

VOILE DU FUTUR

HISTOIRE DU PHICOE

LE *Phicoe* est un propulseur aérodynamique raisonnable, maîtrisable par la raison. (Presque domptable), destiné à faire avancer les navires marins et les bolides terrestres par la force du vent.

Sa date de naissance se situe le 20 décembre 1978 à 10 h 05. Sera-t-il crucifié ? Nous verrons cela dans une trentaine d'années. Nous, ses parents, sommes, pour l'instant, remplis d'une gaieté bien pardonnaible.

Nous, c'est *Marcel Coessin* et *Marc Philippe*.

Nous avons parcouru des bouts de chemin ensemble et, puisqu'il m'est donné d'écrire ces lignes, c'est sur ces pistes choiteuses que j'ai flairé les bons sentiments de l'art aérodynamique.

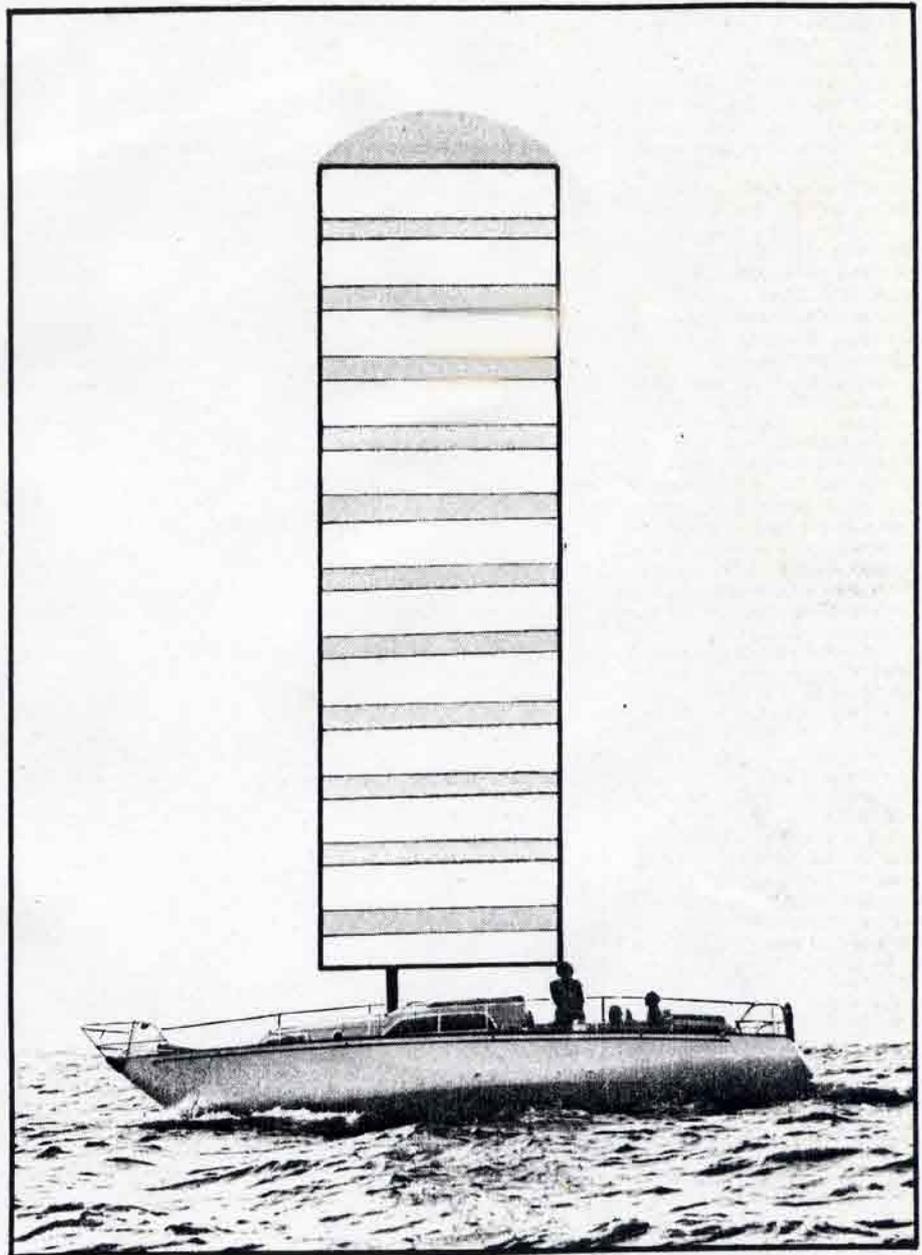
Marcel est plus âgé que moi et ses compétences sont dignes d'une encyclopédie consacrée à l'aérodynamique et à l'affetueuse domination de la matière.

Il y avait bien *Manfred Curry*, l'inoubliable ! (1). Mais, dans la pratique, comme dans l'abstraction, il fallait toujours se référer aux évolutions des ailes d'avions depuis les visions généreuses de *Léonard de Vinci*.

Quant à l'inextricable fouillis des voilures depuis que l'homme se déplace sur l'eau, chaque modèle actif ou fossile recèle tant de combinaisons de circonstances et une concentration horizontale d'intelligences tellement motivées qu'il était bien difficile d'en dégager les ressources d'une volonté d'action, encore moins d'analyse « cartésienne ». (2)

(1) : Edition épuisée. Prière signer pétition pour ré-édition (Chiron).

(2) : Descartes est l'un de mes pires objets de ressentiment. Toutefois paix à son âme.





DOSSIER

C'est avec Marcel que je me suis converti à la dépression. Conversion absolue, systématique et irréversible. Les voilures de bateaux sont aspirées, comme les ailes d'avions ou celles d'oiseaux, les pales d'hélices, les dérives et quilles des voiliers, les génératrices hydro-électriques, les marées, les évolutions météorologiques.

Toute accélération de passage d'un fluide provoque une dépression le long du filet de passage.

Ici, exemple de la bande de papier soufflée.

Prenez une bonne secrétaire de votre bureau. Avec un sourire, elle vous cèdera volontiers, 25 cm de bande de papier de sa machine comptable (3).

Tenez bien l'un des bords étroits du rectangle devant vos lèvres, entre les deux mains. Le reste du ruban pend verticalement entre les revers de votre redingotte (il faut en acheter une, c'est encore très élégant). Dès que vous soufflez, le ruban se redresse et conquiert une posture horizontale. Vous venez de découvrir la dépression d'extrados.

Votre secrétaire contient à grand peine son sérieux. Vous avez fait une bonne affaire et une bonne action comme on disait aux J. O. C. en 1938. (La vie n'est pas toujours gaie).

Jamais vous ne considérez les voiles de votre bateau avec le même jugement.



POUSSÉE TRAINÉE, TURBULENCES, FINESSE

Tout profil mince (votre voile actuelle) est assimilable à un profil épais, mais avec de fortes perturbations de couche limite.

(3) : Vérifiez par mesure anti-inflationniste que la bande comptable a bien été utilisée sur les 2 faces selon vos instructions. Dans le cas contraire, punissez votre secrétaire en la faisant aligner ses comptes sur une bande de Meblus.

Je reviendrai sur cet aspect plus tard, dans un autre article.

En fait, c'est le vent qui sculpte son écoulement sur votre voile mince et molle (Fig 1A).

Sur une voile épaisse, le travail est fait d'avance. On obtient moins de perte (Fig 1B).

En relisant *Loisirs Nautiques* vous pourrez juger de quelques évidences très classiques que je ne pourrai jamais me lasser de ressasser.

Confinant la surpression intrados dans un rôle secondaire, j'en

reviens toujours à la dépression extrados (quatre fois plus importante que la surpression intrados sur un bon profil).

La sculpture de cet extrados mérite quelque considération et la maîtrise humaine. La matière en mouvement obéit facilement aux hommes si les hommes en respectent les tendances, mais à cette condition impérieuse.

Comparons un profil mince A et un profil épais asymétrique B, établis en voilure de bateau à babord amures.

Sur le profil A, la traînée du mât crée le long de la voile un matelas de turbulences représentées en pointillé.

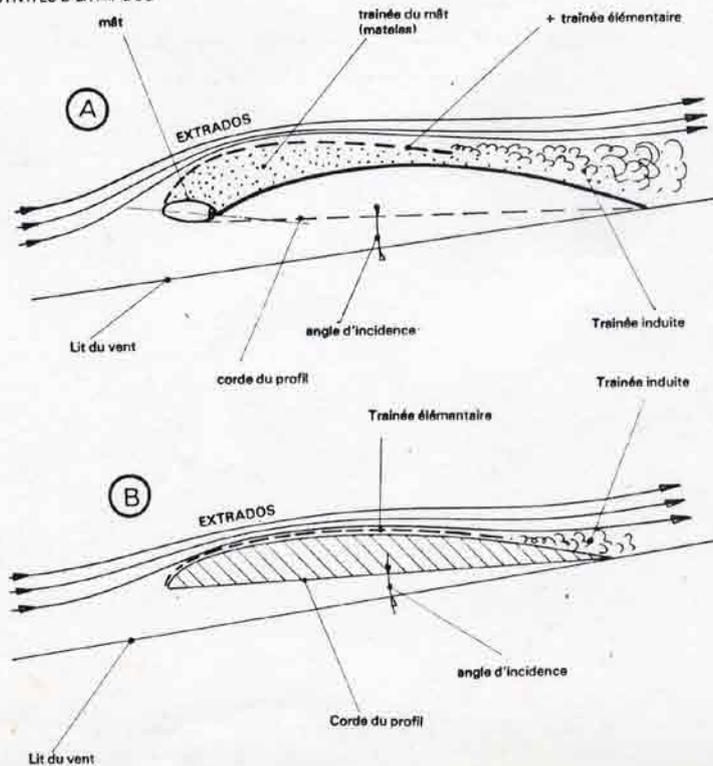
Les filets d'air d'extrados doivent contourner ce matelas pour accélérer leur écoulement depuis le bord d'attaque vers le bord de fuite.

Mais ce matelas est souple, mouvant, et sa courbure est constamment sollicitée par la couche limite de l'écoulement du plus proche filet d'air. La force de cohésion des molécules d'air (vis-

Fig : 1 Profil mince et profil épais

Sur un profil épais (B) l'écoulement extrados est laminaire
Sur un profil mince (A) l'écoulement extrados est perturbé, surtout par le mât.

ACTIVITÉS D'EXTRADOS



VOILE DU FUTUR

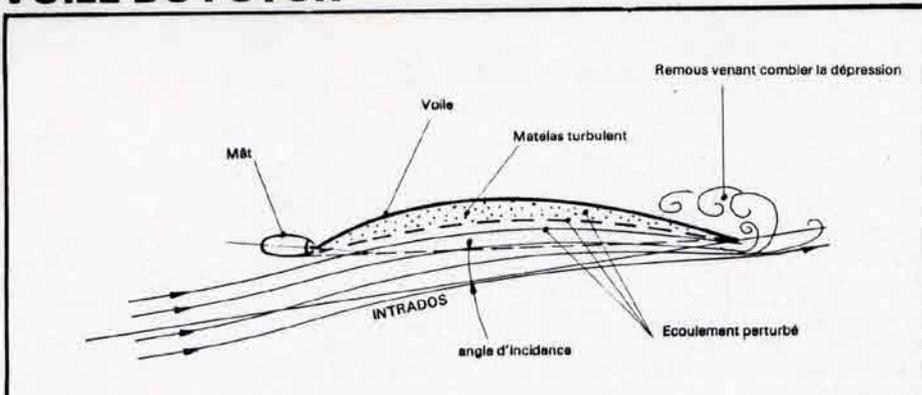
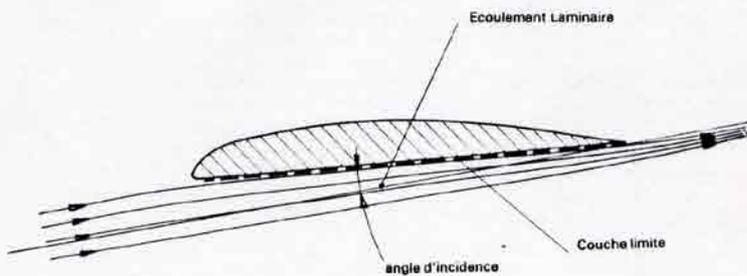


Fig. 2 : Activité d'intrados

Sur un profil épais, l'écoulement est laminaire (B)
 Sur un profil mince, l'écoulement est perturbé. (A)

Mêmes constatations sur extrados Fig 1 - A et B.



cosité) provoque un mélange parasite des deux fluides, l'un interte (matelas), l'autre actif (filets de couche limite).

Le résultat de cette compote est une traînée élémentaire très forte.

Ces surépaisseurs hostiles éloignent l'effet de dépression (accélération et concentration des filets d'air) du sujet principal qu'est la paroi de la voile (extrados).

En se rapprochant des queues de nervures (bord de fuite), les filets d'air sont de moins en moins guidés et leur tendance à retourner à l'angle d'incidence se manifeste très tôt. D'où un décollement précoce de la couche limite et un remplissage de l'air ainsi libérée par une zone tourbillonnaire, début de la traînée induite.

Une telle voile (et c'est le cas de toutes les voiles des yachts actuels) présente un maximum de traînée pour un minimum de poussée. On ne peut guère espérer un rapport de finesse supérieur à 1,5.

Poussée
Trainée *Finesse*

En fait, la poussée d'une telle voile sert plus à faire giter le bateau qu'à l'aider à avancer.

Ce qui se passe en intrados de la voile A n'est guère plus flatteur. Un matelas de traînée élémentaires surépaissit spontanément le profil mince et empêche la suppression des filets d'air de se manifester directement sur la

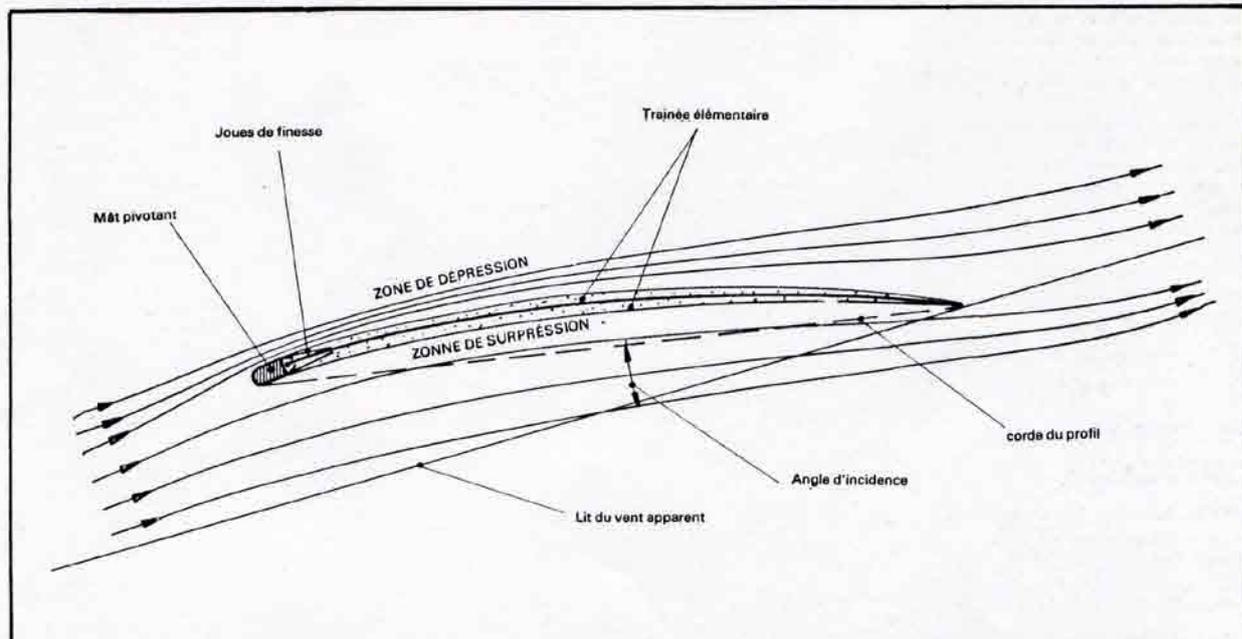


Fig : 3 Sur un profil mince rigide, la traînée élémentaire reste importante : Il subsiste toujours un léger matelas inerte sculpté par les besoins de l'écoulement. L'écoulement laminaire s'effectue plus près du profil que sur un profil non perturbé par un mat fixe.

paroi de la voile. C'est seulement vers la queue de profil, que le flux rencontre une surface « dure » qui le dévie alors trop brutalement facilitant les remous de sortie qui permettent alors de comblement de la dépression (Fig 2A).

On voit que dans une voile molle du type A, dont le profil mince est sculpté par un passage de flux désordonné, turbulent et non maîtrisé, les pertes de dépression extradors et de surpression intrados sont terribles et ôtent en grande partie l'efficacité de la surface exposée.



RIGIDITÉ :

Si la voile A possédait des lattes forcées et cintrables à volonté, et se trouvait établie sur un mât pivotant bien profilé à l'attaque et muni de joues de finesse (Fig. 3), les perturbations très nuisibles (Fig 1 et 2) seraient presque anéanties. Reste la traînée élémentaire de friction de la couche visqueuse sur les parois. Il est impossible de l'éliminer totalement car elle dépend de l'état de granulation et de dureté

de la surface. Toute matière même polie à la perfection présente un seuil d'adhérence.

Marcel Coessin construisit une balance aérodynamique et compara deux voiles de même surface et de même allongement : l'une molle, classique, l'autre rigide avec commande de courbure.

La poussée obtenue sur la voile rigide était de 50 % supérieure et la traînée trois fois moindre. Le rapport de finesse passait dès lors aux environs de 9 à 10.

Il était difficile d'obtenir mieux pour un profil mince rigide à cause de la traînée élémentaire inhérente à une feuille dénuée d'épaisseur aérodynamique (fig 3).

Sur catamaran, les résultats étaient encourageants, mais c'est sur char à voile qu'il éclatèrent. Déjà, le vent apparent sur catamaran est aigü. Mais sur char à voile, roulant à 100 km/h, c'est presque du vent debout quelle que soit l'allure. Le mât de bord d'attaque, profilé en fer de lance, est constamment en incidence négative. La brutalité d'écoulement dépasse tout ce qu'on peut concevoir sur l'eau.

Pensez qu'à force 2, un bon char à voile se « traîne » à 70 KM/H, avec 7 m² 15 de toile (mât compris). C'est dire ce qu'on peut faire avec un peu de vent en cherchant bien.

Le profil mince rigide à courbure commandée avait exigé la pratique d'une cinématique complexe et délicate, d'un prix de revient décourageant pour les bourses modestes.

L'accession aux hautes performances restait encore là peu démocratique.

Par exemple, le bord d'attaque, réalisé en polyester stratifié dans un moule spécial à chaque fois, renfermait des faisceaux de tringlerie et de cames spécialement usinés à la demande, dans des métaux et par des techniques directement issues des dernières conquêtes de l'aéronautique.

Considérant ce désavantage pécunier sur profil mince commandé, il nous semblait exagérément audacieux de passer au profil épais, à notre avis voile de milliardaire.

Ce préjugé nous a paralysés pendant vingt ans : le profil épais populaire, c'était pour nous la « ligne bleue des Vosges » du brave Déroulède.

Pourtant, les polaires (fig. 4) des profils épais étaient là et vrillaient notre subconscient. Nous savions qu'un jour les voiles B des figures 1 et 2 feraient leur apparition quelque part sur le globe. Même le profil mince commandé avait encore 50 ans de retard sur l'aviation (guerre de 14-18).

Sur la balance aérodynamique de Marcel Coessin, la voile épaisse avait démontré trois fois plus de poussée qu'une voile molle et deux fois plus qu'une voile rigide à profil mince et à courbure commandée. Le rapport de finesse pouvait aller de 20 à 30 selon les profils et les allongements.

Ces faits expérimentaux et incontestables n'étaient pas du domaine du rêve, mais la façon matérielle de les mettre en pratique se situait dans l'insaisissable paysage du cauchemar.

L'art de passer d'un profil Raf 31 à un Clark « Y », d'un Effel 400 à un Goettingen 545 (fig. 4) était assez bien maîtrisé. La réversibilité ne posait pas de problème dans l'absolu. Les épures se suivaient, s'échelonnaient et se complétaient adroitement, selon les incidences et les vitesses d'écoulement, grâce à une manœuvre très simple.

Hélas, la voile (disons aile), comportait un imbroglio de câbles, tringles, bielles, noyaux de fixation, poulies, cames, tambours, d'une telle densité, qu'elle évoquait la machinerie de plateau du Châtelet. Enorme paquet de spaghetti. Ce qu'on a pu « suer » là-dessus ! Surtout Marcel avec le sérieux conféré par une carrière studieuse dans l'industrie aéro-

Fig. 4 Profils pratiques

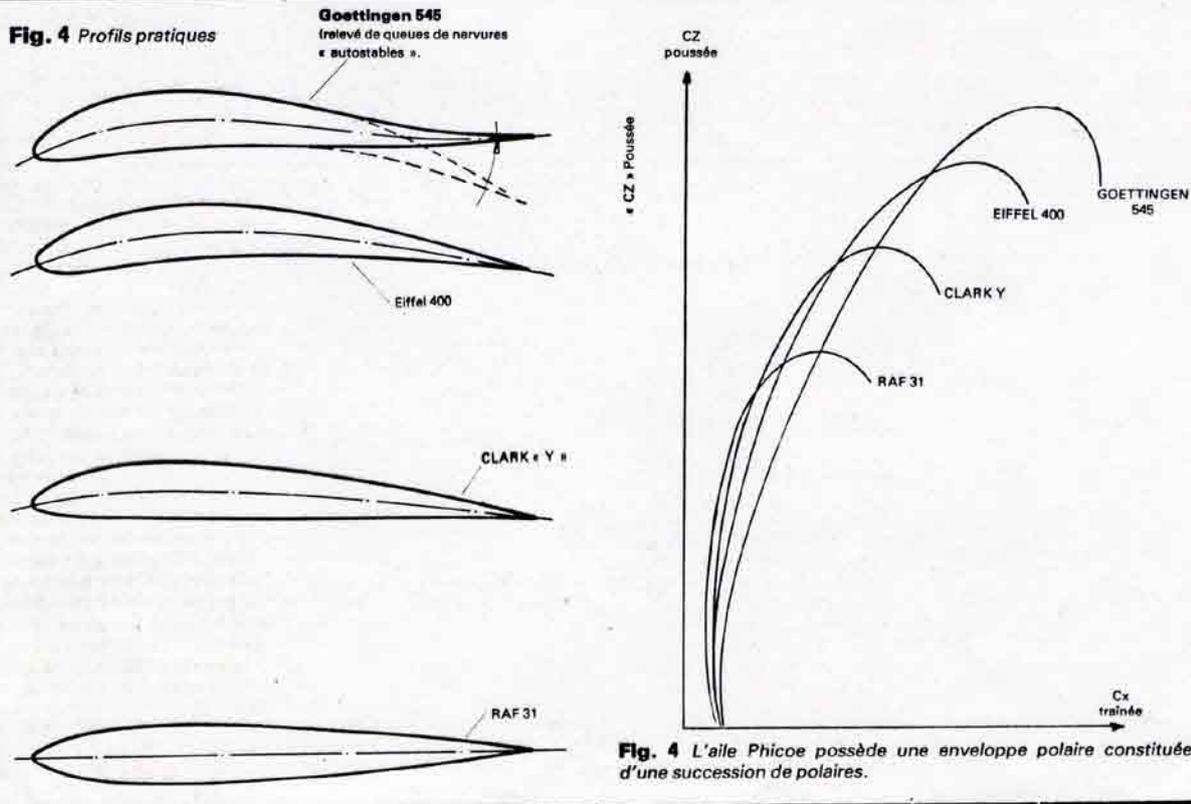
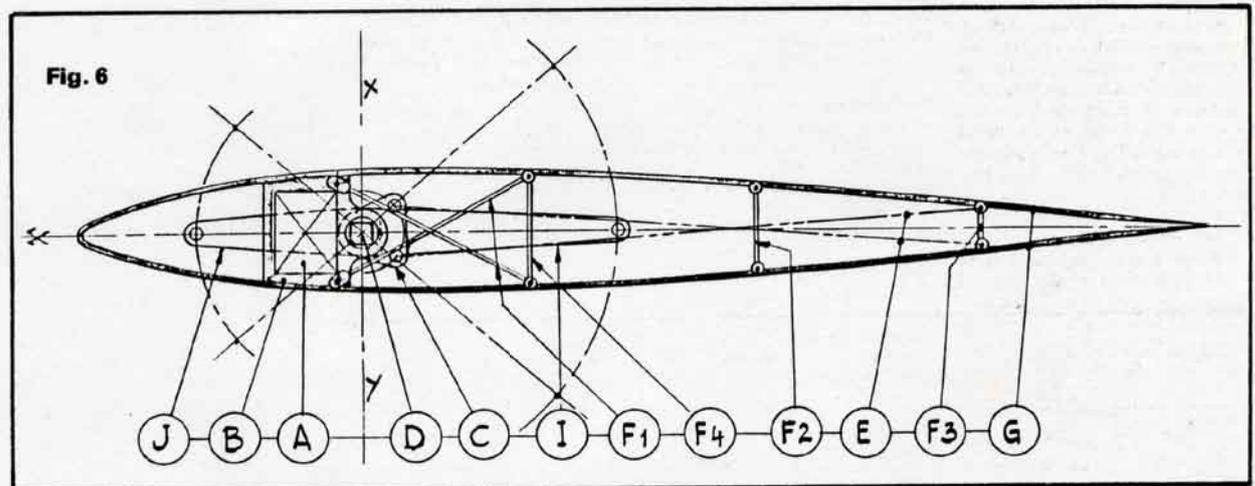
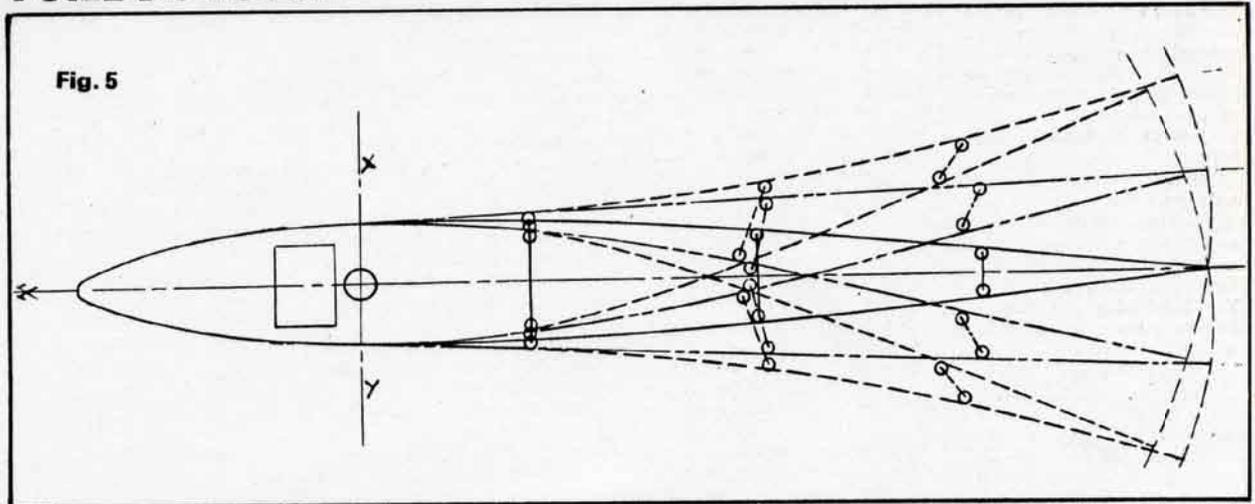


Fig. 4 L'aile Phicoe possède une enveloppe polaire constituée d'une succession de polaires.

VOILE DU FUTUR



nautique et dans la gestion des grandes usines.

Plus grave : la voile épaisse (aile) nécessitait un montage complet à chaque utilisation. Il n'était pas question de l'affaler entre deux régates.

Toutefois, le profil pouvait obtenir une neutralité absolue à toutes les allures puisqu'on savait le rendre biconvexe symétrique dans toutes les incidences.

Mais conserver pendant toute la saison de navigation une voile établie en girouette, même sans aucune portance et avec une traînée induite inférieure à celle d'un simple mât semble encore aujourd'hui une idée peu commerciale.

Un travail de planche à dessin dont nous pensions ne jamais voir le bout commença.

Pour ne pas se noyer dans l'aventure et le désordre, le choix des profils fut ainsi arrêté par Marcel Coessin :

Compte tenu des faibles vitesses relatives des engins (10 à 75

nœuds de vent apparent), les profils connus et pratiqués entre 1935 et 1960 étaient bien suffisants pour placer en évidence le problème à résoudre.



RAF31 :

Profil biconvexe symétrique. Il donne une faible poussée, mais sa traînée est minimum. (Certains Naca présentent en profils laminaires des caractéristiques similaires).

La position du centre de poussée est stabilisatrice jusqu'à 35 % de profondeur de profil sous 10 degrés d'incidence. Ce profil symétrique à fibre neutre droite s'efface au vent et permet à la voilure libre en girouette de n'avoir plus aucune portance.



CLARK « Y »

C'est l'ancien profil des avions de tourisme. L'intrados est plat, l'extrados convexe. Ce modèle est excellent porteur, donne une bonne poussée avec une traînée raisonnable.

Par contre, son centre de poussée est perturbateur et se déplace vers l'avant jusqu'à 25 % sous 10 degrés d'incidence (moment cabreur). Le Clark « Y » sera un bon profil d'allure rapide par vent frais.



EIFFEL « 400 » :

Les planeurs adoptaient ce type voilà encore quelques années. Les profils « laminaires » s'y sont peu à peu substitués en grand allongement dynamique.



mais l'« Eiffel 400 » est beaucoup plus porteur que le Clark « Y », bien que présentant un peu plus de traînée.

Son centre de poussée, comme le précédent, se déplace vers l'avant à angles d'incidence élevés (10 degrés).

L'« Eiffel 400 » convient au profil de démarrage et de petit temps.

La conception de cinématique de l'aile permet de forcer la courbure de ce profil, pour les faibles vitesses d'écoulement. Elle permet aussi le relevage des queues de nervures d'extrados en profils « auto-stable », ce qui conduit à des angles d'utilisation moins serrés, par exemple 12 à 14 degrés sans décrochage (qu'on appelle aussi perte de vitesse). Le haut de la polaire de ce profil fait apparaître cette tendance (Voir fig. 4).

CENTRE D'ARTICULATION DE L'AILE (VOILE)

En partant des observations concernant les profils types ci-dessus, le choix se porte à fixer la position de la rotule d'articulation de la voilure à 25 % de la profondeur. (Fig 5)

Le premier bénéfice qui en découle est une grande douceur de manœuvre d'incidence au vent et la suppression d'un palan

d'écoute de bôme, demandant de grands efforts humains.



IMPERATIFS DE FONCTIONNEMENT :

a) Obtenir des manœuvres douces et rapides, comme sur un avion, ce qui est inconnu sur les bateaux.

b) Faire obligatoirement passer la variation des profils par la gamme suivante :

— biconvexe (voilure libre)
— profil creux (démarrage)
— profil plat (vitesse)...
— ... puis biconvexe...
— ... virement de bord et inversion de la même gamme sur l'autre amure.

L'épure satisfait, après bien des peines, à ces impératifs. Deux leviers, l'un d'incidence et l'autre de cambrure, suffisent à assurer graduellement les passages d'un type à l'autre.

Mieux, une précision de tracé de la cinématique permet de choisir n'importe quel profil à n'importe quelle incidence.



TECHNOLOGIE DE CONSTRUCTION :

(Voir tableau description et Fig. 6).

DESCRIPTION

LE présent dispositif, outre l'augmentation considérable de rendement aérodynamique obtenu par la modulation et réversibilité des natures de profils, permet d'éviter les inconvénients cités plus haut. En effet, les traînées parasites consécutives aux agrès extérieurs se trouvent effacées et la voilure une fois affalée peut être transportée et remise par les voies les plus commodes.

Les moyens mis en œuvre, pour arriver à ce résultat, consistent en des dispositifs mécaniques pour transformer un profil épais biconvexe (dont l'intrados symétrique à l'extrados) en profil épais asymétrique dont l'intrados puisse passer d'une cambrure nulle (profil plat) à une cambrure négative (profil creux).

Pendant le même temps, l'extrados devait subir des cambrures de plus en plus accentuées et corollaires aux variations d'intrados.

Ces variations corollaires des cambrures intrados et extrados devaient se reproduire d'une façon homothétique depuis la première nervure de la base jusqu'au sommet. Il a donc été prévu de disposer tout du long de l'allongement de l'aile et à l'intérieur de celle-ci un ensemble comportant : (Fig 7, 8, 9, 10, 11)

1) un mât de section rectangulaire qui commande l'incidence de la voile ;

2) un arbre à cames qui commande les cambrures et qui sert également de point d'axe de rotation de l'ensemble de la voilure. (axe x-y).

Compte tenu d'un choix de matériaux simples à approvisionner et à mettre en œuvre en atelier, et nonobstant les possi-

bilités offertes par les technologies les plus avancées comme moyens d'asservissement et de télécommande, la cinématique et la structure se composent comme ci-dessous définis :

— mât A de section telle qu'on puisse y faire glisser des coulisseaux « B ». Ce mât provoque l'incidence de l'aile.

— des coulisseaux B taillés pour coulisser sur un mât A.

Les coulisseaux B sont solidaires des mouvements de rotation du mât A, lequel pivote en mouvement cycloïdal autour d'un axe X-Y, qui est en même temps celui d'un arbre à cames D de section angulaire.

Les coulisseaux B sont percés d'un trou rond au travers duquel peut passer l'arbre à cames de section angulaire.

Les coulisseaux B servent à la fixation des nervures rigidifiant chaque face du profil.

Les coulisseaux B servent aussi à hisser et affaler la voilure en sens vertical et à en assurer la disposition longitudinale par rapport à l'axe général X-Y de pivotement.

Les coulisseaux B servent à maintenir l'emplacement de hauteur verticale des cames C entre leurs mâchoires.

— un arbre à cames D de section angulaire, de longueur sensiblement égale à celle du mât A.

Cet arbre à cames passe à travers les trous ronds des coulisseaux B, et sa section angulaire assure le clavetage de rotation des cames C.

— de cames C percées d'un trou angulaire correspondant à la section de profil de l'arbre à cames D, permettant de transmettre tout mouvement circulaire de l'arbre à cames D à une cinématique de tringlerie, de câbles E, ou tous autres dispositifs assurant la variation de courbure des profils.

Les cames C, enfermées dans des mâchoires des coulisseaux B, sont solidaires de ceux-ci dans leurs déplacements verticaux de hissage et d'affalage.

Les caractéristiques dimensionnelles de ces cames C, compte tenu de la cinématique en fonction, ont été préalablement déterminées et choisies pour assurer à la tringlerie E (ou à ses succédanés) des longueurs fixes et des tensions constantes.

Ainsi peut-on obtenir une rigidité obéissante dans la variation des profils obtenus.

— de biellettes F, qui se subdivisent en biellettes F1, biellettes F2, biellettes F3 et F4.

Toutes ces biellettes sont destinées à assurer le maintien et l'écartement des nervures G dans les fonctions qu'on leur désigne.

Elles sont articulées sur ces nervures G par des rotules suivant figure, ou tout autre moyen permettant leur pivotement. Fig 6 et 7.

Les mouvements de ces biellettes sont commandés par l'action conjuguée de rotation du mât A et de l'arbre à cames D qui agissent par l'intermédiaire de la tringlerie ou câblerie E.

Biellette F1 : Conjugée à la biellette F4, elle permet le blocage d'intrados des profils plats et creux dans la partie la plus proche du mât.

Biellettes F2 : Ce sont de simples entretoises d'écartement entre nervures G. Elles peuvent servir, sur profils de grande profondeur, à augmenter la rigidité dans la courbure choisie, par commande complémentaire.

Biellettes F3 : (proches du bord de fuite). Elles sont les points d'ancrage de la com-

mande de tringlerie ou câblerie E.

Biellettes F4 : conjuguées aux biellettes F1, mais de débattement réduit par un réglage de coulisement limité, comme décrit sur fig. 9 elles obligent à un blocage relatif d'intrados des profils dans leur partie antérieure.

— de tringlerie E, de câblerie ou de toute cinématique destinée à transmettre les mouvements circulaires du mât A et de l'arbre à cames D aux biellettes F3. Ces éléments, de longueurs fixes, travaillent par traction et demeurent toujours tendus.

— revêtement H à double face, intrados et extrados (étant bien convenu que ces notions sont réciproques de par la réversibilité de l'appareil). Ce revêtement est constitué d'un film souple, de textile tissé ou tout autre matière permettant le repliage en zig-zag, de nervure en nervure.

Ce revêtement comprend les couloirs nécessaires au positionnement des nervures. Il permet de hisser ou d'affaler le propulseur par les moyens convenables.

— deux leviers I et J assurent :

L'un I la commande d'incidence de la voilure ;

L'autre J la commande de courbure des profils.

Quand le levier J est en position bloquée neutre, la commande d'incidence par le levier I suffit à assurer la variation des profils et leur inversion dans le cas de navigation ordinaire.

Le levier J de courbure n'est donc plus utilisé que :

— soit pour rendre la voilure libre en « girouette » ;
— soit pour des retouches dans des plages particulières de navigation.

VOILE DU FUTUR

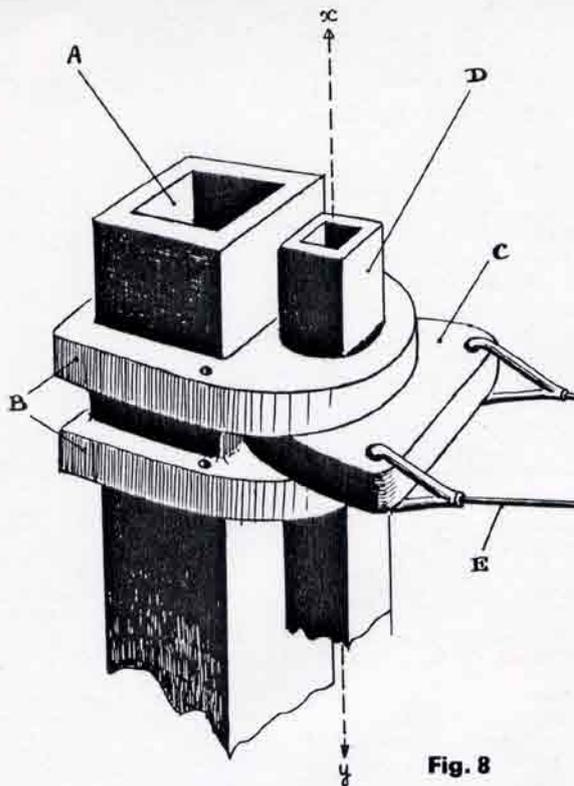


Fig. 8



REMARQUES :

La fabrication répétitive d'un nombre de pièces identiques légères et simples, proportionnelles au nombre de nervures, ne nécessite qu'un minimum d'outillage peu coûteux.

Quand on pense au volume de temps très important nécessaire à la fabrication d'un grand mât profilé de structure aviation, ainsi qu'à ses risques propres de fragilité, à la complication engendrée par le haubannage, barres de flèches, ferrures diverses, on pousse un soupir de soulagement devant ce premier objet :

— un simple mât creux de section rectangulaire importante, solide, rigide, plus léger qu'un mât profilé et d'une mise en œuvre de fabrication déroutante de simplicité.

La production des petites pièces en série entre dans le domaine du bricolage.



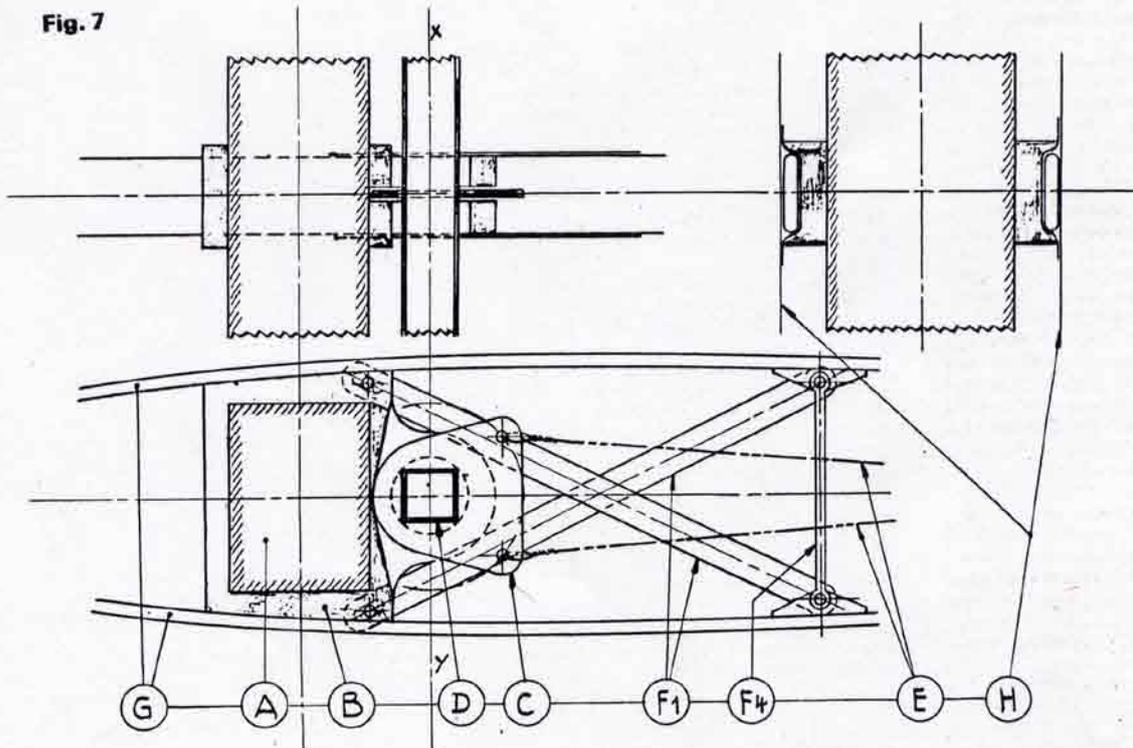
CONSIDERATIONS SUR L'EPURE DES VARIATIONS DE PROFILS

1° — Bec d'attaque : Malgré le choix de position du mât, le profil plat obtenu (Clark « Y ») n'est pas rigoureusement exact. La position du bec d'attaque, obligatoirement symétrique (fig. 5) est un peu trop haute. Les conséquences sur le rendement sont heureusement insignifiantes. Pour y remédier, il faudrait trop compliquer la cinématique de courbure. Ce serait une erreur de rentabilité économique.

2° — Rigidité : Grâce à la longueur fixe des câbles et tringleries (E, F1), et aux bielles d'entretoises, on obtient des nervures déformables, mais très rigides au blocage de chacune des utilisations choisies.

3° — Obéissance : Le blocage des cames de nervures (C) en position déterminée provoque le respect de la gamme de fonctionnement

Fig. 7



décrite plus haut « Impératifs de fonctionnement ».

Il assume une certaine automatisation de l'utilisation pour les cas moyens. Un léger complément de réglage du levier *J* de l'arbre à cames permet de « finasser » la cambrure des profils par petit temps ou forte brise aux différentes allures de marches.

4° — Présentation : Tous les dispositifs de commande se trouvent à l'intérieur du profil évolutif. Pas de traînées parasites d'écoutes ou autres agrès, suppression de la traînée des espars habituels. A la limite le mât rectangulaire de forte section, rigide comme un gratte-ciel, accepterait la suppression du haubannage sur des bateaux légers. Un planeur n'a pas de haubans. D'où réduction supplémentaire de traînée parasite. On sait qu'un câble qui vibre présente une résistance à l'avancement équivalente à une section de 15 fois son diamètre.

5° — Façonnage des « peaux » : C'est une petite difficulté. L'intrados et l'extrados doivent présenter dans leur confection un allongement sensiblement équivalent après tension verticale.

Faute de quoi, on trouverait des plis d'un côté de la voile hissée, comme on voyait jadis sur certaines voilures d'avions entoilées, ce qui était mauvais pour le rendement aérodynamique et exerçait une influence perturbatrice au niveau de la couche limite. Tant qu'à faire, autant soigner l'état de surface du *Phicoe* !



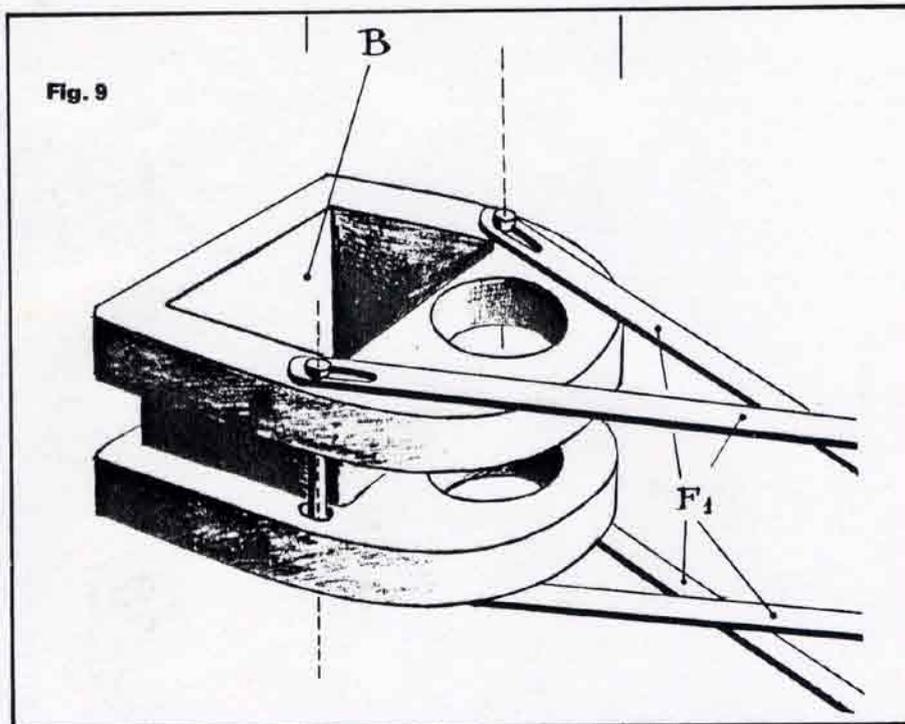
FONCTIONNEMENT DU PHICOE :

Repos : Profil biconvexe (fig. 4). Les leviers *I* et *J* d'incidence et de cambrure sont lâches.

Démarrage : « Border » le levier *I* d'incidence (faible portance).

Aussitôt, « border » le levier *J* de cambrure en position moyenne. L'effort musculaire est comptabilisé pour la suite des opérations puisqu'on passe tout de suite au profil creux à haute portance. Le bateau démarre avec le maximum de puissance.

Prise de vitesse : Le vent devient plus serré au bout de quelques mètres. En « bordant » le levier d'incidence *I*, on passe automatiquement en profil plat (fig. 4) et la coque accélère.



Virement de bord : Sous l'action du safran de gouvernail ou éventuellement sous l'impulsion d'un « canard » (4) situé en avant du *Phicoe*, le bateau change d'amure. L'aile retourne symétriquement son profil en passant à nouveau par les phrases précédentes, automatiquement, par action du levier d'incidence *I*.

Il ne reste plus qu'à chercher les petits perfectionnements de cambrures (leviers *J*).

La manœuvre brutale du levier *J* pour déblocage de cambrure met le *Phicoe* en symétrie biconvexe et en portance nulle. Le bateau met « en panne ». Et cela quelle que soit l'orientation du vent. Aucune traînée.

A l'incidence zéro, et à portance nulle, l'aile *Phicoe* ne bat pas et le bateau ne gîte pas. C'est le moment de faire la cuisine ou d'allumer sa pipe.

Marche arrière : L'inversion de cambrure par rapport à l'incidence est possible sur l'aile *Phicoe*. En inversant la manœuvre de safran, il est possible d'exécuter un « créneau ».

Ris : Sur les voiles molles, il est impossible d'agir sur la portance sans agir sur la surface, d'où la nécessité de prendre des ris. Cette notion est évidemment

(4) le canard est une gouverne de profondeur avant qui peut se substituer au classique safran.

contradictoire avec le principe d'une variation de finesse d'aile épaisse à cambrure commandée...

De toute façon, l'aile *Phicoe* aura toujours moins de traînées induites qu'une mâture nue avec ses agrès comme les bateaux actuels en sont affectés. Un bateau muni de l'aile épaisse résistera plus sûrement aux assauts de la tempête qu'à sec de toile. Il aura l'avantage de rester manœuvrant. C'est une sécurité.

Accastillage : L'accastillage est nul : pas de winch, pas d'écoute, aucune poulie, ni rail, ni avaleur ; pas de drisse de foc, ni étai creux, ni tambour enrrouleur. Pas de taquet, coinçeur ou non, aucune voile supplémentaire ni complémentaire. Le pont est absolument nu, le rouf désert, le cockpit net, le poste avant enfin habitable et sec : aucune voile humide entroposée sur les couchettes.

Equipage : La disparition des manœuvres harassantes favorise l'invitation d'équipiers cuisiniers ou navigateurs, ou raconteurs d'histoires comme *Tatibouet*. L'économie réalisée en investissements mécaniques au profit du confort et de la bonne nutrition permet d'envisager la croisière avec plus de charme.

Popularité : La manœuvre d'un voilier se réduit à la

manipulation de deux leviers dont la compréhension se situe au niveau du bon sens populaire. Rien n'est dans ces fonctions plus obscur que la bonne et convenable conduite automobile. Encore convient-il de digérer le code de la navigation comme on avale celui de la route, avec en moins les dangers de mort.

Timonerie : Les leviers d'incidence *I* et de cambrure *J* peuvent être couplés sur une commande centrale de timonerie *T* (non représentée) par l'entremise d'une cinématique à tube unique qui sera rigide, hydraulique ou électro-magnétique, directe ou assistée.

Un levier récupérateur très semblable au « manche à balai » d'aviation permet :

- par mouvements latéraux les réglages des incidences ;
- par mouvements longitudinaux les dispositions des profondeurs de cambrures (+ vite, — vite).



CONNAISSANCE OBJECTIVE DES PHENOMENES AERODYNAMIQUES

Les polaires des profils étant connus, il est possible à tout

VOILE DU FUTUR

moment, par lecture de la position de timonerie, d'apprécier le rendement vélique en cours.

Un tube de Pitot, relié à un baromètre très sensible, permet de corriger incidence et profil pour obtenir en permanence la plus forte dépression d'extrados avec le minimum de traînée.



NAVIGATION EXPERIMENTALE :

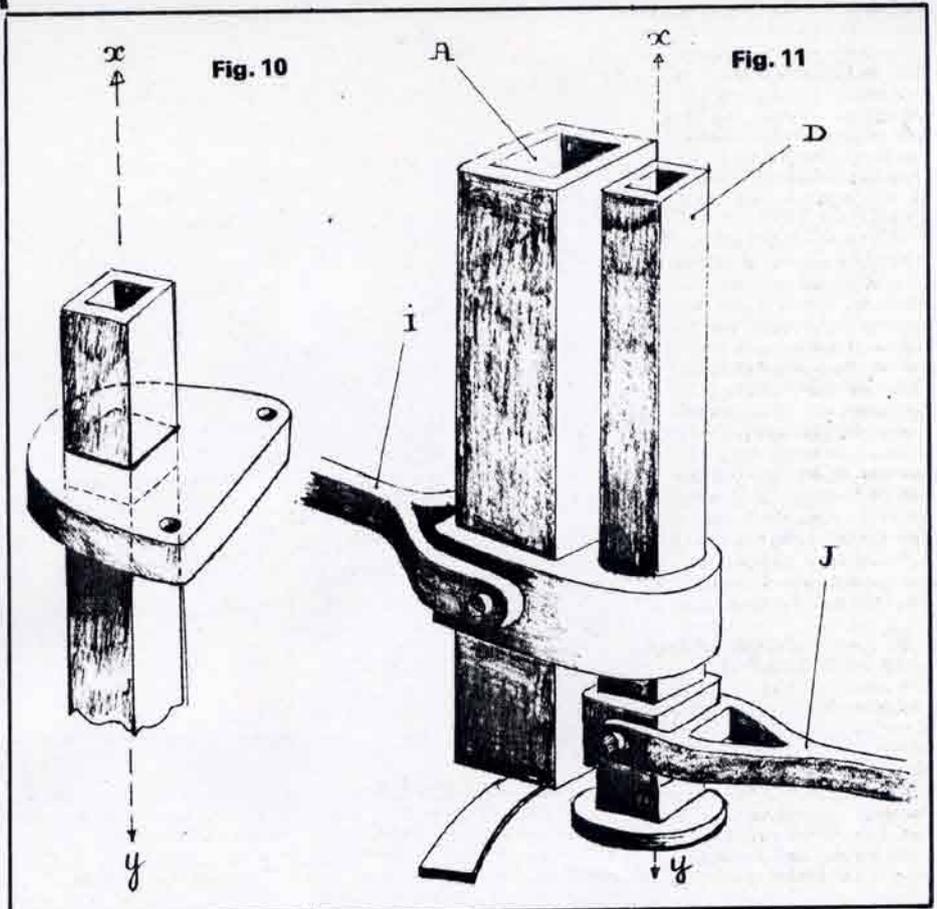
Direction du vent et route vraie du navire sont des notions dont on tire parti couramment sur la table à carte. Mais quand on s'adresse à la voilure pour participer à l'ordonnée qui la concerne, la voilure reste muette et s'entoure d'un tumultueux mystère.

L'action humaine sur le propulseur aérien est toujours une conséquence de situation, jamais une action génératrice de situation. C'est une action négative, jamais positive, car la maîtrise des phénomènes dans leur logique, leur discipline et leur formidable puissance par la volonté humaine n'est pas possible dans les conditions mécaniques en usage sur nos bateaux.

Toutes les manœuvres exécutées pour corriger la voilure sont approximatives et précaires. Elles ne laissent aucun repos et défilent comme une succession incompréhensible de palliatifs et d'options hasardeuses. Le flair du barreur, sa dextérité, son sens stratégique et son influence morale sur l'équipage sont le « Top-Hat » ou le point topique de la performance.

La connaissance expérimentale des caractéristiques aérodynamiques d'un propulseur comme le *Phicoe*, permet de préciser avec exactitude le besoin de puissance en fonction des coordonnées de composition extérieure. Les progrès actuels en matière d'électronique autorisent à programmer les éléments connus en fonction des circonstances prévues.

La *timonerie T* peut être réglée sur les données de circonstance et permettre ainsi une efficacité raisonnable et raisonnée des incidences et des cambrures les plus propices à la décision prise par le patron du bord, cela avec un minimum d'intervention physique. Ici, nous approchons réellement sur mer la répétition des phénomènes observés en soufflerie et enregistrés sur balance aérodynamique.



ASSERVISSEMENT

La douceur des manœuvres permet de maîtriser par servomoteur de faible puissance et de faible consommation la manipulation de la timonerie *T*, selon les impulsions provenant du computer programmé. Les micro-éléments en vigueur sur les maquettes navigantes sont largement à la portée des navires de croisière, mais avec *beaucoup moins* de puissance relative.



TELE-COMMANDE

Il découle des paragraphes précédents que les mouvements d'un navire à voiles sont dès lors bien aisés à commander à distance par une liaison hertzienne.

Je n'irai pas jusqu'à conseiller de traverser les océans en pantoufles depuis un bon fauteuil du quartier de Passy dans un voilier désert.

C'est une idée romanesque et le sport en gémit. Pourtant, c'est aussi une sorte d'aventure.

Mais maintenant qu'on sillonne les mers du globe en solitaire sur des monstres, on ne serait pas plus étonné de voir une telle prochaine course *sans solitaire*, sur des monstres encore plus monstrueux. Le skipper, en pleine possession de ses ressources intellectuelles et physiques, gavé de sommeil, frais et bien rasé, serait certainement capable de se surclasser, chantant : « Si tu t'engageais dans les Zouaves... ».

Cette dernière phrase était pour la détente. Il faut bien respirer un peu quand on a parcouru un texte comme celui-là, râpeux comme le cause Méjan (ou Sauveterre ?).

En le relisant, je me dis que cela devait arriver un jour. Notre petit passage sur la terre est un bouillon gras dans une marmite à la surface de laquelle crèvent les bulles, si on se donne la peine de touiller un peu le fond. La mer peut-être aussi ?



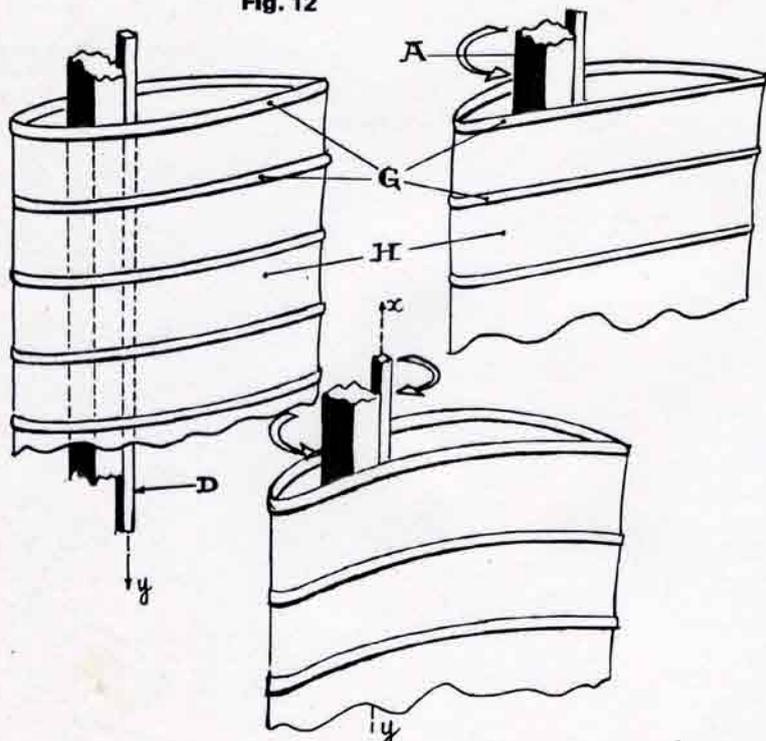
GRANDS VOILIERS

Les voiles « carrées » des grands voiliers ont le meilleur rendement aérodynamique connu, compte tenu des dimensions et malgré les traînées parasites de la forêt d'Agrès. Mais elles exigent un équipage coûteux.

En dehors de la propulsion nucléaire, la fin des machines à feu et des moteurs exothermiques alternatifs est proche, faute de carburant.

Nous croyons tous à la maîtrise de la propulsion nucléaire. Mais il y aura aussi *usure*, on le sait. Mais nous savons tous aussi que la puissance motrice disponible par cet artifice est infiniment ridicule par rapport à celle que nous prodigue gratuitement le courant des vents marins, et ce, sans le moindre investissement, et, espérons-le, pour l'éternité.

Fig. 12



Les apparentes facilités de la technique et les conquêtes sommaires qu'elles nous ont permises sont cruellement perforées, fissurées, et pulvérisées en notre agissant XX^e siècle. Siècle matérialiste s'il en fut, mais où le mépris de la matière fut aussi largement et fort curieusement pratiqué. Surtout vers la fin. L'anti-économie et l'anti-gestion résident dans cette étrange antinomie. (J'aime bien *Montaigne* tout compte fait).

Si de nouveaux cargos à voiles sont mis en route, il seront grésés de propulseurs aérodynamiques épais et rigides, à courbure commandée et réversible. Ces ailes, de formes trapézoïdales ou rectangulaires, seront assez proches des dispositions en vigueur sur les trois mâts du début de notre siècle, non seulement pour des motifs de résistance mécanique, mais encore pour des raisons de maniabilité et de maintenance.

Les manœuvres d'incidences et de courbures seront automatiques, programmées et asservies. Les transmissions des impulsions se feront par cinématiques à billes et par vérins hydrauliques. Les dimensions des cargos seront plus faibles, les tonnages plus

réduits, les nombres d'unités plus importants par flotte de commerce. Les risques seront mieux répartis, les rotations plus souples et plus rapides. Avez-vous remarqué qu'au « siècle de la vitesse », tout va beaucoup plus lentement qu'autrefois ? Les « transports », c'est le bouquet !

Un équipage de 4 hommes suffira sur chaque bâtiment, soit un par quart.



VITESSE PURE

Le propulseur aérodynamique décrit en amont de ces pages permet d'obtenir une poussée trois fois supérieure à toute bonne voile classique, ainsi qu'une finesse vingt trois fois plus grande dans le cas d'un grand allongement. Il s'agit bien là d'une puissante machine à capter le vent, même le plus faible, pour

le transformer en force propulsive, en douceur, avec de la réflexion. C'est une aile vivante dont on perçoit immédiatement la moindre sollicitation du bout des doigts sur la timonerie centrale.

Les premiers bénéficiaires seront les chars à voiles, capables de vitesses de 140 à 160 KM/H, par vent moyen, avec des angles d'incidence de 4 degrés.

Les seconds à profiter de la trouvaille seront les vaisseaux à coques longues dont le coefficient prismatique approche celui de l'aiguille à tricoter. D'abord les prao, puis les catamarans, puis les autres multicoques.

Les trimarans connaîtront encore quelques difficultés inhérentes à leur conception, où les flotteurs latéraux réagissent au principe d'Archimède. Notez que le balancier du *Prao* est indifférent à ce principe, puisqu'il s'appuie sur la balistique.

D'autres engins rapides, hyper-sustentés sur des hydrofoils, seront nécessairement propulsés par ce genre d'appareil, afin de pouvoir conquérir la puissance de décollage (ou déjàugeage) puis accélérer en vitesse d'entretien (régime de finesse maxi). Car il s'agit bien du *vol sur l'eau*.



CROISIÈRE TRANQUILLE

La qualité choisie du profil est sans commune mesure avec la surface de toile exposée. Finis les grands focs, génois, multiples voiles de triangle avant qu'il faut changer sans cesse. Une seule voile fait le moteur, avec sa courbe de rendement propre. Le reste, c'est une question de boîte de vitesse : qui peut le plus, peut le moins.



PRIX DE REVIENT

Pour ceux que les programmes électroniques annuient (et bien qu'il en coûte fort peu de cette ultime sophistication), la réalisation et l'adaptation d'un propulseur *Phicoe* représentera une dépense modeste, bien inférieure à la somme qu'il faut investir actuellement sur n'importe quel voilier de croisière. En gros, il n'y a qu'une seule voile et pas le moindre accastillage de pont. (Je me répète, je me sens vieux).



COMPÉTITIONS IOR, ORC, RORC, etc... COUPE AMERICA

Pour une longue période impossible à déterminer, mais qui sera très très longue, (peut-être cent ans,) de tels propulseurs aérodynamiques seront bannis de ces hautes sphères pleines à craquer de gens sérieux.

Tout progrès, toute commodité, toute trouvaille susceptible d'améliorer les qualités et la sécurité des bateaux sont aveuglément et justement rejetés par le sénacle de ces Sages : cela pourrait effectivement favoriser le gagnant de telle ou telle course et porter à réclamation devant le jury.

VOILE DU FUTUR

Marcel COESSIN
Marc PHILIPPE

Aile Phicoe

(propulseur aérodynamique)

Catalogue succinct de quelques profils réversibles entre chaque profil possible se situent une infinité de profils possibles

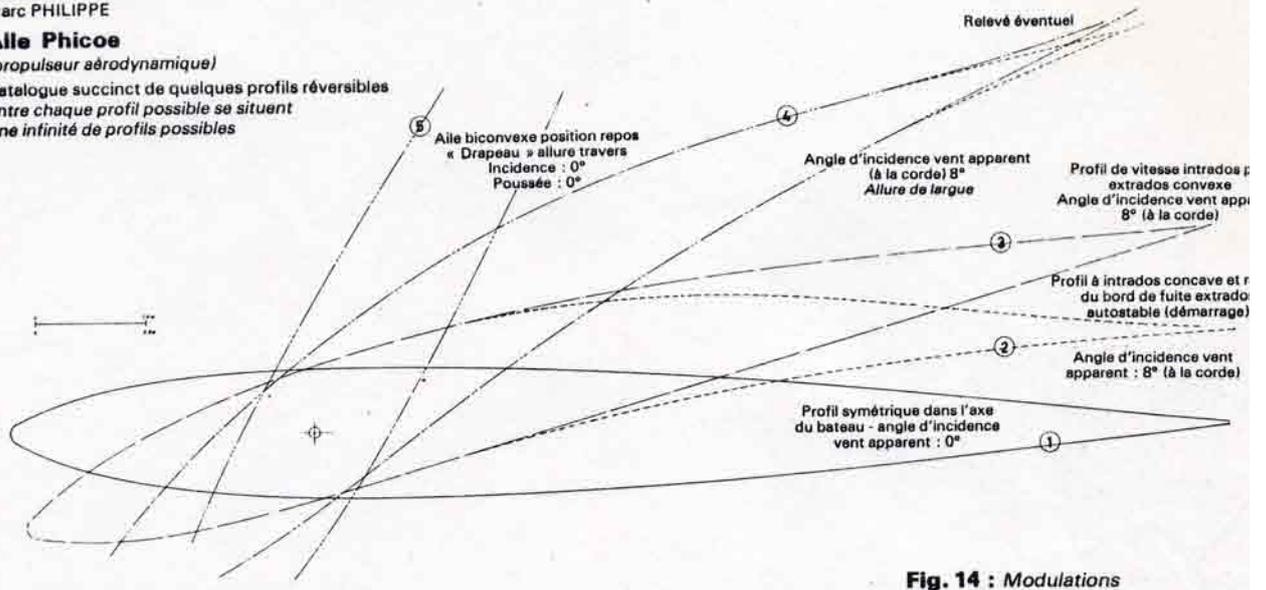


Fig. 14 : Modulations

Alors, vous comprenez, ce serait très grave.

Libre à ces braves de se battre avec des charriots flottants qui marcheraient aussi bien avec une voile au tiers. C'est ça le vrai sport, ma foi ! (on s'amuse très bien en Optimist).

Pour faire marcher ces usines à cliquets, il faut beaucoup de viande bien nourrie et beaucoup de sous. Quelques récompenses aussi. Disons que nous sommes pauvres, chétifs et affamés mais que nous aimons aller vite et loin sans mettre les « pieds à côté de nos pompes » !



MICHEL MINEO

Marcel Coessin et moi, nous nous sommes toujours intéressés aux voilures à haut rendement. Nous apprécions les efforts des hommes en face des éléments dont ils disposent, mais nous déplorons depuis plus de vingt ans l'exiguïté et la stagnation qui trahissent ces efforts et cette nécessité d'expansion du moi.

La voilure est le moteur du bateau et nous avons l'impression de voir de belles carrosseries

de formule 1 se lancer sur le circuit du Mans, avec des mécaniques de tondeuses à gazon. Au volant, des « types » qui « en veulent ». Très shaddock !

En dehors des critiques qu'on peut répandre dans le désespéré règlement de jauge et la diffusion qui en découle au niveau du public de croisière ou de plaisance anarchique, il est difficile d'admettre que l'architecture

navale se contente d'appliquer presque toujours les habitudes et modes en vigueur, sans se soucier du véritable rendement aérodynamique de la voilure et de l'économie des efforts humains.

En 1920, il y avait de meilleures voilures qu'aujourd'hui, malgré les toiles polyester et les espars en duralumin, les grands triangles avant et les pullulements de

winchs, gadgets et bricolez zone, vendues très cher ça.

Soixante ans après, excellente époque (où le ya avait encore un sens mar grand pas en arrière du porter onéreux et quel nous ouvre le chemin de l'antisme et de la dang banalisation.

C'est en 1934 que Mineo (notre regretté) fabri Casablanca le premier prop aérodynamique épais et rible pour voile de bateau. (J « Les Ailes »).

Son appareil était pour guignols extérieurs et d'un rie complexe très difficile à mander et provoquant de nées parasites, aujourd'hu cées.

Néanmoins, cette voile (sans foc) permettait à Minéo de battre ses concu avec deux ou trois tours d'a à bord du même monotype.

C'est donc un grand hon à Michel Minéo que nous dons ici, et vous voyez qu ne nous rajeunit pas comme Alphonse Allais.

C'est bien là une vieille his beaucoup de travail et d'imtion avec des creux et des ses. Rien de remarquable ne ble avoir été produit dep nous en croyons les tentati Weymouth.

Nous en reparlerons bien

Marc Phi

(v

et Marc Co



