

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

②

**N° 82 00118**

---

⑤ Procédé et dispositif de réduction du couple de chavirement d'une embarcation à voile.

⑥ Classification internationale (Int. Cl. 3). B 63 B 43/14, 35/72, 41/00.

⑦ Date de dépôt..... 5 janvier 1982.

⑧ ⑨ ⑩ Priorité revendiquée :

⑪ Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 27 du 8-7-1983.

---

⑫ Déposant : LARMINAT (de) Paul. — FR.

⑬ Invention de : Paul de Larminat.

⑭ Titulaire : *Idem* ⑮

⑯ Mandataire :

La présente invention concerne un procédé de réduction du couple de chavirement d'une embarcation à voile, applicable notamment sur une embarcation susceptible de naviguer en ayant décollé de la surface de l'eau. L'invention couvre en outre un  
5 dispositif pour la mise en oeuvre du procédé ci-dessus, ainsi qu'une embarcation munie d'un tel dispositif.

Les éléments essentiels d'une embarcation à voile sont le plan de voilure, la coque et le plan anti-dérive, communément appelé "dérive". Ces trois éléments sont agencés de  
10 manière très variable.

Le mât portant la voilure, la coque et la dérive sont liés entre eux de manière rigide et immuable. L'équilibre des forces s'établit alors de façon suivante :

- La résultante (voir figures détaillées ci-après)  
15 des forces aérodynamiques sur la voilure est approximativement perpendiculaire à celle-ci, et peut être décomposée suivant les trois directions :

- La composante propulsive VP équilibrée par la résistance hydrodynamique de la coque à l'avancement.

20 - La composante latérale VL équilibrée par la réaction hydrodynamique latérale DL sur le plan de dérive.

- La composante verticale Vv équilibrée par la flottabilité de la coque, qui supporte également le poids de l'embarcation et de son équipage.

25 L'équilibre des couples des forces appliquées est le suivant :

- Par rapport à un axe vertical, l'action du gouvernail équilibre les couples appliqués par la force de voilure, la résistance de la dérive, la dissymétrie des forces hydrodynamiques sur la coque, etc.

- Par rapport à un axe horizontal perpendiculaire à la direction de la  
30 marche, la stabilité longitudinale de la coque équilibre les couples dûs à la force de voilure, la résistance hydrodynamique de la coque et la répartition longitudinale des poids.

- Par rapport à l'axe longitudinal, le décalage de hauteur entre la force de voilure et la résistance de la dérive crée un couple de "chavirement"  
35 qui est équilibré par la stabilité latérale de la coque et l'équilibre des poids.

Pour accroître les possibilités de vitesse de l'embarcation, on a cherché à réduire la résistance de la coque à l'avancement par divers moyens :

- Amélioration des formes.
  - Allègement.
  - Sustentation hydrodynamique au moyen de formes "planantes" ou d'ensembles à "ailes d'hydroptère".
- 5 - Enfin, sustentation aérodynamique, telle qu'elle est réalisée notamment sur les "planches à voiles".

Pour augmenter la vitesse, on cherchera également à augmenter la composante propulsive de la force de voilure, au moyen :

- 10 - de la recherche de meilleurs rendements (voiles rigides, à allongement élevé, etc.,
- de l'augmentation de la surface de voilure. Mais celle-ci est rapidement limitée par l'augmentation simultanée du couple de chavirement.
- 15 Dans l'agencement des trois éléments du voilier (coque, voilure, dérive), la planche à voile a apporté une innovation importante. Si la dérive reste fixée rigidement à la coque, le mât ne l'est plus. Il est monté à son pied sur une rotule qui permet de l'orienter au gré de l'utilisateur dans toutes les
- 20 directions. Ceci permet un progrès considérable dans l'utilisation de la portance aérodynamique de la voile. Par fort vent, l'utilisateur incline le mât vers la direction du vent. La force de voilure présente alors une composante ascensionnelle, qui supporte une grande partie du poids de l'utilisateur. Le
- 25 flotteur de la planche est soulagé d'autant, ce qui lui permet de glisser sur la surface de l'eau avec une résistance réduite. C'est pourquoi les possibilités de vitesse d'une planche à voile sont très largement supérieures à celles d'un voilier conventionnel de taille comparable.
- 30 D'autres tentatives ont été faites pour utiliser l'effet de portance des voiles. Parmi les embarcations destinées à l'établissement de records de vitesse à la voile, on trouve notamment des bateaux avec mâture fixe inclinée dans la direction du vent, ainsi que des embarcations tractées
- 35 par cerf-volant, dont les échecs sont parfois spectaculaires, pour les raisons exposées ci-après.

Comme mentionné plus haut, on sait que pour augmenter la vitesse d'une embarcation à voile, on cherche notamment

à augmenter sa surface de voilure (limitée par le couple de chavirement), et à réduire la résistance de la coque à l'avancement, notamment en soulageant celle-ci par l'utilisation de la portance aérodynamique de la voile.

5 Pour réduire un couple sans réduire les forces qui le composent, ce qui serait contraire au but recherché, il faut réduire la distance qui sépare les points d'application des forces. Dans le cas d'un voilier, la force de la voilure est appliquée à une certaine hauteur et celle de  
10 la dérive est sous le niveau de l'eau. On note qu'un nouvel agencement du plan de dérive permettrait de réduire ou d'annuler le couple de chavirement exercé par ces forces.

Au-delà des bons résultats déjà obtenus avec les planches à voile, l'idéal serait de s'affranchir totalement  
15 de la résistance de la coque en faisant décoller celle-ci au-dessus de l'eau.

Outre le potentiel de vitesse qui en résulte, cet effet peut être recherché en soi, dans le cadre d'une activité sportive par exemple.

20 Cependant, le décollement aérodynamique complet et durable de la coque se heurte actuellement à une impossibilité technique. L'action ascensionnelle d'une voile, comme son action propulsive, est inséparable des réactions exercées par l'eau sur la coque. Si l'on augmente l'effet sustentateur d'une voile au point que la coque décolle, tout l'équi-  
25 libre des forces est immédiatement rompu, et l'embarcation est entraînée comme une feuille morte au vent (hormis le cas de "sauts" de courte durée et plus ou moins contrôlables).

Cependant, là aussi, un nouvel agencement du plan de dérive  
30 permettrait de résoudre le problème.

La présente invention vise donc à remédier aux divers inconvénients évoqués ci-dessus, en fournissant de façon générale un procédé de réduction du couple de chavirement d'une embarcation à voile, applicable plus particulièrement  
35 à des embarcations du type planche à voile, afin de les rendre susceptibles de naviguer de façon durable et contrôlable après décollage de la surface de l'eau.

Conformément au procédé de l'invention, on établit le centre de poussée de la dérive en un point distant de l'axe longitudinal de la coque, on maintient la dérive en flottaison avec son axe parallèle à l'axe de la coque, en reliant cette dernière et la dérive par deux lignes parallèles entre elles de façon à former un parallélogramme articulé, et l'on maintient le plan de ladite dérive selon une inclinaison constante par rapport à la surface de l'eau, lesdites lignes étant perpendiculaires audit plan et passant par le centre de poussée de la dérive.

De manière avantageuse, on peut également relier par au moins une ligne le point de poussée vélique ramené sur le mât et la dérive.

Pour la mise en oeuvre du procédé ci-dessus, le dispositif selon l'invention comprend essentiellement une dérive munie d'un flotteur, de manière que le plan de ladite dérive soit incliné par rapport à la surface de l'eau, le flotteur étant muni de deux axes de pivotement, perpendiculaires à la surface de l'eau, de deux bras articulés reliés par une traverse articulée, deux filins parallèles entre eux reliant les points d'articulation de la traverse à la coque de l'embarcation, de façon à constituer un parallélogramme.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre de plusieurs formes possibles de réalisation, faite en regard des dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 représente une vue schématique en perspective d'une planche à voile munie du dispositif selon l'invention ;

la figure 2 représente un diagramme général illustrant le procédé de l'invention, considéré selon un plan perpendiculaire à la surface de l'eau ;

la figure 3 représente le diagramme selon la figure 2, considéré selon un plan parallèle à la surface de l'eau ;

la figure 4 représente un autre diagramme général, considéré selon un plan parallèle à la surface de l'eau et illustrant le fonctionnement du dispositif ;

les figures 5 à 8 représentent des vues schématiques de différentes possibilités d'application du procédé et du dispositif selon l'invention.

Sur ces dessins, les mêmes références désignent les  
5 mêmes éléments.

Sur les embarcations à voile réalisées jusqu'ici, le plan de dérive (quille ou dérive relevable) a toujours été porté par la coque elle-même. Pour permettre à la coque de s'élever au-dessus de l'eau, la solution selon l'invention  
10 consiste à adopter une dérive 1 séparée de la coque 2, démunie de dérive fixe et reliée à ladite coque par une transmission adéquate. L'ensemble est représenté en perspective sur la figure 1. La dérive 1 est supportée par un flotteur léger 3 muni de deux bras articulés 4-5. Cet  
15 ensemble sera dit "équipage flottant" dans ce qui suit. Il est tracté par l'embarcation par l'intermédiaire de deux filins parallèles 6-7. Cette transmission assure le parallélisme entre la coque 2 de l'embarcation et la dérive 1, l'ensemble constitué de la coque 2, de la dérive 1 et  
20 des deux filins 6-7 constituant un parallélogramme.

En se référant aux figures 2 à 4, on décrira maintenant l'équilibre des forces dans les directions verticale et latérale, le centre de poussée sur la dérive 1 étant représenté par le point CD, le point d'application des différentes forces en jeu étant représenté par le point A sur la  
25 coque 2, tandis que le centre de poussée vélique est représenté par le point CV. Sur chacun de ces points, on a représenté le diagramme des forces, à savoir :

- en CD : DL et DV avec résultante D
- 30 - en A : TL et TV avec résultante T
- en CV : VL et Vv avec résultante V.

On a en outre représenté en M l'inertie des bras 5-6 et en P le poids de l'embarcation proprement dite.

La géométrie de l'ensemble dérive 1, flotteur 3, bras  
35 articulés 5 est choisie de telle manière que la droite AD soit perpendiculaire à la dérive 1 au point CD. La résistance sur la dérive est perpendiculaire à celle-ci et appliquée au

point CD. L'équilibre des forces internes à l'équipage flottant assure la stabilité de celui-ci: sous l'effet d'une traction sur les filins 5 ou lignes AD, l'axe de la dérive restera perpendiculaire à AD. La dérive gardera donc une position stable par rapport à la verticale. La dérive, par l'intermédiaire des filins AD, est donc bien en mesure d'assurer la résistance à la poussée latérale du vent, qui est nécessaire pour que la coque puisse s'élever au-dessus de l'eau.

10 Les figures 2 et 3 illustrent l'équilibre des forces latérales et verticales :

- La composante latérale VL de la poussée de la voile se transmet par les filins AD, et est équilibrée par la composante latérale DL de la force de dérive .

15 - La composante verticale Vv de la poussée vélique est équilibrée par le poids du "pilote" et de la coque (P) ainsi que par la composante verticale DV de la force de dérive, transmise par les filins :  $Vv = P + DV$ .

- L'équilibre des moments des forces sur l'ensemble coque-voile-pilote est obtenu par déplacements du poids du pilote.

20 La figure 4 illustre l'équilibre dans les directions axiale et verticale :

- On retrouve l'équilibre entre les composantes latérales des forces de la voile et de la dérive :  $DL = VL$  ;

25 - la composante propulsive de la voile est équilibrée par la résistance à l'avancement de l'équipage flottant ;

- l'équilibre des moments des forces montre comment diriger l'ensemble : tant que le prolongement de la force de voilure passe par le centre de dérive, l'équilibre est stable. Si l'on agit sur la voilure de façon que le prolongement de la force vélique passe en arrière du centre de dérive, le couple ainsi exercé fera remonter l'ensemble plus près de la direction du vent, et vice-versa.

30 En se référant aux figures 5 à 8, la constitution de l'ensemble voile-coque peut être sujette à de nombreuses variations. Pour éviter les difficultés de "virement de bord",

on adoptera de préférence une configuration de coque et voilure permettant la progression dans les deux sens. Le "virement" se fait alors en repartant dans l'autre sens, sans avoir à changer la "dérive" de côté. La figure 1

5 illustre une configuration de navigation possible. Cette configuration est dérivée de la planche à voile, mais avec symétrie antéro-postérieure du flotteur 3, articulation de la voilure 8 au centre de la planche 2 et deux mâts 9-10 liés par un "wishbone" 11.

10 L'équipage flottant présente lui-aussi une symétrie antéro-postérieure lui permettant de progresser dans les deux sens. Le parallélisme des deux bras articulés 6-7 est assuré par une traverse 12 elle aussi articulée qui sera flottante, de manière à assurer la stabilité de l'équipage  
15 flottant à l'arrêt.

Cette configuration permet à une embarcation à voile de s'élever au-dessus de l'eau. D'autres applications du principe du plan de dérive séparé peuvent être recherchées. Ainsi, sur la figure 5, est représentée une embarcation  
20 qui flotte de manière conventionnelle, mais munie d'une dérive séparée 1. On peut alors faire passer les filins (F) de liaison au niveau du centre de poussée CV de la voilure. Ceci a pour effet d'éliminer le couple de basculement B1-B2 qui résulte normalement du décalage des axes  
25 de la poussée de voilure et de la force de dérive (fig. 6).

De multiples combinaisons sont alors possibles : on peut réaliser une embarcation qui reste flottante, mais dont le mât 13 sera incliné vers la direction du vent (W) afin de soulager le poids supporté par la coque (figure 7),  
30 en profitant de l'annulation du couple de basculement obtenu par la dérive séparée. On peut aussi annuler le couple de chavirement pour un appareil destiné à s'élever au-dessus de l'eau (fig. 8), par exemple du type planche à voile selon la figure 1. Selon cette dernière forme de réalisation, on peut  
35 en outre relier par un filin 14 le centre de poussée vélique à la dérive 1, de façon à annuler le couple de basculement.

Il est bien entendu que la présente invention n'a été décrite et représentée qu'à titre explicatif mais nullement limitatif et qu'on pourra y apporter toute modification utile, notamment dans le domaine des équivalences techniques, sans sortir de son cadre.

5

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de réduction du couple de basculement d'une embarcation à voile, notamment une embarcation susceptible de décoller de la surface de l'eau, comprenant les  
5 éléments usuels tels qu'une coque, une voile et une dérive, procédé caractérisé par le fait que l'on établit le centre de poussée de la dérive en un point distant de l'axe longitudinal de la coque, on maintient la dérive en flot-  
10 taison avec son axe parallèle à l'axe de la coque, en reliant cette dernière et la dérive par deux lignes parallèles entre elles de façon à former un parallélogramme articulé, et l'on maintient le plan de ladite dérive selon une inclinaison constante par rapport à la surface de l'eau, lesdites  
15 lignes étant perpendiculaires audit plan et passant par le centre de poussée de la dérive.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on relie en outre par au moins une ligne le point de poussée vélique ramené sur le mât et la dérive.

3. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'il  
20 constitue un équipage flottant comprenant une dérive (1) munie d'un flotteur (3), de manière que le plan de ladite dérive soit incliné par rapport à la surface de l'eau, le flotteur étant muni de deux axes de pivotement, perpendi-  
25 culaires à la surface de l'eau, de deux bras articulés (4-5) reliés par une traverse articulée (12), deux filins parallèles entre eux (6-7) reliant les points d'articulation de la traverse à la coque de l'embarcation, de façon à constituer un parallélogramme.

30 4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait que le flotteur (3) présente une symétrie antéro-postérieure.

5. Embarcation à voile munie d'un dispositif selon l'une des revendications 3 ou 4.

35 6. Embarcation à voile selon la revendication 5, du type planche à voile et susceptible de naviguer de façon contrôlable et durable hors de la surface de l'eau, caractérisée par le fait que sa coque (2) est démunie de dérive fixe

et qu'elle est reliée à un équipage flottant selon l'une  
des revendications 3 ou 4.

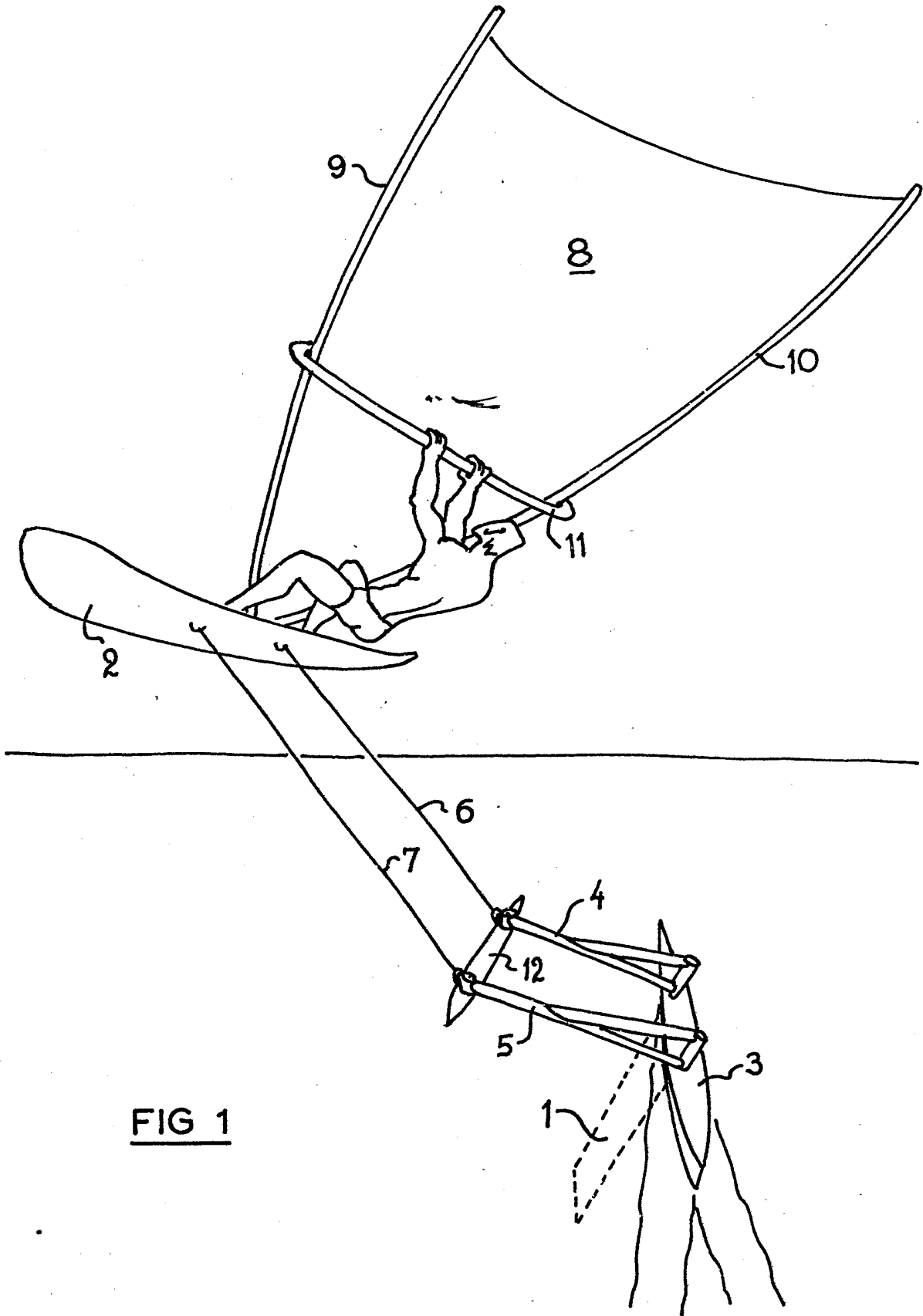


FIG 1

