

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) № de publication :  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

2 495 242

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **Nº 80 25456**

(54) Dispositif destiné à être placé dans un fluide en mouvement afin de produire une force portante.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). F 15 D 1/10 // B 63 H 9/00.

(22) Date de dépôt ..... 1<sup>er</sup> décembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 22 du 4-6-1982.

(71) Déposant : CAMPAGNES OCEANOGRAPHIQUES FRANÇAISES, association selon la loi  
de 1901, résidant en France.

(72) Invention de : Jacques Yves Cousteau et Lucien Clément Malavard.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Brevatome,  
25, rue de Ponthieu, 75008 Paris.

La présente invention se rapporte à un dispositif destiné à être placé dans un fluide en mouvement tel que de l'air afin de produire une force portante pouvant notamment être utilisée pour assurer la propulsion d'un corps mobile tel qu'un bateau ou pour créer de l'énergie.

La figure 1 des dessins annexés montre qu'un dispositif M tel qu'une voile, placé dans un fluide se déplaçant à une vitesse relative  $\vec{V}$  par rapport à ce dispositif produit un effort  $\vec{F}$  qui se décompose en une force portante  $\vec{P}$  perpendiculaire à la vitesse  $\vec{V}$  et en une force de trainée  $\vec{R}$  dirigée dans le même sens que la vitesse  $\vec{V}$ . Si le dispositif M se déplace dans une direction faisant un angle  $\alpha$  avec la vitesse  $\vec{V}$ , il est soumis à un effort de traction  $\vec{T}$  qui correspond à la projection de l'effort  $\vec{F}$  sur cette direction. On voit donc que pour une valeur donnée de l'angle  $\alpha$ , l'intensité de l'effort de traction  $\vec{T}$  est d'autant plus grande que la force portante  $\vec{P}$  est élevée et que la force de trainée  $\vec{R}$  est réduite lorsque  $\alpha$  est inférieur à  $90^\circ$ .

La portance et la trainée s'expriment en général par des coefficients sans dimension  $C_z$  et  $C_x$  donnés par les formules suivantes :

25

$$C_z = \frac{P}{\frac{1}{2} \rho v^2 S} \quad \text{et}$$

30

$$C_x = \frac{R}{\frac{1}{2} \rho v^2 S}$$

où  $\rho$  désigne la masse volumique du fluide et  $S$  la surface de référence du dispositif, c'est-à-dire la surface de ce dispositif en projection sur un plan normal à la figure 1 et parallèle à la direction selon laquelle se déplace le fluide.

35

Tenant compte de ces expressions, on voit que l'effort de traction  $\vec{T}$  s'exprime par la formule suivante :

$$5 \quad T = \frac{1}{2} \rho V^2 S (Cz \sin \alpha - Cx \cos \alpha)$$

Cette formule fait apparaître clairement que, pour une vitesse  $V$  d'écoulement du fluide donnée et pour une orientation  $\alpha$  de l'effort de traction donnée, cet effort est d'autant plus grand que le produit  $S \times Cz$  est élevé.

Si l'on applique ces résultats aux dispositifs traditionnels permettant de créer une force portante sans apport d'énergie extérieure, tels que les ailes des avions, les voiles des bateaux, les pales des moulins à vent, etc..., dans lesquels le coefficient  $Cz$  est pratiquement toujours inférieur à trois, on voit que la création d'un effort de traction  $\vec{T}$  important demande des surfaces trop grandes et encombrantes pour être pratiquement utilisables.

D'autre part, on sait créer des forces portantes  $\vec{F}$  ou des coefficients de portance  $Cz$  très élevés en utilisant un dispositif bénéficiant d'un apport d'énergie extérieure. Ainsi, l'effet Magnus montre qu'en faisant tourner autour de son axe un cylindre circulaire dans un écoulement fluide, on crée autour de ce cylindre une déflexion de l'écoulement qui engendre une force importante, positive ou négative, selon le sens de rotation du cylindre. La rotation du cylindre circulaire a également pour effet de retarder et de réduire les décollements de l'écoulement fluide autour du cylindre et l'importance du sillage obtenue.

Toutefois, si l'utilisation de l'effet Magnus permet de créer de grands coefficients  $C_Z$ , on voit immédiatement que les vitesses périphériques de rotation du cylindre conduisant à un tel résultat entraînent des complications mécaniques importantes si l'on considère que les dimensions du cylindre doivent être par exemple de trois mètres de diamètre et de quinze mètres de hauteur pour assurer la propulsion d'un bateau. Ces complications mécaniques sont liées notamment aux vibrations, aux effets gyroscopiques, etc... engendrées par la rotation d'un tel cylindre qui peut atteindre une vitesse de rotation de 200 à 400 tours par minute lorsque la vitesse du vent est élevée. De plus, dans l'application à la propulsion d'un bateau, on voit que si l'on désire inverser le sens de la force portante, il est nécessaire d'inverser le sens de rotation du cylindre, ce qui réclame un délai relativement long compte tenu de son inertie.

La présente invention a pour objet la réalisation d'un dispositif permettant de produire une force portante très élevée en bénéficiant d'un apport d'énergie extérieure aussi limité que possible et sans présenter les inconvénients du cylindre circulaire tournant fonctionnant selon l'effet Magnus. Bien entendu, le dispositif selon l'invention peut être appliqué aussi bien à la propulsion d'un mobile quelconque tel qu'un navire qu'à la production d'énergie mécanique pouvant notamment être transformée en énergie électrique à l'aide d'une génératrice, et il peut utiliser aussi bien l'énergie éolienne que celle de courants fluviaux ou marins.

Dans ce but et conformément à l'invention, il est proposé un dispositif destiné à être placé dans un fluide en mouvement selon une première direction afin de produire une force portante selon

une deuxième direction transversale par rapport à cette première direction, ce dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend un corps allongé présentant en section droite selon la première direction un profil épais arrondi et symétrique par rapport à un axe prévu pour être orienté selon un angle d'incidence donné par rapport à la première direction, des moyens pour créer d'importantes dépressions à la surface du corps, du côté déterminé par la deuxième direction et des moyens pour fixer la séparation des écoulements fluides d'extrados et d'intrados ainsi créés à l'extérieur du corps sur l'arrière ou bord de fuite dudit profil, du côté opposé à la deuxième direction.

Grâce à un tel dispositif et à titre d'exemple, on notera que lorsque le corps est constitué par un cylindre circulaire définissant une surface de référence ou surface portante de  $120 \text{ m}^2$ , il est possible en utilisant pour créer la dépression un moteur d'appoint de 90 CV et par un vent de 12 m/s (24 noeuds) d'assurer la propulsion d'un navire à une vitesse maximum de 14 noeuds dans le cas le plus favorable où l'angle  $\alpha$  fait par la direction selon laquelle se déplace le bateau par rapport à la direction de l'écoulement fluide est d'environ  $60^\circ$ . En comparaison, pour produire les mêmes résultats, une voile devrait présenter une surface d'environ  $1100 \text{ m}^2$ , ce qui conduirait à accroître de façon considérable l'encombrement du bateau ainsi que le nombre de personnes ou systèmes nécessaires pour assurer la manœuvre. Afin d'illustrer l'économie d'énergie réalisée grâce au dispositif selon l'invention, on notera également que les performances qui viennent d'être indiquées dans le cas du dispositif selon l'invention nécessiteraient pour un navire équipé de moyens

de propulsion classiques un moteur d'environ 1200 CV. Enfin, il est clair que l'utilisation d'un dispositif restant pratiquement immobile par rapport au navire permet d'éliminer tous les problèmes mécaniques inhérents aux dispositifs à cylindre tournant utilisant l'effet Magnus.

Selon une caractéristique préférée de l'invention, des moyens sont prévus pour orienter automatiquement l'axe de symétrie défini par le profil du corps par rapport à la direction du fluide en mouvement.

Le profil du corps allongé selon l'invention peut être selon le cas soit circulaire, l'angle d'incidence étant alors nul, soit semi-circulaire pour le bord de fuite et allongé pour le bord d'attaque, l'angle d'incidence étant alors orienté dans le sens de la force portante par rapport à la direction du fluide en mouvement afin d'accroître la valeur de cette force portante.

Les moyens pour créer une dépression peuvent comprendre selon le cas, en combinaison ou séparément des moyens pour aspirer le fluide vers l'intérieur du corps et des moyens pour souffler le fluide selon une direction sensiblement tangentielle par rapport au corps dans le sens de l'écoulement de fluide d'extrados.

De façon comparable, les moyens pour séparer les écoulements fluides d'extrados et d'intrados peuvent comprendre soit un volet disposé en saillie par rapport au corps, soit des moyens de soufflage du fluide à l'extérieur du corps, placés dans l'écoulement fluide d'extrados et inclinés dans le sens de cet écoulement. Les volets sont droits ou incurvés, et des moyens de soufflage radial, incliné ou tangentiel peuvent alors leur être associés afin

d'accélérer l'écoulement fluide d'extrados à proximité du volet.

Afin d'autoriser une inversion du sens de la force portante, ces différents organes peuvent être soit réalisés en deux exemplaires <sup>l'un s'effaçant quand l'autre est utilisé,</sup> placés symétriquement par rapport à l'axe de symétrie défini par le corps, soit réalisés en un seul exemplaire et susceptibles de se déplacer par rapport à ce dernier de part et d'autre de son axe de symétrie.

Conformément à une autre caractéristique de l'invention, un flasque est monté de préférence à chacune des extrémités du corps pour limiter les effets défavorables des tourbillons marginaux.

Afin d'accroître encore l'efficacité du dispositif, chacun des flasques peut comprendre une partie circulaire entraînée en rotation dans le sens de l'écoulement fluide d'extrados ou être muni de moyens d'aspiration ou de moyens de soufflage tangentiel, normal ou incliné par rapport à la surface du flasque.

On décrira maintenant, à titre d'exemple non limitatif, différentes variantes de réalisation de l'invention en se référant aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1, déjà décrite, montre de façon schématique l'effort de traction  $\vec{T}$  auquel est soumis un dispositif placé au point M et se déplaçant dans une direction  $\alpha$ , ce dispositif créant une force portante  $\vec{P}$  et une force de traînée  $\vec{R}$  lorsqu'il est placé dans un écoulement fluide de vitesse  $\vec{V}$ ,

- les figures 2a à 2j illustrent de façon schématique, en section droite, différentes variantes de réalisation du dispositif selon l'invention dans le cas où ce dispositif comprend un corps de profil circulaire,

- les figures 3a à 3c illustrent de façon schématique trois modes de réalisation possibles des moyens d'aspiration utilisés dans les variantes de réalisation de l'invention représentées sur les figures 2a à 2e, 2i et 2j,
- 5 - les figures 4a à 4c illustrent de façon schématique trois modes de réalisation possibles des volets utilisés dans les variantes de réalisation de l'invention représentées sur les figures 2a à 2h,
- 10 - les figures 5a et 5b illustrent de façon schématique deux modes de réalisation possibles des moyens de soufflage radial ou tangentiel utilisés dans les variantes de réalisation représentées sur les figures 2b à 2j,
- 15 - les figures 6a et 6b illustrent de façon schématique un autre mode de réalisation des moyens de soufflage utilisés dans les variantes de réalisation de l'invention des figures 2b à 2j, ce mode de réalisation pouvant être utilisé indifféremment
- 20 comme l'illustrent ces deux figures pour effectuer un soufflage tangentiel, radial ou incliné et produisant de plus dans le premier cas un effet de trompe accélérant encore la couche limite du fluide voisine du corps,
- 25 - la figure 7 illustre de façon schématique, en section droite, une autre variante de réalisation de l'invention dans laquelle le profil du corps n'est plus circulaire mais allongé du côté du bord d'attaque, l'axe de symétrie de ce profil étant
- 30 incliné d'un angle d'incidence  $i$  par rapport à la direction de la vitesse  $\vec{V}$  d'écoulement du fluide,
- les figures 8a à 8e illustrent de façon schématique différentes variantes de réalisation des flasques qui sont placés de préférence aux extrémités du corps du dispositif selon l'invention, lorsque le profil de ce corps est circulaire,

- la figure 9 illustre de façon schématique une variante de réalisation des flasques placés aux extrémités du corps du dispositif, lorsque le profil de ce corps est du type de celui qui est  
5 représenté sur la figure 7, et

- la figure 10 illustre de façon schématique l'implantation de deux dispositifs réalisés conformément à l'invention sur un navire.

Comme on l'a déjà indiqué, l'invention  
10 consiste à placer dans un écoulement fluide animé d'une vitesse  $\vec{V}$  un corps 10 présentant en section droite dans la direction de cet écoulement un profil circulaire dans les variantes de réalisation représentées sur les figures 2a à 2j, ce dispositif comprenant de plus des moyens 12 pour créer une dépression à la surface du corps 10 sur le bord de fuite de son profil circulaire, du côté 10a vers lequel on désire créer une force portante  $P$ , c'est-à-dire vers le haut si l'on se réfère au schéma de la figure 1,  
15 et des moyens 14 pour séparer les écoulements fluides d'extrados 11 et d'intrados 13 (figure 2a) définis à l'extérieur du corps 10 par les moyens 12, ces moyens 14 étant également placés sur le bord de fuite, mais du côté 10d de ce dernier opposé à la force portante  $P$ , c'est-à-dire vers le bas dans le cas du schéma de la figure 1. En d'autres termes, si l'on  
20 considère que la vitesse  $\vec{V}$  du fluide définit un premier axe horizontal orienté XX' allant de la gauche vers la droite sur les figures 2a à 2j et si l'on considère que la force portante  $P$  que l'on désire produire définit un second axe orienté YY' orthogonal au premier et dirigé du bas vers le haut dans le cas du schéma de la figure 1, on peut définir sur le profil circulaire du corps 10 un premier quadrant 10a  
25 dans lequel se trouve créée la dépression formée par  
30  
35

les moyens 12, un deuxième quadrant 10b, un troisième quadrant 10c qui forme avec le quadrant 10b le bord d'attaque du profil circulaire, et un quatrième quadrant 10d dans lequel se trouvent les moyens 14 pour séparer les écoulements fluides d'extrados 11 et d'intrados 13 et qui définit avec le premier quadrant 10a le bord de fuite de ce profil circulaire.

Conformément à l'invention, on a observé qu'un tel dispositif permet, pour une dépense d'énergie très minime, de produire des coefficients Cz compris entre 7 et 10 pour des coefficients Cx voisins de 1, ce qui constitue un avantage économique évident.

Dans la variante de réalisation représentée sur la figure 2a, on voit que les moyens 12 pour créer une dépression dans le premier quadrant 10a sont constitués par des moyens 12a pour aspirer le fluide vers l'intérieur du corps 10 sur une zone d'aspiration définie par un angle  $\beta$ , alors que les moyens 14 pour séparer les écoulements fluides d'extrados 11 et d'intrados 13 sont constitués par un volet rigide 14a plan et disposé sensiblement radialement par rapport au corps 10 à l'extérieur de ce dernier.

La variante de réalisation de la figure 2b comprend également des moyens pour former une dépression constitués par des moyens d'aspiration 12a et un volet radial plan 14a assurant la séparation des écoulements fluides d'extrados 11 et d'intrados 13. Toutefois, cette variante se distingue de la précédente par le fait qu'en plus du volet 14a, les moyens 14 pour séparer les écoulements fluides d'extrados et d'intrados comprennent des moyens représentés schématiquement par la flèche 14b pour souffler le fluide à l'extérieur du corps 10 selon une direction sensiblement radiale par rapport à ce

dernier, à proximité du volet 14a et du côté de l'écoulement fluide d'extrados par rapport à ce dernier.

La variante de réalisation de la figure 2c  
5 diffère de la variante de la figure 2b uniquement par la configuration des moyens 14 pour séparer les écoulements fluides d'extrados et d'intrados. Ainsi, au lieu que ces moyens soient constitués par un volet plan radial 14a et par des moyens de soufflage radial 14b, ils comprennent un volet 14'a incurvé de façon à présenter sa face concave du côté de l'écoulement fluide d'extrados et des moyens représentés par la flèche 14'b pour souffler le fluide à l'extérieur du corps 10 selon une direction sensiblement tangentielle par rapport à ce dernier, ces moyens étant placés du côté de l'écoulement fluide d'extrados par rapport au volet 14'a et agissant dans le sens de cet écoulement.

La variante de réalisation représentée  
20 sur la figure 2d, reprend tous les éléments de la variante représentée sur la figure 2a, les moyens 12 pour créer une dépression dans le premier quadrant 10a comprenant de plus des moyens de soufflage tangentiels 12b, représentés schématiquement par une flèche, qui agissent entre les moyens d'aspiration 12a  
25 et le volet 14a dans le sens de l'écoulement fluide d'extrados.

La variante de réalisation de la figure 2e  
30 constitue une combinaison des variantes de réalisation des figures 2b et 2d. Ainsi, on voit sur la figure 2e que les moyens pour créer une dépression dans le premier quadrant 10a comprennent à la fois des moyens d'aspiration 12a et des moyens de soufflage 12b agissant selon une direction sensiblement tangentielle par rapport au corps 10 dans le sens de

l'écoulement fluide d'extrados, alors que les moyens 14 pour assurer la séparation des écoulements fluides d'extrados et d'intrados sur le bord de fuite comprennent à la fois un volet plan sensiblement radial 14a et des moyens 14b de soufflage du fluide à l'extérieur du corps 10 agissant selon une direction sensiblement radiale à proximité du volet 14a et du côté de l'écoulement fluide d'extrados par rapport à ce dernier.

Bien entendu, on comprendra que les variantes de réalisation des figures 2c et 2d pourraient être combinées de façon comparable et que plusieurs moyens de soufflage tangentiels du type des moyens 12b pourraient être placés entre les moyens d'aspiration 12a et le volet 14a ou 14'a.

Comme dans la variante de réalisation de la figure 2a, dans la variante de la figure 2f, les moyens 14 pour séparer les écoulements fluides d'extrados et d'intrados sont constitués par un volet 14a plan et disposé sensiblement radialement par rapport au corps 10. Toutefois, cette variante de réalisation diffère de la variante de la figure 2a par le fait que les moyens 12 pour créer une dépression ne sont plus constitués par des moyens d'aspiration 12a, mais par des moyens de soufflage 12b qui rejettent le fluide à l'extérieur du corps 10 sensiblement tangentiellement par rapport à ce dernier dans le sens de l'écoulement fluide d'extrados.

La variante de réalisation de la figure 2g combine les variantes des figures 2b et 2f. En effet, la dépression dans le premier quadrant est obtenue grâce à des moyens de soufflage tangentiels 12b alors que la séparation des écoulements fluides d'extrados et d'intrados est obtenue à la fois au moyen d'un volet rigide plan et sensiblement radial

14a et de moyens de soufflage 14b agissant sensiblement radialement à proximité du volet 14a et du côté de l'écoulement fluide d'extrados par rapport à ce dernier.

5 De façon comparable, la variante de réalisation de la figure 2h résulte d'une combinaison des variantes de la figure 2f et de la figure 2c. Ainsi, les moyens 12 pour créer une dépression dans le premier quadrant sont constitués comme dans les deux variantes des figures 2f et 2g par des moyens de soufflage tangentiels 12b alors que les moyens pour séparer les écoulements fluides d'extrados et d'intrados sont constitués par un volet incurvé 14'a dont la face concave est placée du côté de l'écoulement fluide d'extrados et par des moyens de soufflage 14'b agissant selon une direction sensiblement tangentielle au voisinage du volet 14'a, du côté de l'écoulement fluide d'extrados et dans le sens de cet écoulement.

10

15

20 Sur les figures 2i et 2j, on a à nouveau représenté deux variantes de réalisation de l'invention selon lesquelles les moyens pour créer une dépression sont constitués par des moyens d'aspiration 12a comme dans les variantes des figures 2a à 2e. Toutefois, ces deux variantes diffèrent des précédentes par le fait que les moyens pour séparer les écoulements fluides d'extrados et d'intrados ne comprennent pas de volet mais seulement des moyens de soufflage 14c qui agissent dans le quatrième quadrant selon une direction sensiblement tangentielle par rapport au corps 10 dans l'écoulement fluide d'extrados et dans le sens de cet écoulement. La variante de la figure 2j diffère de la variante de la figure 2i par le fait que des moyens de soufflage tangentiels 12b ont été placés entre les moyens

25

30

35

d'aspiration 12a et les moyens de soufflage 14c afin d'accroître la dépression dans le premier quadrant comme dans les variantes des figures 2d et 2e.

5 Bien entendu, les différentes variantes de réalisation qui viennent d'être exposées de façon schématique ne sont pas limitatives et peuvent notamment être combinées.

10 On a représenté à titre d'exemple sur les figures 3a à 3c, trois modes de réalisation des moyens d'aspiration qui peuvent être utilisés conformément à l'invention. Rappelons que ces moyens d'aspiration doivent avoir pour effet de créer une dépression soit dans le premier quadrant 10a, soit dans le quatrième quadrant 10d, selon la direction que 15 l'on souhaite donner à la force portante P. Ils permettent d'éviter le décollement des filets fluides, créant ainsi l'écoulement fluide d'extrados, et empêchent la formation d'un sillage.

20 A cet effet, on voit sur les figures 3a et 3b que le corps 10 peut comprendre une enveloppe 10<sup>"</sup>a perméable au fluide et une enveloppe imperméable 10<sup>"</sup>b, cette dernière présentant sur une partie de sa circonférence une encoche 16 dont la largeur détermine l'angle d'aspiration  $\beta$  (voir figure 2a). Dans 25 le mode de réalisation de la figure 3a, l'enveloppe perméable 10<sup>"</sup>a est placée à l'extérieur de l'enveloppe imperméable 10<sup>"</sup>b, alors que la situation est inversée dans le mode de réalisation de la figure 3b. L'enveloppe perméable 10<sup>"</sup>a est constituée par une 30 paroi poreuse ou perforée ou par un système de maille, un grillage, des fentes, etc... La zone d'aspiration  $\beta$  se trouve de préférence située dans le premier quadrant mais peut accessoirement déborder dans le quatrième quadrant jusqu'au volet 14a et dans 35 le deuxième quadrant (au maximum de 20°). Bien enten-

du, la situation doit être inversée lorsqu'on souhaite inverser le sens de la force portante. A cet effet, on peut prévoir de rendre orientable le cylindre imperméable au fluide 10<sup>"</sup>b de façon à pouvoir déplacer l'encoche 16 du premier quadrant dans le quatrième quadrant.

La variante de réalisation de la figure 3c constitue un perfectionnement des variantes de réalisation des figures 3a et 3b autorisant un réglage de l'angle  $\beta$  en cours de fonctionnement. A cet effet, l'enveloppe 10b imperméable au fluide est constituée en réalité par deux enveloppes 10<sup>'</sup>b et 10<sup>"</sup>b dont l'une au moins est orientable. Ainsi, si l'enveloppe 10<sup>'</sup>b est symétrique par rapport à l'axe XX', un simple déplacement de l'enveloppe 10<sup>"</sup>b permet à la fois de moduler la largeur de l'encoche 16 et de faire passer cette encoche du premier quadrant dans le quatrième quadrant et inversement.

Sur la figure 4, on a représenté trois variantes de réalisation de volets plan ou incurvé susceptibles d'être utilisés dans les variantes de réalisation des figures 2a à 2h. Rappelons que ce volet est placé dans le quatrième quadrant 10d pour séparer les écoulements d'extrados 11 et d'intrados 13.

On voit sur la figure 4a que le dispositif selon l'invention peut comprendre deux volets plans radiaux 14a disposés symétriquement par rapport à l'axe XX' défini par la vitesse V de déplacement du fluide. Comme on le voit sur cette figure, les volets 14a peuvent se rétracter à l'intérieur de fentes radiales 18 formées dans le corps 10 afin de s'effacer complètement par rapport au profil de ce dernier. Plus précisément, lorsque l'un des volets 14a est sorti, l'autre volet est rétracté et inversement.

La figure 4b représente une variante de réalisation des volets incurvés 14'a selon laquelle, comme dans la variante précédente, deux volets 14'a sont placés symétriquement par rapport à l'axe XX', ces volets étant articulés sur le corps 10 selon une génératrice 20 de ce dernier de façon à pouvoir être rabattus sur le corps 10, leur forme étant telle qu'elle épouse alors étroitement le profil de ce dernier afin de ne pas entraver la circulation du fluide. Comme dans la variante de la figure 4a, l'un des volets 14'a est rabattu sur le corps 10 alors que l'autre est placé en position active, et inversement, selon le sens que l'on désire donner à la force portante P.

La figure 4c montre une autre variante de réalisation d'un volet plan radial 14a selon laquelle un seul volet est monté sur le corps 10. Ce volet 14a est susceptible de se déplacer autour de l'axe du corps 10, de telle sorte qu'il peut être réglé angulairement et peut se déplacer entre le quatrième quadrant et le premier quadrant selon le sens que l'on désire donner à la force portante.

Bien entendu, les volets 14a et 14'a peuvent être réalisés de façon différente, deux volets gonflables pouvant notamment être placés symétriquement par rapport à l'axe XX', ces volets étant gonflés alternativement selon le sens de la force portante créée par le dispositif.

Les moyens de soufflage radial 14b (figures 2b, 2e et 2g) ou pseudo-radial agissent comme un volet fluide entre les écoulements fluides d'extrados et d'intrados tout en accélérant l'écoulement fluide d'extrados. Le soufflage tangentiel 12b, 14'b (figures 2c à 2j) ou pseudo-tangentiel entraîne les filets fluides qui ont perdu leur énergie par frot-

tement sur la paroi du corps 10 et entraîne les autres filets fluides par effet induit.

On voit sur les figures 5a et 5b que ces moyens de soufflage radial ou tangentiel peuvent comprendre un conduit convergent 22 alimenté à partir d'une chambre 24 à plus haute pression que celle du fluide extérieur et débouchant à l'extérieur du corps 10 par une fente 26. Bien entendu, lorsqu'il s'agit d'un soufflage radial (figure 5a), le conduit 22 ainsi que la fente 26 présentent une symétrie radiale alors que, lorsqu'il s'agit d'obtenir un jet tangentiel, le canal 22' et la fente 26' sont incurvés comme l'illustre la figure 5b.

On remarquera qu'un soufflage tangentiel peut également être obtenu en utilisant l'un des volets incurvés 14'a représenté sur la figure 4b, ce volet étant légèrement entr'ouvert afin de définir avec le corps 10 une fente au travers de laquelle peut être soufflé le fluide.

Sur les figures 6a et 6b on a représenté une autre variante des moyens de soufflage comprenant un organe à profil creux 28 définissant à l'intérieur une chambre de surpression 30 convergeant vers une fente de sortie 32 par laquelle débouche le fluide. Cet organe creux 28 est placé à l'extérieur du corps 10 et il est de préférence orientable autour d'un axe de pivotement 34 permettant de diriger le jet tangentiellement au corps 10 (figure 6a), radialement par rapport à ce dernier (figure 6b) ou selon toute autre direction. Comme le montre la figure 6a, l'organe 30 formant rampe de soufflage est placé à proximité de la surface du corps 10, mais définit un léger jeu avec ce dernier, la dimension de ce jeu étant de préférence voisine de l'épaisseur de la

couche limite du fluide circulant autour du corps  
10. En raison du profil convergent de l'organe 28  
vers la fente 32, cette disposition a pour effet de  
réaliser entre cet organe 28 et la surface du corps  
5 10 un effet de trompe qui s'ajoute à l'effet produit  
par le soufflage pour accélérer la couche limite du  
fluide.

Bien entendu, le dispositif représenté  
sur les figures 6a et 6b peut être combiné avec le  
10 dispositif représenté sur la figure 4c pour permet-  
tre en plus de l'orientation de l'organe de souffla-  
ge 28 un déplacement de ce dernier à la surface du  
corps 10. On conçoit que grâce à ces différentes  
15 caractéristiques, un tel organe peut remplir toutes  
les fonctions de soufflage apparaissant sur les dif-  
férentes variantes de réalisation de l'invention des  
figures 2b à 2j.

La figure 7 montre que la présente inven-  
tion n'est pas limitée au cas où le dispositif com-  
prend un corps présentant en section droite un pro-  
fil circulaire, mais s'applique à tout corps allongé  
présentant en section droite un profil épais, arron-  
di et symétrique par rapport à un axe XX'. Ainsi, on  
voit à titre d'exemple sur cette figure que le pro-  
fil de ce corps peut présenter un bord d'attaque  
25 allongé et un bord de fuite semi-circulaire. Si l'on  
appelle  $e$  l'épaisseur ou maître-couple et  $l$  la lon-  
gueur ou corde du profil, on notera que le rapport  $\frac{e}{l}$   
est de préférence compris entre 20% et 100%. On voit  
30 qu'en utilisant un tel profil, il est possible  
d'augmenter la force portante  $P$  en inclinant l'axe  
XX' de symétrie du profil d'un angle d'incidence  $i$   
dans le sens que l'on désire donner à cette force  
portante par rapport à la vitesse  $\vec{V}$  du fluide. Tou-  
tefois, cet angle d'incidence  $i$  ne doit pas dépasser

certaines limites (i compris entre 5° et 20° selon le rapport  $\frac{L}{D}$ ) si l'on désire maintenir la dépense d'énergie à un niveau raisonnable.

Bien entendu, on a représenté sur la figure 7 un dispositif équipé à la fois de moyens d'aspiration 12a et d'un volet radial rigide 14a comme dans le cas de la figure 2a pour un profil circulaire, mais il va de soi que toutes les variantes de réalisation des figures 2b à 2j peuvent également s'appliquer à un profil non circulaire.

En pratique, un profil du type de celui de la figure 7 peut être obtenu très simplement en équipant un corps à profil circulaire d'un carénage définissant le bord d'attaque du profil.

Les corps utilisés selon la présente invention et présentant en section droite des profils circulaires ou symétriques ont nécessairement une longueur ou envergure limitée, qui est de préférence au moins égale à six fois le diamètre dans le cas d'un corps à section circulaire. Cette limitation de la longueur a pour double effet une diminution du coefficient  $C_x$ , et donc de la portance, ainsi que l'apparition d'une résistance supplémentaire dite résistance induite qui est directement proportionnelle au carré de ce coefficient.

Afin de réduire ces effets qui sont d'autant plus défavorables dans le cas de la présente invention que les coefficients  $C_x$  obtenus sont élevés (supérieurs à trois), il est proposé de disposer aux extrémités du corps 10 des plaques de garde ou flasques circulaires 36 d'un diamètre supérieur à celui de ce dernier, comme l'illustrent les figures 8a à 8e. Ces flasques 36 ont pour effet d'augmenter l'allongement effectif et ainsi de diminuer la résistance induite tout en empêchant que la répartition de la force de portance ne s'annule aux extré-

mités du corps 10.

Toutefois, l'efficacité de ces flasques se trouve réduite par le fait que le fluide qui contourne le corps 10 à l'extrados est ralenti par frottement contre ces flasques. En vue de rétablir au niveau des extrémités du corps 10 un écoulement analogue à celui des régions médianes de ce dernier, on propose en se référant aux figures 8a à 8e différentes variantes de réalisation possibles, dans le cas où le corps 10 présente en section droite un profil circulaire.

Ainsi, dans le cas de la figure 8a, on voit que les flasques 36 sont solidaires d'un arbre 38 reçu dans des paliers 40, de sorte qu'ils sont entraînés en rotation par des moyens connus (non représentés) dans le sens de l'écoulement fluide d'extrados, à des vitesses périphériques nettement supérieures à celle de l'écoulement fluide loin à l'extérieur du corps 10.

Dans les variantes des figures 8b à 8e, les flasques 36 sont rendus solidaires du corps 10.

Ainsi, comme l'illustre la figure 8b, le même effet peut être obtenu en effectuant à partir de chacun des flasques 36 et au travers d'une fente radiale 42 un soufflage tangentiel par rapport aux flasques, du côté du corps 10. Comme le soufflage tangentiel 12b sur les figures 2d et 2e, ce soufflage est effectué dans le sens de l'écoulement fluide d'extrados et à l'intérieur de cet écoulement.

La variante de réalisation de la figure 8c concerne le cas où le soufflage tangentiel est effectué au moyen d'un organe 44 porté par le flasque 36 et disposé radialement par rapport à ce dernier, l'organe 44 présentant un profil creux comparable à celui de l'organe 28 décrit en se référant aux figures 6a et 6b.

Au lieu d'effectuer un soufflage tangentiel par rapport aux flasques 36, on peut aussi comme l'illustre la figure 8d effectuer un soufflage sous forme de jet selon une direction normale par rapport aux flasques 36 et en direction du corps 10, au travers d'une ouverture 46 formée dans chacun des flasques 36. De préférence, ce soufflage est effectué dans l'écoulement fluide d'extrados à proximité du volet 14a ou 14'a afin d'être particulièrement efficace.

Enfin, on voit que la figure 8e que l'amélioration de l'écoulement du fluide le long des flasques 36 peut aussi être obtenue par aspiration du fluide circulant autour du corps 10 au travers d'ouvertures 48 ou de tout autre système perméable approprié formé dans le flasque 36. De préférence, ces ouvertures 48 sont alignées avec la zone d'aspiration  $\beta$  (figure 2a) prévue dans le corps 10.

Bien entendu, les différentes solutions représentées sur les figures 8b à 8e peuvent éventuellement être combinées.

Bien que les figures 8a à 8e aient été représentées dans le cas où le corps 10 présente en section droite un profil circulaire, il va de soi que ces différentes solutions s'appliquent également à un profil du type de celui de la figure 7.

Dans ce cas, la forme du flasque est adaptée à la forme du profil de telle sorte que le flasque dépasse sur une largeur donnée tout autour du profil. Dans le cas du flasque tournant représenté sur la figure 8a, on remarquera simplement comme l'illustre la figure 9 que le flasque 36 doit alors être réalisé en au moins deux parties 36a et 36b, ces parties étant complémentaires et seule la partie 36b qui présente une configuration circulaire et qui

est placée du côté du bord de fuite est entraînée en rotation.

Bien entendu, les moyens d'aspiration et de soufflage décrits précédemment aussi bien au niveau du corps 10 qu'au niveau des flasques 36 peuvent être déterminés avantageusement de telle sorte que le débit d'aspiration soit égal au débit de soufflage, ce qui permet d'utiliser une seule machine aspirante-soufflante pour l'ensemble du dispositif. Ainsi, et de façon non limitative, on pourra combiner avantageusement la variante de réalisation de la figure 2a utilisant uniquement des moyens d'aspiration avec l'une des variantes de réalisation des figures 8b à 8d utilisant des moyens de soufflage.

Comme on l'a déjà indiqué, le dispositif selon l'invention peut être utilisé aussi bien pour commander le déplacement d'un mobile tel qu'un navire que pour créer de l'énergie notamment électrique en l'utilisant pour entraîner un alternateur.

A titre d'illustration, on a représenté sur la figure 10 un bateau 50 équipé de deux dispositifs 52 réalisés conformément à l'invention. Dans la variante représentée, ces dispositifs sont constitués par des cylindres à axe vertical constituant les corps 10, ces cylindres étant munis à chacune de leurs extrémités d'un flasque 36. On notera aussi que les dispositifs 52 sont placés de préférence sur une plate-forme 54 qui porte les systèmes représentés sur les figures 8a à 8e associés aux flasques inférieurs 36. De plus, cette plate-forme 54 permet aux dispositifs 52 de bénéficier d'un effet d'image qui double pratiquement l'allongement géométrique des corps 10, ce qui permet de réduire d'autant la résistance induite.

Bien entendu, dans une telle application comme dans la plupart des autres applications, il est utile de prévoir des moyens permettant de déterminer l'orientation du vent ou de tout autre fluide dont on utilise le déplacement, ces moyens de détection agissant de façon connue en soi par l'intermédiaire d'un asservissement pour orienter l'axe XX' du corps 10 selon la direction du fluide en déplacement lorsque ce corps présente en section droite un profil circulaire, ou selon un angle d'incidence i donné par rapport à cette direction lorsque son profil est plus complexe comme l'illustre notamment la figure 7.

On comprendra que le profil du corps 10 peut varier d'une extrémité à l'autre de celui-ci, le corps 10 pouvant par exemple être tronconique dans le cas d'un corps présentant en section droite un profil circulaire. De même, la localisation des différents systèmes que constituent les moyens d'aspiration, les moyens de soufflage et les volets peut être différente et réglable d'une extrémité à l'autre du corps 10. A cet effet, ce corps peut notamment être divisé en plusieurs tronçons pouvant être orientés indépendamment les uns des autres. Les volets peuvent également être réalisés à l'aide d'un matériau souple pouvant occuper des positions différentes d'une extrémité à l'autre du corps 10.

REVENDICATIONS

1. Dispositif destiné à être placé dans un fluide en mouvement selon une première direction ( $\vec{V}$ ) afin de produire une force portante ( $\vec{P}$ ) selon une deuxième direction transversale par rapport à cette première direction, caractérisé en ce qu'il comprend un corps allongé (10) présentant en section droite selon la première direction un profil épais, arrondi et symétrique par rapport à un axe prévu pour être orienté selon un angle d'incidence (i) donné par rapport à la première direction, des moyens (12) pour créer d'importantes dépressions à la surface du corps du côté (10a) déterminé par la deuxième direction et des moyens (14) pour fixer la séparation des écoulements fluides d'extrados (11) et d'intrados (13) ainsi créés à l'extérieur du corps sur le bord de fuite dudit profil, du côté (10d) opposé à la deuxième direction.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend de plus des moyens pour orienter l'axe de symétrie ( $XX'$ ) défini par le profil du corps selon l'angle d'incidence (i) donné par rapport à la première direction ( $\vec{V}$ ).

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le profil est circulaire et en ce que l'angle d'incidence est nul.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le bord d'attaque du profil est allongé selon son axe de symétrie ( $XX'$ ) et en ce que le bord de fuite est semi-circulaire, l'angle d'incidence (i) étant

orienté selon la deuxième direction par rapport à la première direction (V).

5        5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les moyens (12) pour créer une dépression comprennent des moyens d'aspiration (12a) du fluide vers l'intérieur du corps, dont le centre est placé du côté (10a) du bord de fuite dudit profil déterminé par la deuxième direction.

10      6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que le corps (10) comprend au moins une enveloppe intérieure et une enveloppe extérieure, l'une (10'b) desdites enveloppes étant imperméable au fluide et orientable et présentant en section une encoche (16) déterminant la zone d'aspiration, alors que l'autre enveloppe (10'a) est perméable au fluide.

20      7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que le corps (10) comprend deux enveloppes (10'b, 10''b) imperméables au fluide et orientables indépendamment l'une de l'autre, de façon à permettre le réglage de la largeur de ladite encoche (16).

25      8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens (12) pour créer une dépression comprennent des moyens (12b) de soufflage du fluide à l'extérieur du corps (10) selon une direction sensiblement tangentielle par rapport à ce dernier, ces moyens (12b) étant placés sur le bord de fuite dudit profil et agissant dans le sens de l'écoulement fluide d'extrados (11).

30      9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens (14) pour fixer la séparation des écoulements fluides

d'extrados et d'intrados comprennent au moins un volet (14a, 14'a) susceptible d'être disposé en saillie par rapport au corps (10).

10. Dispositif selon la revendication 9,  
5 caractérisé en ce qu'il comprend deux volets (14a,  
14'a) rigides et mobiles par rapport au corps de  
façon à pouvoir occuper de plus une position inacti-  
ve dans laquelle ils ne modifient pas le profil du  
corps, ces deux volets étant placés symétriquement  
10 par rapport à l'axe (XX') du profil, de telle sorte  
que l'un est en position inactive lorsque l'autre  
est disposé en saillie par rapport au corps, et in-  
versement, selon ladite deuxième direction.

11. Dispositif selon la revendication 10,  
15 caractérisé en ce que les volets (14a) sont sensi-  
blement plans, disposés radialement par rapport au  
corps (10) et rétractables par coulissemement selon ce  
plan dans des fentes (18) formées dans le corps.

12. Dispositif selon la revendication 10,  
20 caractérisé en ce que les volets (14'a) sont incur-  
vés et rabattables sur le corps (10) pour venir  
épouser le profil de ce dernier.

13. Dispositif selon la revendication 9,  
25 caractérisé en ce qu'il comprend deux volets gonfla-  
bles placés symétriquement par rapport à l'axe du  
profil, de telle sorte que l'un est dégonflé lorsque  
l'autre est gonflé, et inversement, selon ladite  
deuxième direction.

14. Dispositif selon la revendication 9,  
30 caractérisé en ce qu'il comprend un seul volet (14a)  
rigide sensiblement plan, disposé radialement par  
rapport au corps et mobile par rapport à ce dernier  
de façon à pouvoir se déplacer d'un côté à l'autre  
de l'axe de symétrie (XX') du profil, sur le bord de  
35 fuite de ce dernier, selon ladite deuxième direc-  
tion.

15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 11, 13 et 14, caractérisé en ce que les moyens (14) pour séparer les écoulements fluides d'extrados et d'intrados comprennent de plus des moyens (14b) de soufflage du fluide à l'extérieur du corps (10) selon une direction sensiblement radiale par rapport à ce dernier, ces moyens de soufflage étant placés au voisinage du volet (14a), du côté de l'écoulement fluide d'extrados (11).

10 16. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que chaque volet (14'a) est incurvé de façon à présenter sa face concave du côté de l'écoulement fluide d'extrados (11) lorsqu'il est disposé en saillie par rapport au corps et en ce que les moyens (14) pour séparer les écoulements fluides d'extrados et d'intrados comprennent de plus des moyens (14'b) de soufflage du fluide à l'extérieur du corps (10), ces moyens de soufflage étant placés au voisinage de chaque volet, du côté de l'écoulement fluide d'extrados et inclinés dans le sens de cet écoulement.

17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens (14) pour séparer les écoulements fluides d'extrados et d'intrados comprennent des moyens (14c) de soufflage du fluide à l'extérieur du corps (10), ces moyens de soufflage étant placés dans l'écoulement fluide d'extrados (11), du côté (10d) du bord de fuite du profil opposé à la deuxième direction, et inclinés dans le sens de l'écoulement fluide d'extrados.

18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un flasque (36) est monté à chacune des extrémités du corps (10).

19. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que chacun des flasques (36) comprend au moins une partie circulaire (36b) et en ce que des moyens sont prévus pour faire tourner cette partie dans le sens de l'écoulement fluide d'extrados (11).

20. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que chacun des flasques (36) est solidaire du corps (10) et comprend, du côté de ce dernier, des moyens (48) d'aspiration du fluide vers l'intérieur du corps, dont le centre est placé du côté du bord de fuite du profil déterminé par la deuxième direction.

21. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que chacun des flasques (36) est solidaire du corps (10) et comprend, du côté de ce dernier, des moyens (42, 44) de soufflage du fluide à l'extérieur du corps, selon une direction sensiblement tangentielle par rapport au flasque, ces moyens étant placés vers le bord de fuite du profil du corps et agissant dans le sens de l'écoulement fluide d'extrados.

22. Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que chacun des flasques (36) est solidaire du corps (10) et comprend, du côté de ce dernier, des moyens (46) de soufflage du fluide à l'extérieur du corps, selon une direction sensiblement normale par rapport au flasque, ces moyens étant placés dans l'écoulement fluide d'extrados, à proximité des moyens (14) pour séparer les écoulements fluides d'extrados et d'intrados.

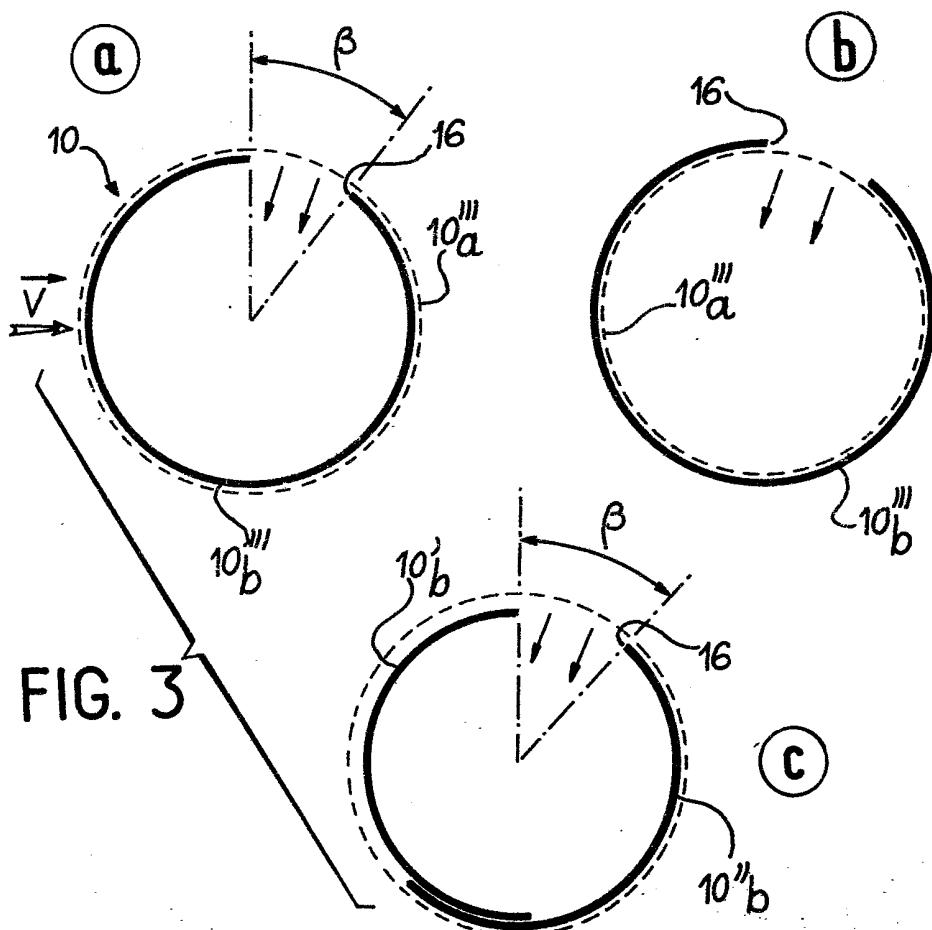
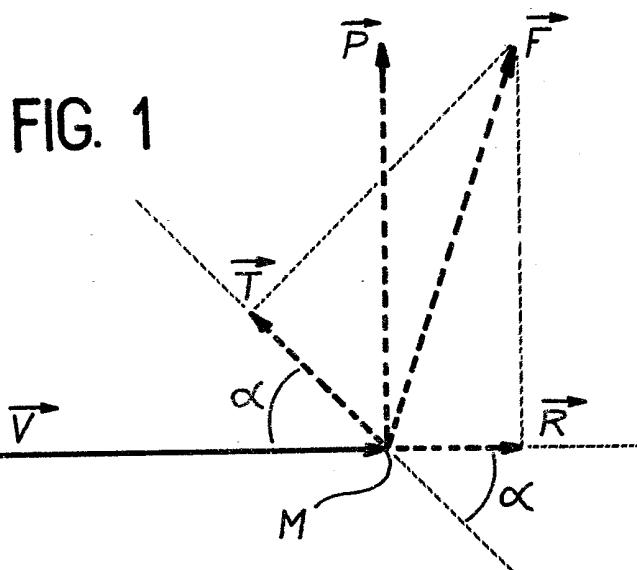
23. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8, 15, 16, 17, 21 et 22, caractérisé en ce que les moyens de soufflage agissent au travers d'au moins une fente (26, 26', 42, 46) formée à la surface du corps (10).

24. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8, 15, 16, 17, 21 et 22, caractérisé en ce que les moyens de soufflage agissent au travers d'une fente formée dans au moins un organe creux (28, 44) dont l'intérieur définit une chambre de surpression (30), ledit organe étant placé à proximité de la surface du corps (10) et séparé de ce dernier par une distance sensiblement égale à l'épaisseur de la couche limite définie par le fluide, de telle sorte que cette couche limite est accélérée par effet de trompe.

25. Dispositif selon la revendication 24, caractérisé en ce que ledit organe (28, 44) est orientable par rapport au corps (10) selon la direction à donner au soufflage.

26. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 24 et 25, caractérisé en ce que ledit organe (28, 44) est mobile par rapport au corps (10) de façon à pouvoir se déplacer le long du bord de fuite du profil.

1/7



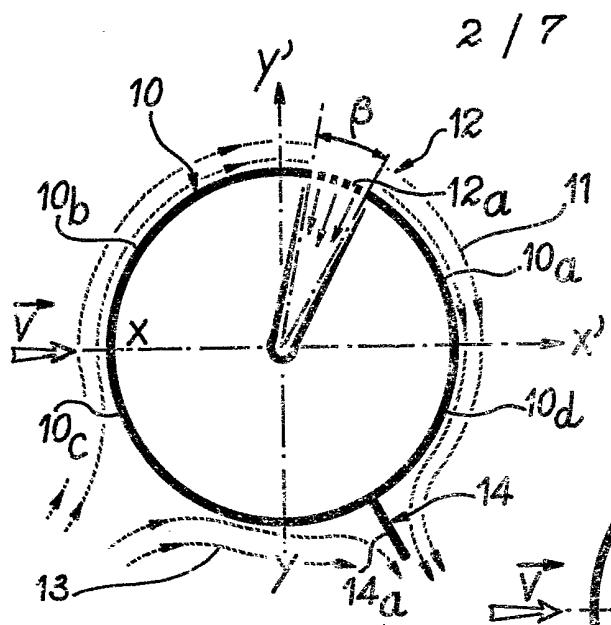
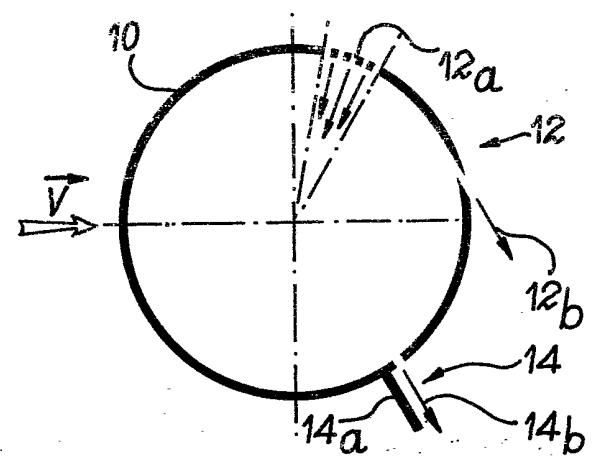
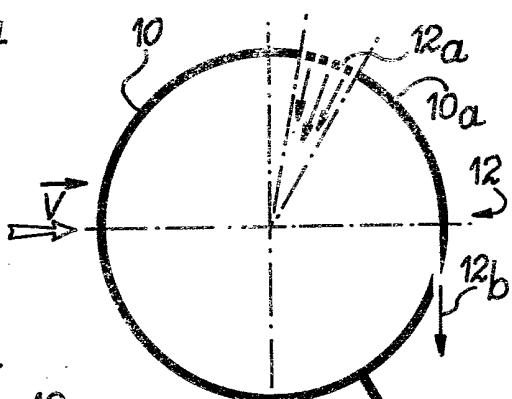
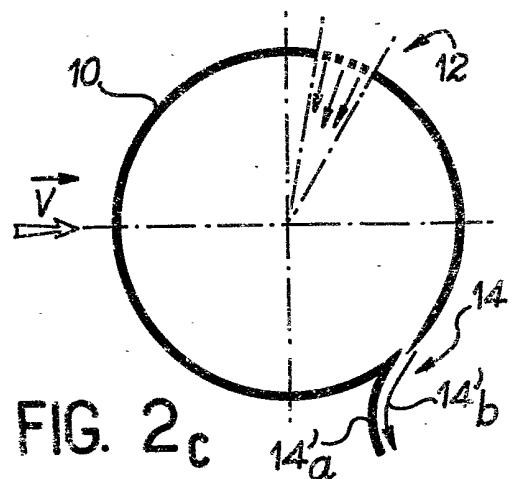
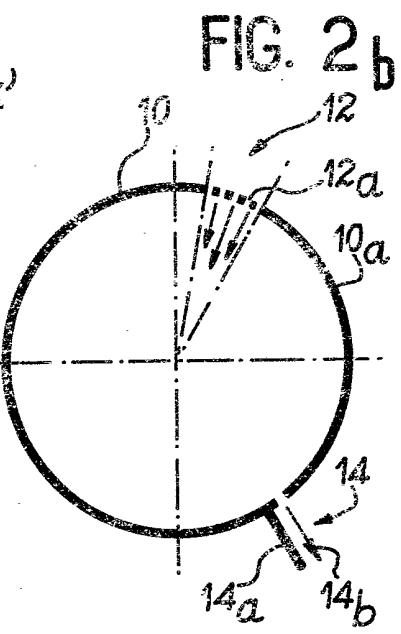


FIG. 2a



3 / 7

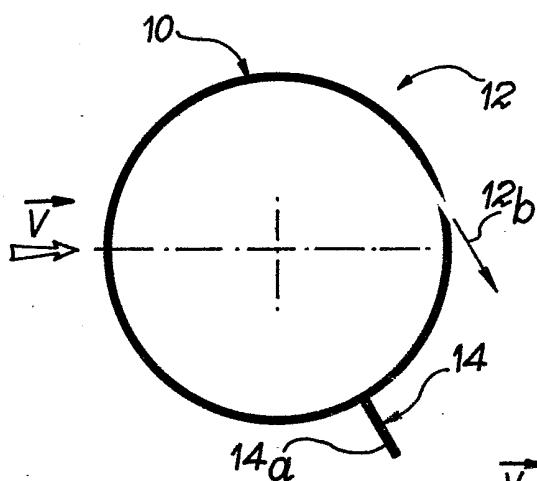
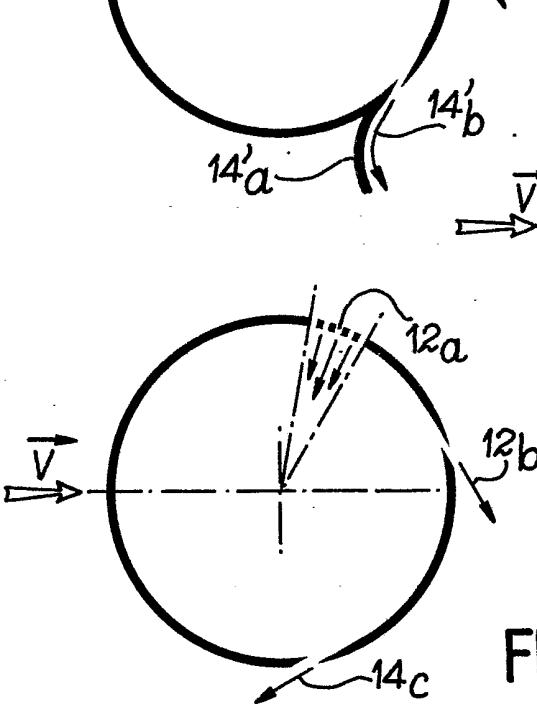
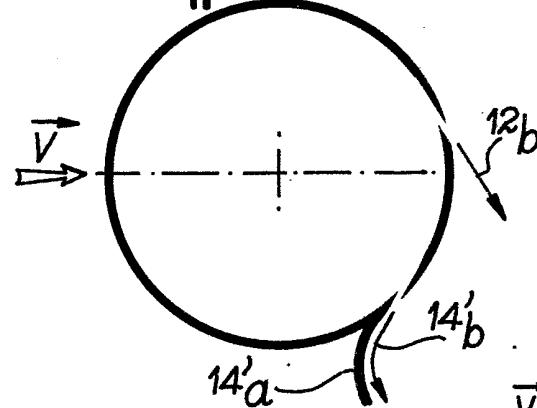
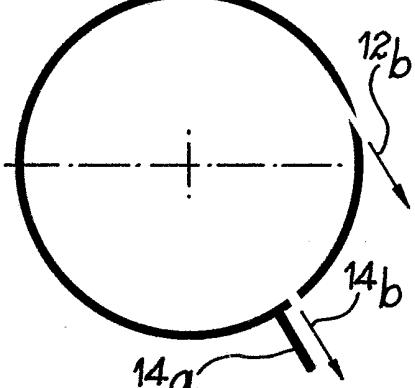
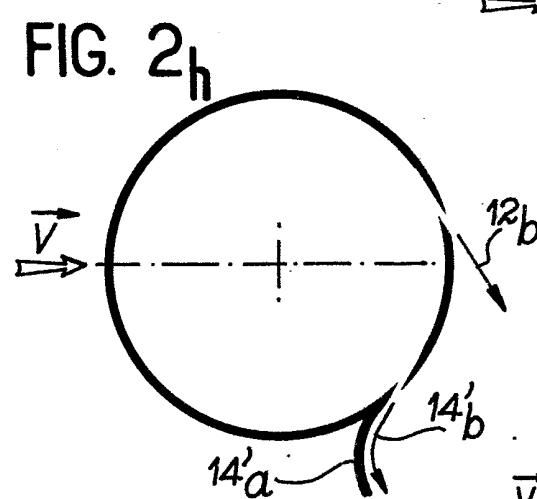
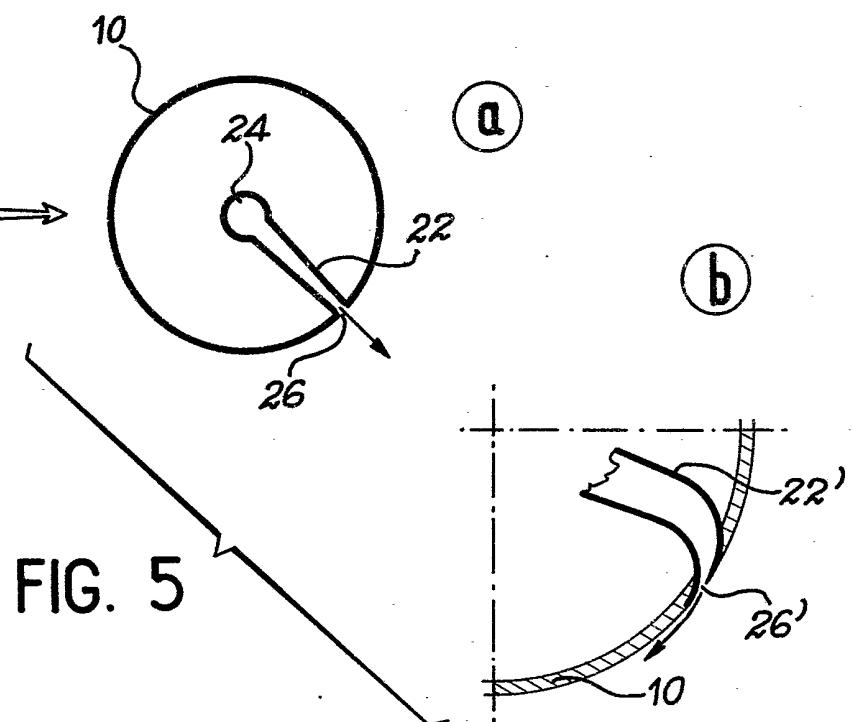
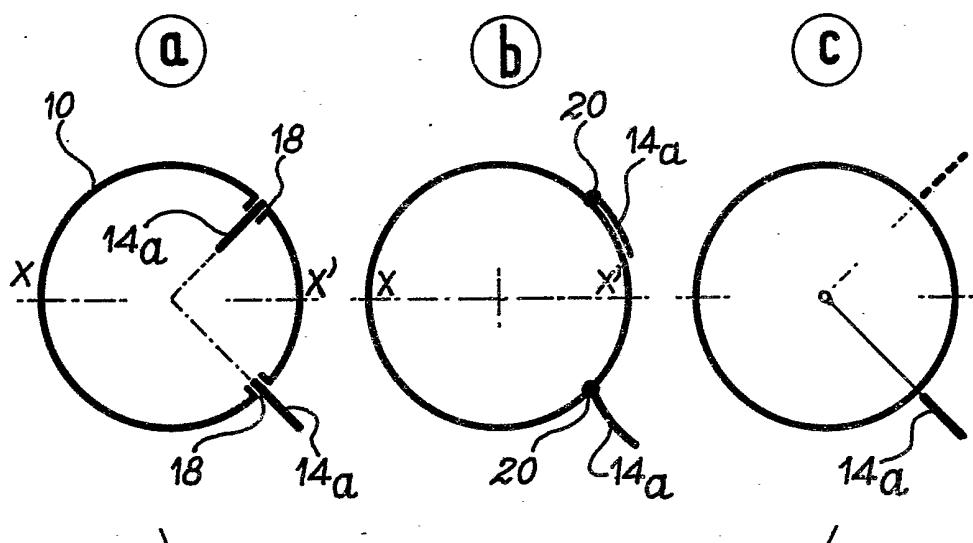


FIG. 2f



4 / 7



5 / 7

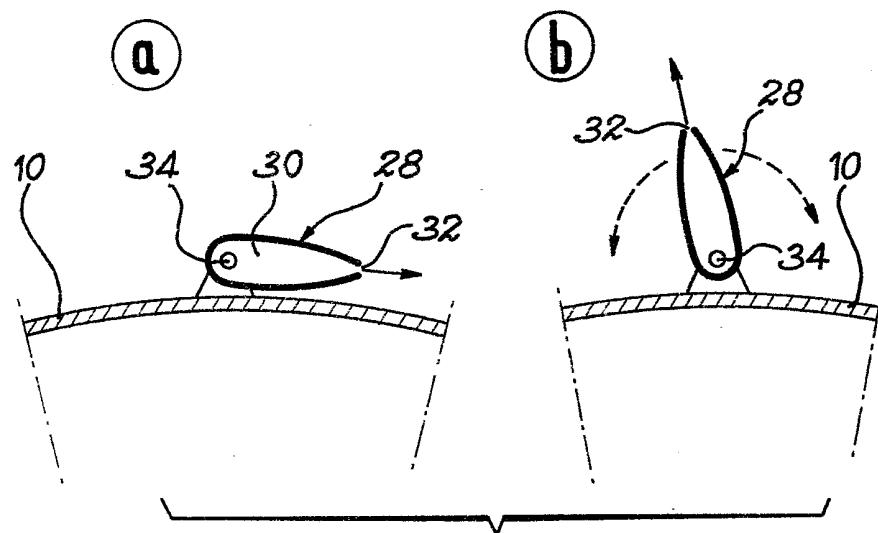


FIG. 6

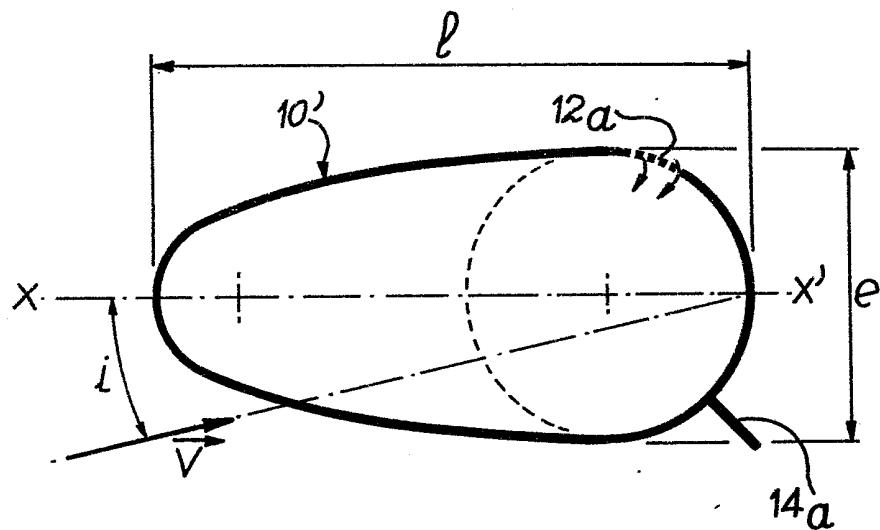


FIG. 7

6 / 7

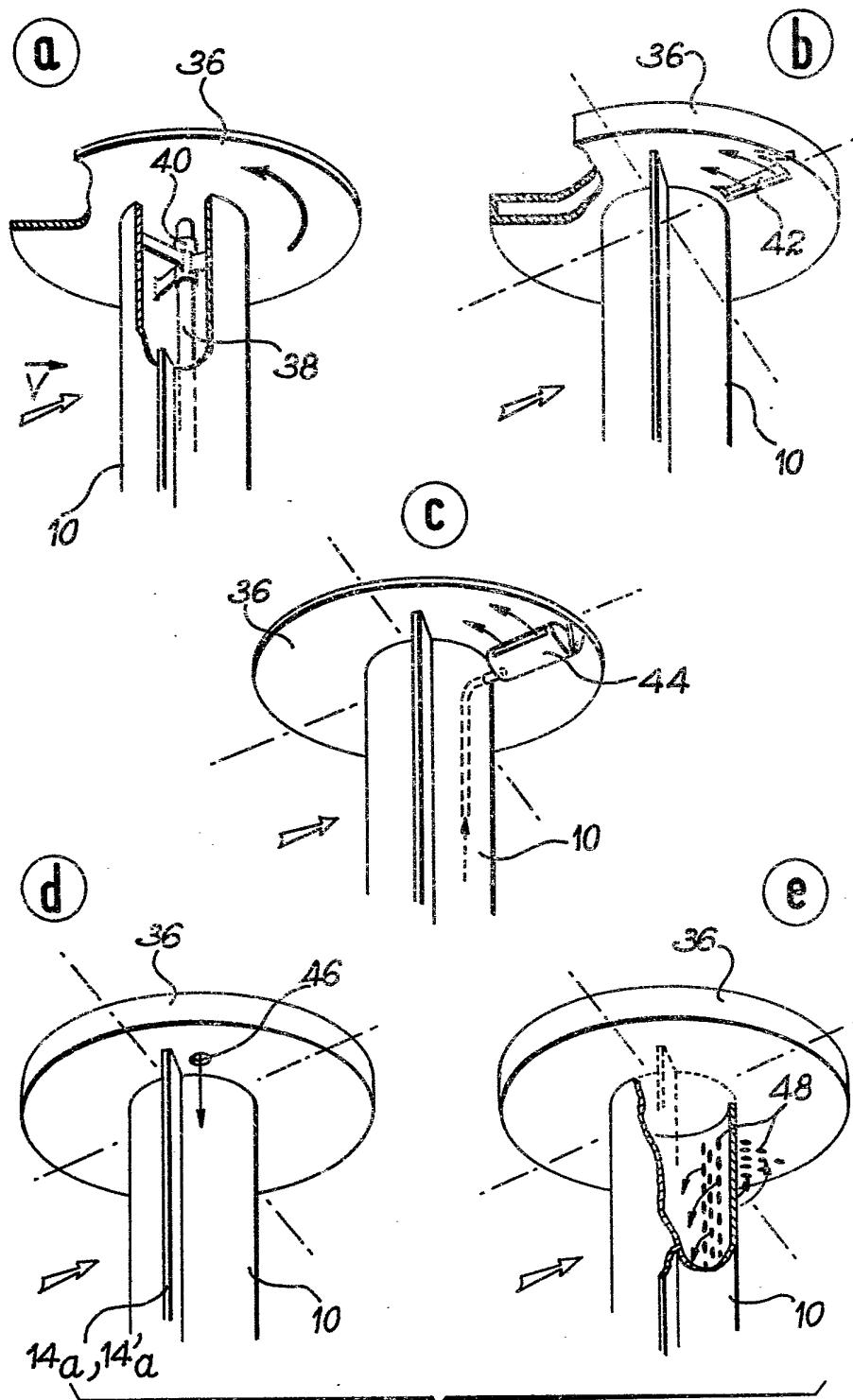


FIG. 8

7 / 7

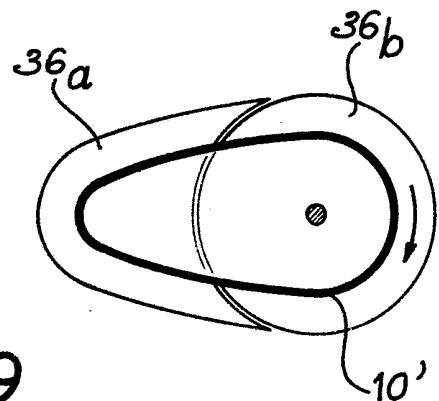


FIG. 9

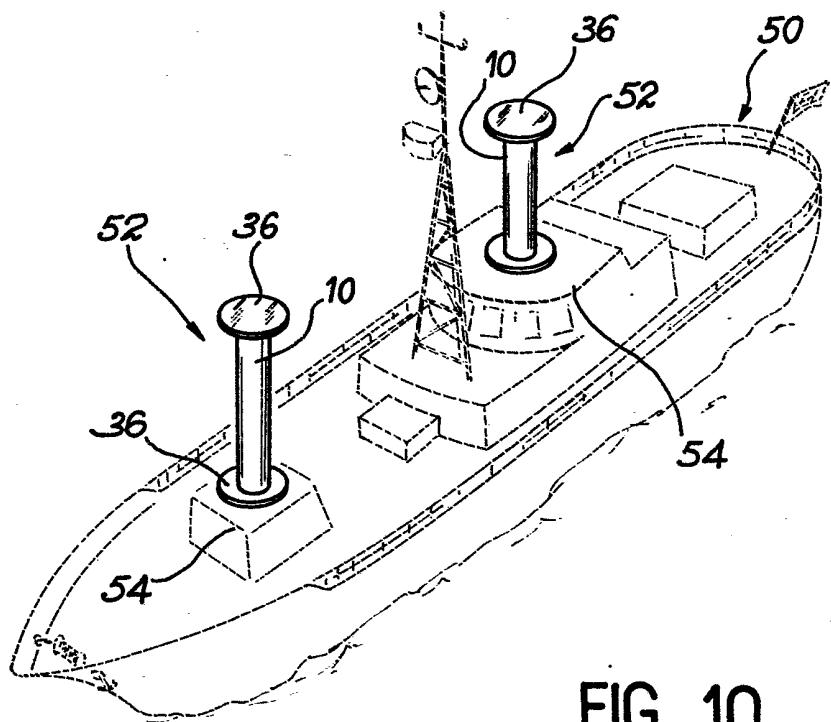


FIG. 10