n'intervient pratiquement pas tant que l'assiette est horizontale. Enfin sur le plan technologique il est beaucoup plus simple de réalisation et partant plus économique.

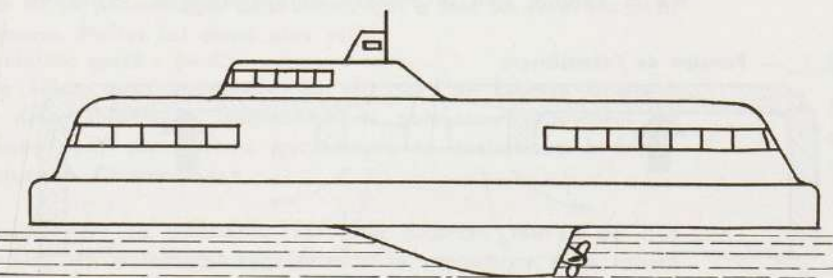
FIGURE 3. — Propulsion des Aéroglisser (Cliché « Revue Maritime »)



Propulsion aérienne à hélices



Propulsion aérienne par réacteurs



Propulsion marine

Il existe de nombreuses variantes de ces deux procédés élémentaires, un peu schématisés ci-dessus. On commence même à voir certains systèmes mixtes.

Globalement et quel que soit le système de sustentation utilisé il faut retenir que 30 % de l'énergie totale nécessaire est utilisée pour la sustentation, ce qui représente environ de 30 à 50 chevaux par tonne.

A titre de comparaison, il faut :

- Pour un hélicoptère en stationnaire : 200 ch/tonne;
- Pour un décollage vertical par réacteur : 400 ch/tonne.

La propulsion (figure 3).

La propulsion peut être soit aérienne soit marine. La propulsion aérienne présente l'avantage de conserver à l'aéroglesseur son caractère amphibie. Elle peut également être soit à hélice soit à réaction.

La propulsion aérienne à hélice est la plus utilisée. Ce choix a sans doute été dicté à l'origine par des raisons économiques, les hélices d'avions étant immédiatement disponibles. Malheureusement ces dernières sont assez mal adaptées aux faibles vitesses des aéroglesseurs. Actuellement on semble s'orienter vers les hélices carénées, moins bruyantes et surtout d'un bien meilleur rendement.

Le générateur de puissance est en règle générale une ou plusieurs turbines dérivées des turbines d'aviation à cause de leur faible masse spécifique, leur faible encombrement, leur souplesse de conduite et leur facilité d'automatisation. En contrepartie la consommation spécifique est élevée, le volume des chambres d'air dans les superstructures important et il est nécessaire d'avoir des séparateurs d'embruns.

La manœuvre et la stabilité (figure 4).

La propulsion et la sustentation sont évidemment indispensables. Encore faut-il pouvoir se diriger et évoluer correctement sans être soumis à des mouvements de plate-forme exagérés. Si nous prenons l'aéroglesseur amphibie pur, c'est-à-dire dont aucun appendice ne trempe dans l'eau, c'est un problème plus difficile qu'il n'y paraît à première vue. Certains détracteurs de cet engin sont même allés jusqu'à assimiler son pilotage à celui d'une « savonnette mouillée sur une toile cirée ».

La stabilité de plate-forme ou si l'on préfère le maintien de son horizontalité et de son altitude de vol dépend d'un grand nombre de facteurs dont les plus importants sont l'état

de la mer, la taille de l'aéroglesseur, sa route par rapport à la mer et sa vitesse. Il n'y a là rien de très original puisque l'on retrouve les mêmes facteurs que dans le cas d'un bâtiment de surface.

La stabilité de route dépend, quant à elle, uniquement des qualités aérodynamiques de l'aéroglesseur, fonctions de sa forme et de sa vitesse. Comme pour un avion lent, il faudra doter l'engin de dérives aériennes développées.

De quoi dispose le pilote pour manœuvrer sur la plupart des aéroglesseurs actuels ? Tout d'abord il peut jouer sur la puissance et le pas d'hélice de chacun des moteurs. Il peut jouer sur la direction de la traction des hélices quand ces dernières sont montées sur pylônes orientables. Enfin comme tout pilote d'avion il dispose de gouvernes montées à l'arrière des dérives.

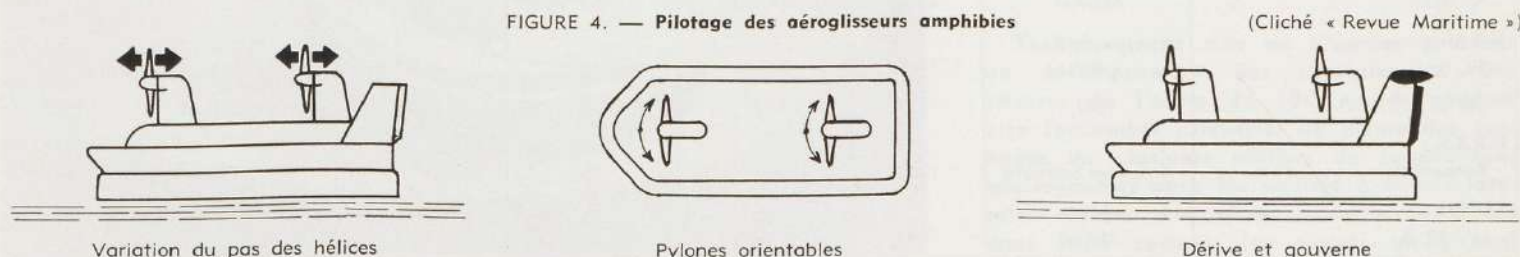
L'instabilité et la difficulté de suivre en route libre et surtout en manœuvre une trajectoire déterminée sont les gros défauts de l'aéroglesseur, défauts surtout sensibles par mer agitée, ou vent fort, ou à faible vitesse. C'est là un lourd handicap pour ce genre d'engin qui l'a fait rejeter jusqu'à ce jour par les militaires comme plate-forme capable de porter des armes. Mais ce handicap, bien qu'apparemment inhérent au principe même, n'est pas rédhibitoire et les techniciens ont déjà imaginé diverses solutions pour y remédier.

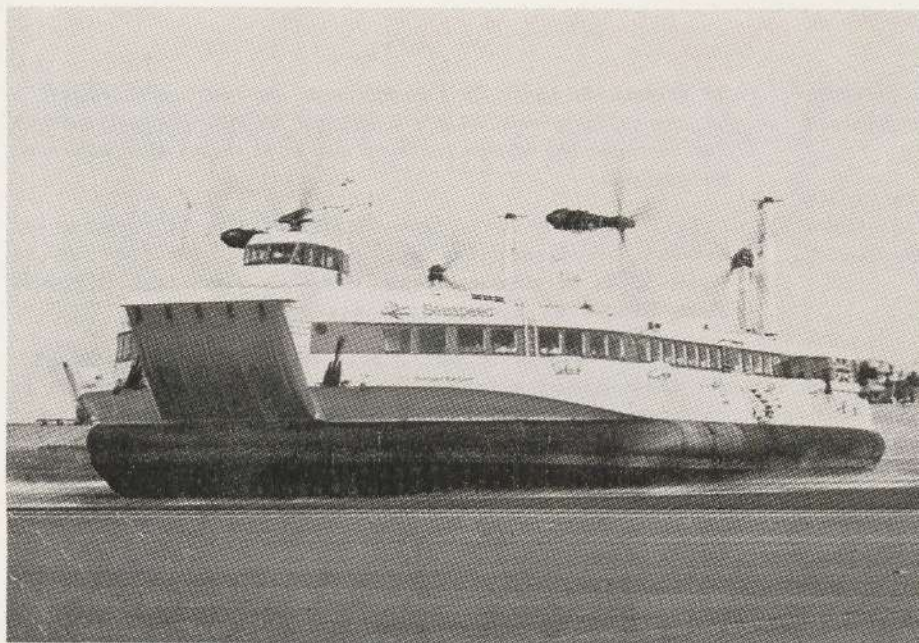
Parmi ces diverses solutions on peut citer l'accroissement du tonnage, l'adoption de ventilateurs de sustentation à pales orientables pour laquelle la solution Bertin à jupes multiples est particulièrement bien adaptée. On a même pensé à utiliser des jets d'air comme sur les capsules spatiales.

Il est une solution qui paraît plus prometteuse que les autres. C'est celle que l'on appelle, suivant les auteurs, le navire à parois latérales rigides ou à bulle d'air captive. C'est une sorte de catamaran dont l'espace entre les deux coques est fermé devant et derrière par des jupes souples. L'espace ainsi délimité est ventilé. Même en sustentation, les parois rigides trempent dans l'eau, agissant un peu comme des dérives ce qui confère une meilleure stabilité au navire mais lui ôte son caractère amphibie. On peut alors songer à utiliser une propulsion marine et des gouvernails. Cette famille hybride n'a pas encore reçu de nom et il faudra bien un jour la baptiser. Manifestement il ne s'agit plus d'aéroglesseur et le terme d'hydroglesseur lui conviendrait sans doute mieux.

Les autres problèmes.

Pour faire une étude complète de l'aéroglesseur, après avoir décrit la sustentation, la propulsion, les problèmes de stabilité et de manœuvre il faudrait évoquer une foule d'autres points. Sur le plan technique et technologique il faut





L'Aéroglysieur SRN 4 de la British Hovercraft Corporation (Cliché « Revue Maritime »)

draît aborder les problèmes de structures (du type aéronautique donc chères), de bruits, d'érosion, de corrosion, etc... Sur le plan opérationnel il faudrait aborder les problèmes de navigation, d'anticollision, de capacité de franchissement d'obstacles, de maintenance, de distance franchissable, etc. Tout cela nous entraînerait trop loin.

Il y a cependant un point qu'un marin ne peut négliger quand il s'intéresse à un nouveau type de locomotion sur mer, c'est celui qu'on englobe généralement sous le terme de tenue à la mer. Nous avons déjà évoqué un peu ce problème quand ont été analysées sommairement la stabilité et la manœuvrabilité.

Que l'aéroglysieur soit sensible au vent, c'est une évidence, son seul support matériel étant l'air. Qu'il soit sensible à la

mer est plus grave. Indépendamment des conséquences sur sa stabilité et sur sa manœuvrabilité, il perd selon sa taille et sa hauteur de jupe de 5 à 15 nœuds de vitesse par pied de hauteur de vague. Très vite est atteinte la limite où l'aéroglysieur ne fait plus route. Il ne peut pas prendre de vitesse par crainte des vagues mais consomme toujours beaucoup de carburant pour ne pas se laisser entraîner par le vent. Aveuglé par les embruns, car même en eau calme l'aéroglysieur soulève énormément d'embruns, le pilote a les plus grandes peines à contrôler sa dérive. Et on a peine à imaginer autrement qu'en difficulté un aéroglysieur, posé sur l'eau, par une mer forte ou même tant soit peu agitée.

Pour terminer ce rapide tour d'horizon, il faut dire un mot du problème des jupes. Le matériau utilisé est à base de caoutchouc renforcé par une armature en métal ou en tissu synthétique. Leur mise au point a été longue et n'est pas terminée car les constructeurs et les utilisateurs éprouvent encore beaucoup de déboires. Par exemple, sur les aéroglysieurs qui en 1969 ont assuré les liaisons Douvres-Boulogne il a été nécessaire de changer l'ensemble de la jupe toutes les cent heures. Des progrès ont été faits depuis. Il n'en reste pas moins que ces jupes restent un des problèmes techniques majeurs des aéroglysieurs et que sur le plan civil en particulier ils conditionnent en grande partie la rentabilité de leur exploitation.

Les réalisations actuelles.

Bien que la date de naissance des aéroglysieurs soit récente la famille a rapidement prospéré et il est déjà impossible d'en décrire tous les membres. L'édition 1969-1970 du Janes

TABEAU 1 — LES PRINCIPAUX AEROGLYSIEURS EN SERVICE DANS LE MONDE

DESIGNATION	CONSTRUCTEUR	1 ^{re} SORTIE	CHARGE UTILE POIDS TOTAL EN CHARGE (en tonnes)	VITESSE MAX. PAR MER CALME (en nœuds)	ENDURANCE A VITESSE MAXIMUM (en heures)	OBSERVATIONS
GRANDE-BRETAGNE :						
Warden (SRN 5)	B.H.C.	1964	?/6-7	60	3,6	Le plus gros aéroglisieur en service
Winchester (SRN 6)	B.H.C.	1965	?/10	52	3,6	
Mountbatten (SRN 4)	B.H.C.	1967	?/177	70	2,5	
Wellington (BH 7)	B.H.C.	1966	?/48	65	3	Parois latérales rigides Propulsion marine Propulsion marine Parois latérales rigides Propulsion marine
H.M. 2	Hover marine	1966	5/16	35	4	
V.T. 1	Vosper Thornycroft	1969	26/76	48	9,5	
D. 2	Denny	?	6/25	27	6	
FRANCE :						
N 300	SEDAM	1968	13/27	60	3	
N 102	SEDAM	1970	1,7/4,1	60	3,5	
U.S.A. :						
SK. 5	Bell	1965	4,5/9	60	3,6	Licence SRN. 5 — Utilisé au Vietnam Licence SRN. 6
SK. 6	Bell	1966	5,5/11,7	54	3,6	
U.R.S.S. :						
Sormovich	Krasnoye Sormovo	1965	/30	75	?	
JAPON :						
MV.PP 5	Mitsui	1969	5,5/12	55	?	

« Surface skimmer systems » consacre 138 pages aux véhicules à coussin d'air dont plus de 100 à la branche maritime de la famille.

Le tableau 1 ci-contre présente les principaux aéroglesseurs en service dans le monde. De ce tableau on peut retenir les principales caractéristiques des aéroglesseurs actuels :

- Tonnage Jusqu'à 177 tonnes.
- Vitesse maximum en eau calme De 50 à 75 nœuds.
- Charge utile De l'ordre de 40 % du poids total (équivalent à l'hélicoptère).
- Endurance Très faible. De l'ordre de quelques heures.

Certains aéroglesseurs ont fait l'objet d'essais ou même de commandes de la part des marines militaires. Les Anglais ont créé en 1961 l'Inter-Service Hovercraft Unit (IHU) basé à Lee on Solent, unité destinée à mettre en œuvre des aéroglesseurs pour en apprécier les possibilités d'emplois militaires. Ils ont essayé de nombreux types de véhicules mais surtout des SRN 5 qui ont effectué des campagnes d'essais dans les terrains et sous les climats les plus variés (Bornéo, Nord Canada, Libye, Falklands, etc).

L'U.S. Navy et l'U.S. Army ont procédé pour leur part à une évaluation de SRN 5 construits en Grande-Bretagne mais modifiés pour répondre aux besoins spécifiques des forces armées américaines. Des SK 5 (construits par Bell sous licence B.H.C.) opèrent maintenant au Vietnam depuis plusieurs années. Ils semblent avoir fait leurs preuves puisque les Américains sont les seuls à avoir un véritable programme d'aéroglesseurs militaires.



Essais d'enradiage à bord du TCD Foudre du N. 300 de la S.E.D.A.M. en rade de Villefranche (Cliché « Revue Maritime »)

En France, le N 300 a fait l'objet d'une évaluation militaire sous l'égide de la C.E.P.A. (Commission d'Etudes Pratiques de l'Aéronautique) fin 1968 — début 1969. Au cours de cette évaluation ont été notamment testées les possibilités d'enradiage sur un T.C.D. (La Foudre). De plus, deux N 102 ont été commandés par la Marine et doivent lui être livrés dans les mois qui viennent. Il n'est pas envisagé de les utiliser autrement que comme des engins de liaison.

L'Aéroglesseur N 102 de la S.E.D.A.M.
(Photo « Revue Maritime »)



Les perspectives d'avenir (tableau 2).

Après une période d'euphorie et d'engouement pour l'aéroglesseur, il semble qu'on atteigne actuellement un palier. Les premiers transporteurs font leurs comptes et s'accordent un délai de réflexion. Les constructeurs accusent les exploitants et les gouvernements de conservatisme et de manque de courage pour promouvoir ce nouveau type de locomotion si « prometteur ».

Il est un fait qu'après une période de vaches grasses, les crédits aussi bien publics que privés se sont fait plus rares. Les militaires ont peu ou pas suivi. Les transporteurs civils ne sont pas rentrés dans leurs frais et hésitent à faire de nouveaux investissements.

Techniquement rien ne s'oppose pourtant au développement des aéroglesseurs. Des vitesses de l'ordre de 100 nœuds peuvent être facilement atteintes. De même des tonnages de plusieurs milliers de tonnes sont envisageables avec les navires à parois latérales rigides. Les grands constructeurs ont dans leurs cartons des projets qu'ils sont

prêts à mettre en chantier. Le tableau 2 donne les caractéristiques de quelques-uns de ces projets.

On peut se demander alors ce qui freine l'essor des aéroglisseurs. Nous verrons plus loin les raisons de l'expectative des militaires. Sur le plan civil, il faut quand même convenir qu'un certain nombre de problèmes techniques restent à régler

(celui des jupes par exemple) et que des efforts importants doivent être consentis par les constructeurs pour améliorer la rentabilité. Les transporteurs ne peuvent pas accepter éternellement de perdre de l'argent. Quant aux transportés s'ils sont prêts à payer la vitesse ce n'est pas à n'importe quel prix.

TABLEAU 2 — LES PRINCIPAUX PROJETS D'AÉROGLISSEURS

DESIGNATION	CONSTRUCTEUR	POIDS TOTAL EN CHARGE (en tonnes)	VITESSE MAX. PAR MER CALME (en nœuds)	OBSERVATIONS
GRANDE-BRETAGNE :				
BH 8	B.H.C.	80	75	Parois latérales rigides. Propulsion marine.
HM 3	Hover Marine	86	42	
FRANCE :				
N 500	SEDAM	150	100	
U.S.A. :				
SK 10	Bell	125	70	Etudié comme engin de débarquement d'assaut. 2 maquettes d'étude d'un projet ultérieur de 4000 tonnes.
SES 100	Bell Aerojet General	100	80	
U.R.S.S. :				
Zarya	Krasnoye Sormovo	?	?	Sans doute une extrapolation du Sormovich.

L'HYDROPTÈRE

L'idée d'adjoindre des ailes à une coque est au moins aussi ancienne que celle du coussin d'air. Les réalisations sont venues beaucoup plus vite puisque dès 1869, Farcot déposait un brevet où il avait imaginé d'adjoindre des plans inclinés à une coque, dont le tirant d'eau diminuait ainsi, au fur et à mesure que la vitesse augmentait.

Au début de ce siècle, Forlami réalisa un engin de 1200 kg, mû par un moteur de 60 chevaux et muni d'ailes disposées en échelle. Il atteignit au cours de ses essais 68 kilomètres à l'heure.

Presque au même moment, Crocco et Ricaldoni imaginaient l'aile en V ou aile perçante donnant ainsi naissance à ce que l'on appelle maintenant l'hydroptère de première génération.

Une autre formule, l'hydroptère muni d'ailes complètement immergées fut également expérimentée mais sans succès. Il fallut attendre 1943, pour que C. Hook réalise un appareil qui fonctionne correctement en lui apportant ce qui lui avait manqué jusqu'alors : des ailes à incidence variable et un dispositif automatique pour la commander (skis flotteurs à l'avant). La deuxième génération était née.

Le principe.

Il est, comme dans le cas de l'aéroglisseur, très simple. A l'image de l'avion, on utilise la portance de profils en forme d'aile qui à partir d'une certaine vitesse équilibre le poids de l'engin. La coque entièrement hors de l'eau est ainsi soustraite à la résistance hydrodynamique. Quant aux ailes et aux jambes, elles ont des caractéristiques particulièrement étudiées au point de vue hydrodynamique pour diminuer dans des proportions importantes la résistance à l'avancement.

La sustentation (figure 5).

Dans les engins à ailes en échelle, (à l'image d'un avion biplans ou multiplans) si la vitesse augmente, la portance des ailes augmente. Cette augmentation de la portance soulève un peu plus l'engin, ce qui diminue le nombre d'ailes immergées. Plus la vitesse est grande plus la surface mouillée est faible, réduisant ainsi d'autant les causes de traînée hydrodynamique. De plus l'engin est autostable.

Il en est de même avec les engins à ailes perçantes. La seule différence réside dans le fait que les variations de la surface mouillée, donc de la portance, sont continues au lieu d'être discontinues. Ce qui est quand même plus favorable, l'autostabilité étant assurée pour toutes les combinaisons de charge et de vitesse.

Il n'en est plus de même avec les hydroptères de deuxième génération. La surface mouillée reste la même quelles que soient la charge et la vitesse. La portance est réglable en fonction de la charge, de la vitesse et de l'altitude de vol. Il existe plusieurs moyens de faire varier cette portance. Le premier consiste à jouer sur l'incidence des ailes en les faisant pivoter autour d'un axe perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'hydroptère. On peut avoir des ailes fixes munies de volets arrière. La société suisse Supramar a imaginé un système de soufflage sur l'extrados des ailes par de l'air comprimé. On peut imaginer d'autres solutions, comme par exemple la géométrie variable. On se trouve ici dans un domaine qui s'apparente de très près à la technique aéronautique et qui explique l'intérêt porté aux hydroptères de 2^e génération par les sociétés aéronautiques : Boeing, Gruman, S.N.I.A.S., etc. Chaque constructeur défend évidemment avec acharnement sa formule et il est encore bien difficile à l'heure

actuelle de se faire une idée précise des avantages et des inconvénients de chacune.

La meilleure image qui permette de bien comprendre la sustentation de l'hydroptère est celle du skieur nautique. Au départ il est dans l'eau, les skis fortement braqués. Au fur et à mesure qu'il prend de la vitesse son corps se soulève et l'incidence de ses skis diminue. Il arrive un moment où il tient debout sur ses jambes, l'incidence de ses skis est alors faible et variable en fonction de la vitesse.

La vitesse nécessaire au décollage de l'hydroptère varie actuellement selon les types entre 15 et 25 nœuds.

La propulsion.

Comme pour les aéroglisseurs, les générateurs de puissance sont en général des turbines dérivées des turbines aéronautiques avec tous les avantages et inconvénients déjà cités.

La puissance est transmise selon les constructeurs :

- A une ou plusieurs hélices supercavitantes par l'intermédiaire d'arbres rectilignes ou de transmissions mécaniques genre Z drive;
- A des réacteurs hydrodynamiques (water-jet). Des prises d'eau placées dans les jambes alimentent des pompes centrifuges placées dans la coque. L'éjection d'eau sur l'arrière de la coque assure la propulsion.
- A des « pompes hélices carénées » immergées entraînées par des transmissions genre Z drive, fonctionnant en régime subcavitant. Ce procédé mis au point en France par la S.O.G.R.E.A.H. (Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications Hydrauliques) a théoriquement un rendement propulsif plus élevé que les deux systèmes précédents.

Par mer calme, la puissance par tonne nécessaire est de l'ordre de :

- 25 ch à 40 nœuds;
- 45 ch à 50 nœuds;
- 75 ch à 60 nœuds;
- 90 ch à 70 nœuds.

Par mer agitée, cette puissance doit être augmentée de 10 à 15 % ou, à puissance égale, la vitesse diminuée de 10 à 15 %.

La comparaison des bilans de puissance de l'aéroglisseur (sustentation comprise) et de l'hydroptère est très favorable à ce dernier aux faibles vitesses. L'égalité est atteinte dans la gamme de vitesse des 60/70 nœuds. Au-dessus l'aéroglisseur prend un net avantage.

Par contre l'hydroptère possède l'énorme avantage de pouvoir naviguer sur coque. Que ses ailes soient repliables ou non, sur coque, l'hydroptère, contrairement à l'aéroglisseur, redevient un vrai bateau. C'est là une qualité essentielle, qui pèse lourd dans la balance, pour le marin. Outre la tenue à la mer, on gagnera énormément en endurance. En effet, sur coque, la puissance nécessaire au vol est superflue. On dispose donc d'une propulsion auxiliaire (en général diesel) permettant de durer. La consommation sur coque n'est plus que le dixième de la consommation en vol.

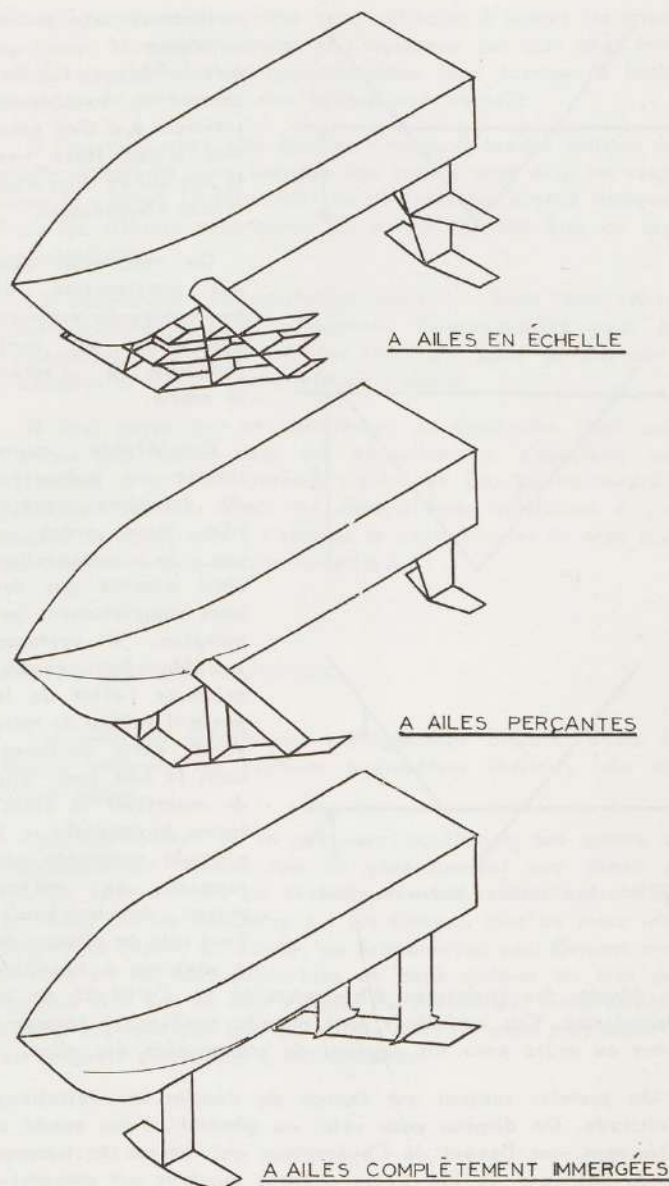


FIGURE 5. — Hydroptère

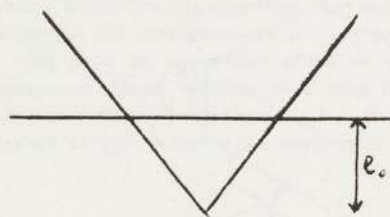
(Cliché « Revue Maritime »)

Stabilité et manœuvre (figure 6).

La compréhension du phénomène de la stabilité est primordiale si l'on veut comprendre la différence qui existe entre la première et la deuxième génération d'hydroptères et le pas décisif qui a été fait en cette matière quand on est passé de l'une à l'autre.

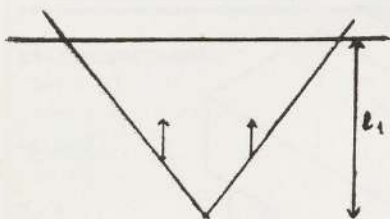
Considérons tout d'abord un hydroptère de première génération à ailes perçantes. En eau calme pour une certaine charge et une certaine vitesse, un état d'équilibre sera atteint qui donnera un enfoncement e_0 des ailes.

Supposons maintenant qu'une vague arrive. L'enfoncement des ailes atteindra e_1 supérieur à e_0 . La surface mouillée va donc augmenter, entraînant une augmentation de la portance et donc création d'une force vers le haut tendant à ramener l'hydroptère vers la position d'équilibre précédente.



Inversement, si on considère le creux qui suit la vague, l'enfoncement e_2 va devenir inférieur à e_0 , d'où création d'une force vers le bas qui va faire s'enfoncer l'hydroptère.

On voit ainsi que, par construction, un hydroptère de première génération va avoir tendance à « suivre la mer ».



Considérons maintenant un hydroptère de deuxième génération. Nous avons vu que la sustentation était assurée par des ailes complètement immergées, à portance variable. Pour contrebalancer l'effet de la houle il suffira de faire varier cette portance, dans le bon sens, afin de maintenir la plate-forme horizontale et à altitude constante par rapport au niveau moyen de la houle. Pour cela on dispose de « senseurs » capables

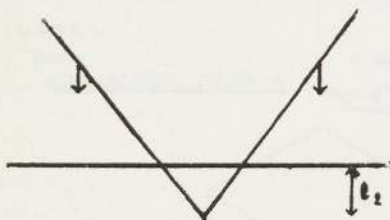


FIGURE 6 (Cliché « Revue Maritime »)

de déceler les variations d'horizontalité et d'altitude de la plate-forme. Ces variations sont ensuite traitées et transformées en ordre pour les organes de commandes des ailes.

Un premier senseur est chargé de déceler les variations d'altitude. On dispose pour cela, en général, d'une sonde à ultra-sons, sur l'avant de l'hydroptère qui mesure en permanence l'altitude du vol. Cette altitude mesurée est comparée à une altitude affichée par le pilote et dépendant de la charge, de la vitesse, de l'état de la mer.

Les autres senseurs sont des accéléromètres qui mesurent les variations d'horizontalité de la plate-forme. Il s'agit en somme, bien que l'application en soit différente, d'un système type « repère de verticale ».

Les indications de ces senseurs sont envoyées à une « boîte noire » qui est un peu le cerveau du système. Recevant les informations de ses « organes des sens », ce cerveau va devoir les traiter pour commander ses « organes moteur » en l'occurrence des vérins qui à leur tour entraîneront soit toute l'aile, soit un volet, soit l'ouverture des vannes d'air comprimé (système Supamar). La portance sera modifiée dans le sens convenable pour rétablir l'altitude et l'horizontalité.

En fait ce cerveau ne commande pas une, mais trois ailes, qui reçoivent indépendamment leurs ordres, d'ailleurs différents en fonction de la situation instantanée de l'hydroptère. Ce nombre de trois est le minimum nécessaire au maintien de l'équilibre. Selon les constructeurs on aura soit une « configuration avion », deux ailes à l'avant, une aile à l'arrière, soit une « configuration canard », une aile à l'avant, deux

ailes à l'arrière. Aucune des formules n'a encore pris un avantage déterminant sur l'autre.

Il faut noter que le système des ailes immergées permet leur repliage le long de la coque, ce qui est un avantage supplémentaire pour les manœuvres de port et l'entretien.

L'originalité des hydroptères de la deuxième génération repose donc sur leur système de pilotage qui ne peut être qu'automatique. Le pilotage manuel d'un tel engin est en effet impossible. A 60 nœuds, les fréquences des manœuvres à exécuter et les temps de réponse nécessaires dépassent les possibilités humaines. On comprend mieux pourquoi leur mise au point a été si longue et pourquoi il a finalement fallu attendre et l'électronique et les progrès de l'automatisme.

Mais si cet automatisme coûte cher, d'autant plus cher qu'aucune défaillance n'est tolérable, les résultats en sont assez remarquables. Les Américains ont obtenu sur un hydroptère de 110 tonnes par 3 mètres de creux des variations en roulis et tangage inférieures à 4 degrés et un pilonnement de 3 à 5 centièmes de g. Il faut se souvenir qu'on considère généralement que le seuil d'inconfort se situe à un dixième de g et que 0,25 g est parfaitement insupportable. Le confort de l'équipage et des passagers est un élément non négligeable. Mais surtout cette stabilité exceptionnelle de l'hydroptère de deuxième génération en fait une plate-forme remarquable pour l'emploi des armes. D'où l'intérêt porté par toutes les Marines à ce type d'engin, intérêt malheureusement tempéré par des considérations d'ordre budgétaire.

Disposant de cette « boîte noire » qui fait le travail du pilote en route rectiligne, on en profite pour lui faire exécuter toutes les manœuvres de changement de route par simple affichage d'un taux de virage.

Sur coque, la manœuvre et la stabilité de l'hydroptère sont identiques à celles d'un bâtiment classique de même catégorie.

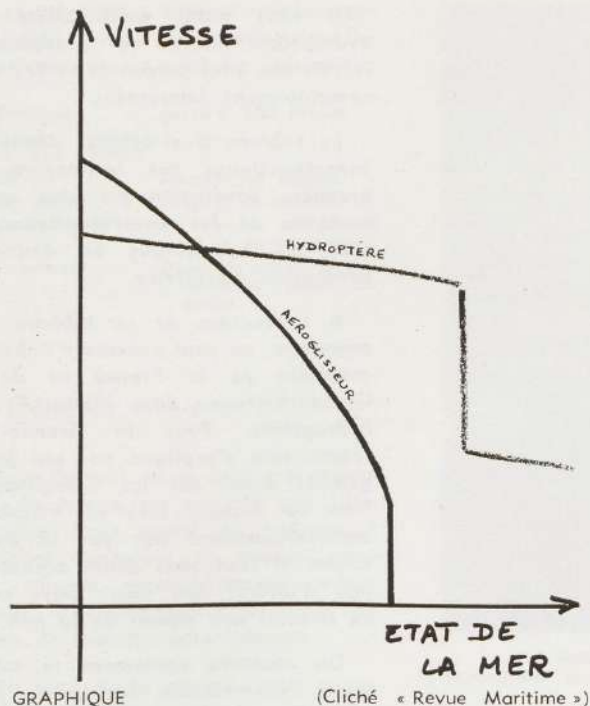
Les autres problèmes.

Comme pour l'aéroglesseur, il serait illusoire en un seul article de vouloir faire le tour complet de ce nouveau type de propulsion. On retrouve là encore des problèmes d'ordre technologique : structures, corrosion, érosion, etc. et d'ordre opérationnel : rayon d'action, navigation, etc.

Comme pour l'aéroglesseur, je voudrais insister sur deux points. Le premier est la tenue à la mer. Le deuxième, spécifique de l'hydroptère, est le problème de cavitation.

Nous avons vu précédemment la différence fondamentale entre les deux générations d'hydroptères. La caractéristique essentielle des hydroptères de deuxième génération est leur remarquable stabilité de vol même par mer agitée et leur très bonne manœuvrabilité. Il en est de même lorsque l'engin est sur coque. Il y a bien entendu des limites aux hauteurs de vague franchissables. Cette limite dépend de la hauteur des jambes et de la longueur de l'hydroptère. On admet, très grossièrement, qu'un hydroptère de deuxième génération pourra survoler des vagues dont la hauteur de creux à crête est de l'ordre du huitième de la longueur, soit 3 mètres pour un hydroptère de 50 tonnes - 25 mètres et 5 mètres pour un hydroptère de 300 tonnes - 40 mètres.

C'est là un résultat remarquable. Mais ce qu'il y a en-



core de plus remarquable c'est la capacité des hydroptères de deuxième génération de maintenir leur vitesse et leur stabilité quel que soit l'état de la mer, jusqu'aux conditions limites de vol. Le graphique ci-dessus qui n'est qu'indicatif montre bien la différence avec l'aéroglisseur. Ce dernier voit sa vitesse diminuer rapidement avec l'état de la mer jusqu'au moment où ne pouvant plus faire route, sa vitesse tombe à zéro. L'hydroptère de deuxième génération par contre, maintient sa vitesse jusqu'au moment où il est obligé de se poser ce qui ne l'empêchera pas de continuer à faire route même si l'état de la mer empire encore.

Tout ce que nous venons de voir concernant l'hydroptère de deuxième génération peut paraître très flatteur pour cet engin. Il ne faudrait pourtant pas croire qu'il n'existe aucune difficulté technique. Pour l'aéroglisseur, nous avons insisté sur le problème des jupes. Avec les hydroptères il faut parler du problème de cavitation.

Tous les marins connaissent le phénomène de cavitation, qui se produit lorsque la pression atteinte en un point d'un profil immergé devient inférieure à la pression de vaporisation (à la température de l'eau de mer). Visuellement cela se traduit par l'apparition de bulles. Pratiquement cela entraîne une érosion, même des métaux les plus durs. Ce phénomène n'intéressait jusqu'à ce jour que les pales d'hélices marines qui seules atteignaient les vitesses d'apparition de la cavitation.

Or pour les profils actuels que l'on pourrait appeler « classiques » des ailes et des jambes des hydroptères, la cavitation apparaît vers 55-60 nœuds. D'où l'obligation

d'employer des métaux très durs, difficiles à usiner (le titane ou l'acier inox par exemple) et l'incidence que cela peut avoir sur le prix. 60 nœuds apparaît donc bien comme la limite pratique de la vitesse des hydroptères actuels.

Si l'on veut aller plus loin en vitesse, il faudra utiliser des profils différents pour lesquels des études sont déjà en cours. Dans la gamme 70-80 nœuds on utilisera des profils tronqués. Pour les vitesses supérieures les profils devront être du type supercavitant.

Le phénomène de cavitation introduit donc une vitesse limite supérieure aux hydroptères. Heureusement pour les hydroptères ce plafond est plus élevé que pour les bâtiments classiques et il est susceptible de s'élever.

Il faut noter que ce phénomène de cavitation dont nous n'avons pas parlé pour les aéroglisseurs, s'applique aux bâtiments à parois latérales rigides et aux aéroglisseurs à propulsion marine. Seuls les aéroglisseurs amphibies à propulsion aérienne sont à l'abri de la cavitation et ne sont donc pas limités théoriquement en vitesse.

Les réalisations actuelles.

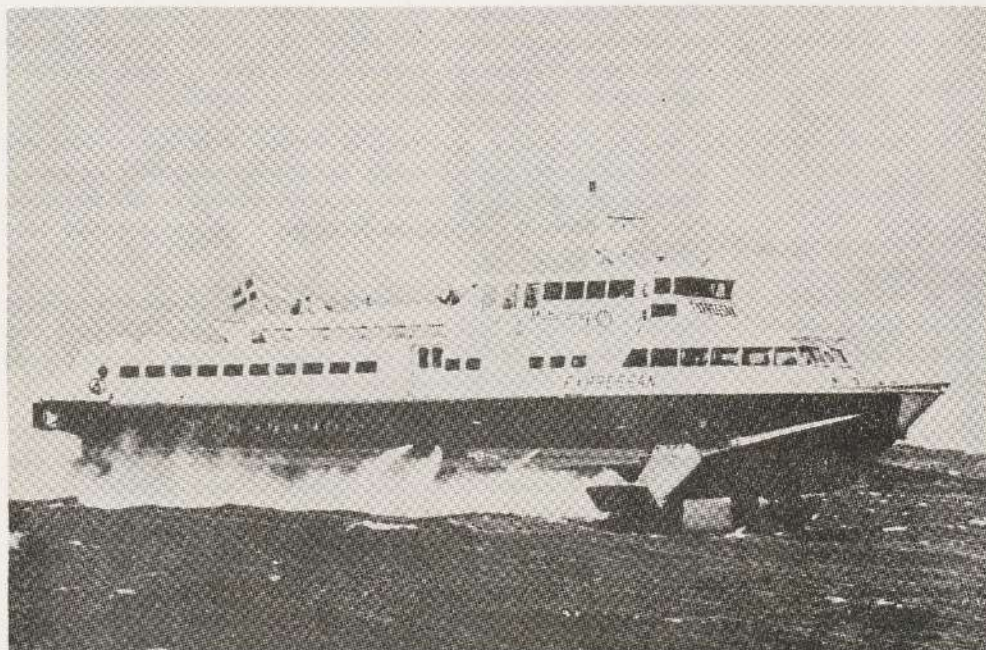
Les ailes en échelle ont pratiquement disparu. Seuls les Russes utilisent sur certains hydroptères fluviaux une aile avant biplan.

Les hydroptères de la première génération ont connu un développement considérable et généralement peu connu en France. Leur nombre est évalué selon les sources entre 1000 et 1500. On les rencontre sur les fleuves, lacs ou mers intérieures au Japon, en Russie, en Scandinavie, etc. Comme nous l'avons vu ils sont utilisables en eaux calmes ou très peu agitées. Dès que la mer s'agite, ils deviennent inconfortables et ceci explique que leur utilisation dans les mers plus ouvertes ait toujours donné lieu à des déboires.

L'Hydroptère « Supramar » PT 70 en vol

(Cliché « Revue Maritime »)





L'Hydroptère « Supramar » PT 150 EXPRESSAN en vol

(Cliché « Revue Maritime »)

Les hydroptères de la deuxième génération se comptent encore sur les doigts de la main. Ce sont tous des prototypes, pour la plupart militaires et américains.

Il faut noter qu'il existe des hydroptères mixtes qui possèdent à la fois des ailes perçantes et des ailes complètement immergées.

Le tableau 3 ci-dessous donne les caractéristiques des hydroptères de première génération les plus représentatifs et les caractéristiques de tous les hydroptères de deuxième génération en service.

A la lecture de ce tableau très sommaire, on peut constater l'absence complète de la France et de la Grande-Bretagne dans l'industrie des hydroptères. Pour la Grande-Bretagne, cela s'explique par son engagement total sur les aéroglisseurs. Pour la France, cela ne s'explique malheureusement pas par la même raison. Il faut sans doute accuser le peu d'intérêt que notre pays porte en général aux choses de la mer.

On constate également la suprématie incontestable des U.S.A. dans le domaine des hydroptères de deuxième génération, due en grande partie à l'intérêt que l'U.S. Navy porte à ces engins. L'U.S. Navy a d'ailleurs créé un organisme spécial l'« U.S. Navy Hydrofoil System Testing Unit » à Bremerton (Washington) chargé des essais et des évaluations.

TABLEAU 3 — LES PRINCIPAUX HYDROPTÈRES EN SERVICE DANS LE MONDE

DESIGNATION	CONSTRUCTEUR	PREMIERE SORTIE	CHARGE UTILE POIDS TOTAL EN CHARGE (en tonnes)	VITESSE MAX. PAR MER CALME EN VOL ET SUR COQUE (en nœuds)	ENDU- RANCE A VIT. MAX. EN VOL (en heures) (1)	CREUX MAX. ADMIS- SIBLE EN VOL (en mètres)	OBSERVATIONS
PREMIERE GENERATION							
Bras d'Or	De Haviland (Canada)	1968	70/212	60/12		3	Prototype d'un hydroptère militaire
PT 50	Rodriguez (Italie)		14/82	37/18	7	3	Licence Supramar
	Hitachi (Japon)						
H 57	Seaflight (Italie)	1967	6/20	34/	9	1,5	
MH 30	Mitsubishi (Japon)		10/37	38/14	6,5	2	
PT 150	Westermoen (Norvège)	1968	25/165	36/	8	2,3	
Burevestnik	Krasnoye Sormovo (U.R.S.S.)	1964	26/67	60/			Licence Supramar
Kometa	Krasnoye Sormovo (U.R.S.S.)	1961	14/56	Sup. à 32/		1,5	
DEUXIEME GENERATION							
PCH 1 (High Point)	Boeing (U.S.A.)	1963	27/93	Sup. à 40/12			U.S. Navy
PGH 2 (Tucumcari)	Boeing (U.S.A.)	1968	18/58	Sup. à 40/			U.S. Navy
Dolphin	Grumman (U.S.A.)		12/64	50/10,5		3	U.S. Navy
PGH 1 (Flagstaff)	Grumman (U.S.A.)	1968	/65	Sup. à 40/sup. à 7			
AGEH 1 (Plainview)	Grumman (U.S.A.)	1968	/320	Sup. à 50/15			

(1) L'endurance sur coque peut en première approximation être évaluée à 10 fois l'endurance en vol.

Les principales caractéristiques que l'on peut retenir concernant les hydroptères actuels sont les suivantes :

- Tonnage Jusqu'à 300 tonnes.
- Vitesse maxim.
en eau calme :
En vol Jusqu'à 60 nœuds.
Sur coque Jusqu'à 15 nœuds.
- Charge utile .. De l'ordre de 30 à
35 % du poids total.
- Endurance Quelques heures en vol,
quelques jours sur
coque.

Perspectives d'avenir.

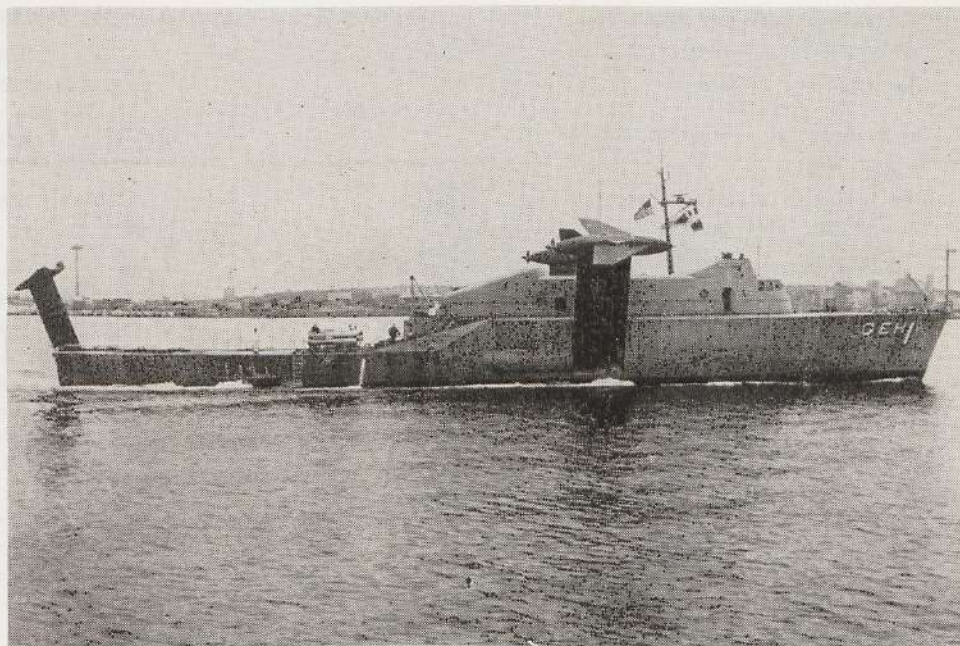
Pour l'avenir, alors qu'il y a encore peu de temps, on pensait que l'hydroptère était limité en tonnage à quelques centaines de tonnes, pour des raisons essentiellement mécaniques, il semble qu'il y ait beaucoup moins de craintes actuellement.

Du côté de la vitesse, nous avons vu que le phénomène de cavitation introduisait des paliers qu'il serait sans doute difficile et coûteux de franchir.

C'est pourquoi dans l'ensemble tous les projets d'hydroptères qui sont dans les cartons à dessin des constructeurs paraissent peu ambitieux, en tous cas beaucoup moins ambitieux que ceux des aéroglisseurs.

Ces projets sont essentiellement d'ordre militaire; il est donc difficile d'en connaître les caractéristiques et d'en parler ici. Disons sans trahir le secret militaire qu'ils concernent des engins de 100 à 200 tonnes, capables de 60 nœuds par mer calme et porteurs d'engins surface-surface.

En France, la S.N.I.A.S. (Société Nationale Industrielle Aérospatiale) a étudié un engin de ce genre (voir maquette



L'Hydroptère américain de l'U.S. Navy PLAINVIEW en propulsion sur coque
(Cliché « Revue Maritime »)

page 47). Un premier pas a été fait vers sa réalisation puisqu'une plate-forme d'essais S.A. 890 vient d'être commandée. Le S.A. 890 pèsera 3,5 tonnes et dans un premier stade doit atteindre 50 nœuds avec, pour assurer sa propulsion, deux turboréacteurs « Marboré » de Turbomeca. Dans un deuxième stade la vitesse devrait être supérieure à 70 nœuds. Le S.A. 890 doit permettre un certain nombre d'expérimentations, en particulier dans le domaine du pilotage automatique.

Malheureusement et contrairement au proverbe, ce n'est pas le premier pas qui coûte le plus. Il faut espérer que le deuxième pas sera fait dans la foulée du premier. Mais il y a un épineux problème de financement qui n'est pas encore réglé.

COMPARAISON ENTRE L'AÉROGLISSEUR ET L'HYDROPTÈRE

Comparaison.

Dans le tableau 4 (page 46) nous avons essayé d'établir une comparaison entre l'aéroglisseur et l'hydroptère de deuxième génération. Dans une première colonne sont énumérés tous les critères auxquels on peut penser quand on a à comparer deux engins de cette nature. Cette liste peut paraître incomplète, et elle l'est. Mais il faut bien se limiter. Certains critères (en particulier les coûts) n'ont pu être estimés. Il a paru intéressant de les faire figurer pour mémoire car ils sont importants.

Chacune des colonnes concernant l'aéroglisseur et l'hydroptère est subdivisée en deux parties. Dans la première, baptisée « actuel » les appréciations portées en regard de chaque critère concernent les matériels effectivement en service. Dans la seconde, baptisée « court terme » les appréciations concernent soit des projets en cours de réalisation soit des possibilités qui sont raisonnablement à la portée de la technique dans les années à venir.

La plupart de ces appréciations sont qualitatives et comme telles imprécises et subjectives. Certains détracteurs ou partisans de telle ou telle formule ne manqueront pas d'en discuter le bien-fondé. Ils peuvent fort bien avoir raison car on ne prétend pas faire ici œuvre scientifique. Notre connaissance en la matière, et encore plus notre expérience, sont évidemment très limitées.

Il serait très intéressant de commenter ce tableau ligne par ligne. Mais outre certaines redites de ce qui a déjà été écrit précédemment, cela nous entraînerait trop loin et risquerait à juste titre, de lasser le lecteur. On va donc simplement tenter d'en faire une synthèse rapide.

Nous constatons que l'aéroglisseur l'emporte dans les domaines suivants :

- L'augmentation potentielle du tonnage qui est plus assurée pour l'aéroglisseur que pour l'hydroptère;
- La vitesse maximum en eau calme;

- La charge utile par tonne donc la capacité d'empport;
- La capacité amphibie.

L'hydroptère au contraire prend l'avantage pour :

- Le maintien d'une vitesse soutenue par mer agitée;
- La stabilité en vol et sur coque et donc la capacité d'emporter des armes relativement sophistiquées;
- La manœuvrabilité;
- La tenue à la mer (sensibilité au vent et à la mer);
- La robustesse;
- L'endurance en vol et surtout sur coque.

Il est plus difficile de prendre parti sur certains critères soit par ignorance (comme dans le cas des coûts ou de la fiabilité) soit parce que l'appréciation dépend du point de vue où l'on se place. Pour l'infrastructure par exemple un hydroptère peut, contrairement à l'aéroglesseur, utiliser les infrastructures portuaires existantes, par contre l'aéroglesseur peut utiliser une plage sommairement aménagée alors que l'hydroptère en est bien incapable.

Peut-on en définitive conclure à la supériorité d'un engin sur l'autre ? Non. Et c'était bien là le but de cette comparaison, sorte de démonstration par l'absurde de la vanité de vouloir opposer ces deux nouveaux moyens de locomotion sur mer. Tout dépend de l'usage que l'on veut en faire. Et ceci explique la double conjonction de coordination employée dans le titre.

Les utilisations militaires possibles.

C'est dans cet état d'esprit que nous allons examiner maintenant les utilisations militaires possibles de l'aéroglesseur et de l'hydroptère (deuxième génération).

Incontestablement la qualité primordiale de l'aéroglesseur est sa capacité amphibie. Il apporte dans ce domaine des possibilités inconnues des engins dits amphibies actuels.

Cette qualité le désigne tout naturellement pour des utilisations dans des opérations de débarquement. Ces opérations doivent en général avoir lieu par des conditions météorologiques plutôt maniables, acceptables donc pour les aéroglesseurs. Leur vitesse est un autre élément favorable qui dans certains cas peut créer un effet de surprise. Leur capacité d'empport est bonne et leur structure bien adaptée au débarquement rapide du personnel et du matériel embarqués. Enfin certaines configurations du terrain (voies d'eau, marécages,

TABLEAU 4 — COMPARAISON ENTRE L'AÉROGLISSEUR ET L'HYDROPTÈRE

CRITERES	AÉROGLISSEUR		HYDROPTÈRE (2 ^e génération)	
	ACTUEL	COURT TERME	ACTUEL	COURT TERME
Tonnage maximum (en tonnes)	170	1000 et plus	300	4 à 500
Vitesse maxi. en eaux calmes (en nœuds) ..	70	100	50 à 60	60 à 70
Vitesse par mer agitée ..	Très vite décroissante avec l'état de la mer		Vitesse soutenue importante quel que soit l'état de la mer	
Stabilité en vol	Faible	Moyenne	Bonne	Très bonne
Emport armes	Infanterie lourde seulement		Tous systèmes d'armes possibles	
Stabilité sur coque	Faible	Faible	Très bonne	Très bonne
Sensibilité au vent	Très grande	Grande	Très faible	Très faible
Sensibilité à la mer	Très grande	Grande	Faible	Faible
Robustesse	Très faible	Faible	Très grande	Très grande
Endurance en vol	2 à 5 heures	5 à 10 heures	10 heures	20 heures
Endurance sur coque ..	Nulle	Nulle	2 à 4 jours	4 à 10 jours
Manœuvrabilité	Faible	Faible	Très bonne	Très bonne
Charge utile/Tonnage ..	40 %	50 %	30 à 35 %	40 à 45 %
Infrastructure	Spécialisée mais sommaire		Portuaire classique	
Capacité amphibie	Oui	Oui	Non	Non
Coût d'achat				
Coût de fonctionnement ..				
Fiabilité				
Puissance/tonne à vitesse maximum	100 ch	90 ch	45 à 75 ch	75 à 90 ch

zones sablonneuses, etc.) permettent des pénétrations qui peuvent être précieuses dans les premières minutes d'un débarquement.

La première utilisation possible de l'aéroglesseur est donc celle d'engin amphibie qui dans une opération de débarquement assure la liaison entre le bâtiment de transport et la terre. Mais pour cela il ne faut pas perdre de vue qu'il faudra disposer de transports spécialisés, genre TCD et d'aéroglesseurs adaptés à ce genre d'opérations.

La deuxième utilisation possible pour le militaire est la surveillance ou la patrouille dans certaines zones qui se prêtent particulièrement à l'emploi de l'aéroglesseur. C'est le cas des zones deltaïques, comme le Sud-Vietnam ou certaines grandes plaines d'Europe du Nord.

Il me paraît utopique, dans l'état actuel des choses, de prévoir à court terme d'autres utilisations. Certains ont parlé de dragage de mines, de lutte ASM, de patrouille côtière, etc. Peut-être tout cela se réalisera-t-il après demain. Si l'on veut rester réaliste pour l'avenir immédiat, il n'y a que ces deux utilisations qui paraissent raisonnablement possibles.

Ce qui caractérise l'hydroptère, son endurance, sa robustesse, sa tenue à la mer, sa capacité de maintenir une grande vitesse par mer agitée, sa stabilité de plate-forme, le désignent tout naturellement à devenir un bâtiment de raid ou un patrouilleur de mers fermées.

Le développement actuel des missiles surface-surface comme le MM 38 (Exocet) arrive à point nommé pour faire du couple hydroptère de deuxième génération-missile un instrument idéal de lutte anti-surface reléguant au rang des accessoires les vedettes lance-torpilles classiques et autres vedettes Osa ou Komar. Certains rêvent de flottilles d'hydroptères qui travaillant en liaison étroite avec une aviation de reconnaissance adéquate seraient capables d'interdire à la Flotte russe tout déploiement en Méditerranée occidentale. Techniquement ce rêve est réalisable dans les délais très courts.

L'utilisation de l'hydroptère comme bâtiment léger de lutte antisurface est donc, dans un premier stade, parfaitement concevable. Dans un deuxième stade on peut songer à la lutte ASM et au contre-hydroptère.

Dès maintenant l'hydroptère peut, tout comme l'hélicoptère et mieux que lui, tremper un sonar dans l'eau. Mais pour utiliser à plein les possibilités de l'hydroptère ce n'est pas un sonar « trempé » mais un sonar remorqué qu'il faudra employer. Ceci veut dire qu'on devra être capable de mettre au point un matériel tout à la fois léger et robuste et surtout apte au remorquage à grande vitesse (25 à 30 nœuds). Les spécialistes estiment que ce problème n'est pas insoluble. Les Canadiens pour leur part s'y sont attaqués. Le jour où il sera résolu, l'hydroptère sonar porteur d'armes ASM



Projet d'un hydroptère militaire armé d'engins surface-surface de la S.N.I.A.S.
(Cliché « Revue Maritime »)

deviendra un chasseur redoutable pour les sous-marins qui ne pourront plus chercher leur salut dans la vitesse.

Enfin, si les hydroptères militaires devaient un jour connaître un grand développement, seul l'avion et l'hydroptère lui-même seraient sans doute capables de pouvoir les attaquer et les neutraliser. Et comme en d'autres temps on a vu se développer le torpilleur et le contre-torpilleur, on verra se développer conjointement l'hydroptère et le contre-hydroptère.

CONCLUSIONS

Après avoir étudié les caractéristiques techniques de l'aéroglesseur et de l'hydroptère et mis en lumière les qualités et les défauts de chacune des formules, nous avons essayé d'établir une comparaison à la lumière de certains critères.

Nous en avons conclu que les domaines d'utilisation des deux engins s'avèrent fondamentalement différents. Le choix d'un type plutôt que l'autre dépend essentiellement du service que l'on en attend et l'on a sans doute tort de vouloir les opposer alors qu'ils sont complémentaires.

Dans le domaine militaire si l'aéroglesseur est sans doute le meilleur amphibie de l'avenir, l'hydroptère de deuxième génération se présente comme le patrouilleur rapide idéal

auquel le développement des missiles surface-surface et celui plus problématique du sonar, donneront des capacités de frappe et de recherche très supérieures à tout ce qui existe actuellement.

Pour la Marine nationale qui manifestement n'a pas les moyens de développer les deux formules c'est donc un problème de choix en fonction des priorités relatives de ses missions.

Il ne fait pas de doute, à notre avis, que la priorité doit revenir à l'hydroptère de deuxième génération, armé de missiles surface-surface.

J. FRAPPAT
Capitaine de Frégate

