

VOILURE D'EMBARCATION NAUTIQUE ET EMBARCATION NAUTIQUE LA COMPORTANT

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

La présente invention vise une voileure d'embarcation nautique et une embarcation nautique la comportant. Elle s'applique, notamment, au domaine de la navigation à voile d'un navire de commerce.

5

ÉTAT DE LA TECHNIQUE

Les projets de navires à voiles pour réduire la production de CO2 dépendent tous d'une équation très simple permettant la quantification de la force aérodynamique développée par une voile :

10

$$F = 0,5 \cdot \rho \cdot S \cdot v^2 \cdot \text{Coef}$$

Formule dans laquelle :

F est la force exprimée en Newton,

P est la masse volumique de l'air,

S est la surface de la voile,

15

V est la vitesse du vent apparent, et

Coef est le coefficient de rendement dépendant de la forme de l'allongement de la rugosité, du nombre de Reynolds etc.

Certains projets cherchent à augmenter la portance de la voile et à réduire sa trainée en utilisant des profils épais (type aile d'avion). D'autres projets, pour augmenter la force aérodynamique jouent sur la vitesse en allant chercher le vent en altitude ou en créant artificiellement une survitesse par la rotation de cylindre.

20

Le coefficient de portance généré par un profil épais asymétrique plafonne aux alentours de 1,7.

Un profil épais symétrique demande deux fois plus de matière qu'un profil mince, par exemple une voile souple, qui aura un coefficient de portance à peu près similaire, compris entre 1 et 1,2. La réduction relative de la trainée avec un profil épais sera un avantage prépondérant pour les configurations dans lesquelles l'angle du vent apparent est très proche de la route du voilier (multicoque de course ou cargo utilisant la voile en appoint). La vitesse du vent à 200 m d'altitude est de 50% plus forte qu'au sol, du fait du carré de la vitesse on peut espérer à surface égale doubler la force propulsive. Il suffit de stabiliser un cerf-volant d'une surface de plusieurs centaines de mètres carrés.

25

30

Cependant, aucune des voilures décrites ci-dessus ne réunit l'ensemble des qualités nécessaires à un gréement pour un navire de commerce :

- une surface importante, car le vent moyen est relativement faible,

35

- une réduction facile de la surface, car le vent peut être fort ou très fort,

- un tirant d'air limité, le tirant d'air étant la hauteur totale du gréement,

- des profils efficaces aux petits R_n , c'est-à-dire par petit temps,
- une bonne résistance dans les vents forts,
- un faible encombrement sur le pont, pour faciliter les opérations portuaires,
- une automatisation complète, pour ne pas influencer sur le nombre de membres d'équipage,
- 5 - une bonne capacité d'effacement, c'est-à-dire de pouvoir se mettre très rapidement en drapeau avec une résistance minimum,
- être peu onéreux et
- être durable.

On connaît le certificat d'utilité japonais JP S60 110098 U qui divulgue une embarcation
10 dont la voilure rigide comporte trois demi-voiles, formant ensemble un arc de cercle, positionnées en haut d'un mât rotatif. Cependant, ces trois demi-voiles ne forment qu'une voile positionnée d'un seul côté du mât.

On connaît la demande de brevet chinois CN 104 176 222 A qui divulgue une voilure composée de trois voiles rigides coulissantes le long d'un mât. Cependant, ces trois voiles sont
15 positionnées du même côté du mât.

On connaît la demande de brevet allemand DE 37 18 414 A1 qui divulgue une voilure souple dont les voiles sont superposées les unes sous les autres et fixées sur toute la longueur des longerons. Similairement, les voiles sont montées d'un seul côté du mât.

On connaît le brevet américain US 2021/163112 A1 qui divulgue une voilure rigide
20 comportant 5 voiles superposées les unes au-dessus des autres. Ces cinq voiles ne forment qu'une unique grande voile positionnée d'un seul côté du mât.

RÉSUMÉ DE L'INVENTION

La présente invention propose, avec au moins une voilure biplan, d'obtenir tout ou partie
25 des qualités énumérées ci-dessus.

BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres avantages, buts et caractéristiques particulières de l'invention ressortiront de la description non limitative qui suit d'au moins un mode de réalisation particulier de la voilure objet
30 de la présente invention, en regard des dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente, schématiquement et en perspective, le concept inventif général de l'invention,
- la figure 2 représente, schématiquement et en vue de dessus, un premier mode de réalisation particulier de la voilure objet de l'invention,
- 35 - la figure 3 représente, schématiquement et en perspective la voilure illustrée en figure 2, partiellement déployée et partiellement repliée,

- la figure 4 représente, schématiquement et en perspective, un deuxième mode de réalisation particulier de la voile objet de l'invention partiellement déployée et partiellement repliée,

5 - la figure 5 représente, schématiquement et en vue de côté, un premier mode de réalisation particulier d'une embarcation objet de l'invention,

- la figure 6 représente, schématiquement et en vue de dessus, différentes allures d'un deuxième mode de réalisation particulier d'une embarcation objet de l'invention, toutes voiles déployées,

10 - la figure 7 représente, schématiquement et en vue de côté, un troisième mode de réalisation particulier d'une embarcation objet de l'invention, avec des voiles partiellement déployées et partiellement repliées,

- la figure 8 représente, schématiquement et en vue de dessus, l'embarcation illustrée en figure 5, les mâts étant pivotés pour dégager le pont de l'embarcation,

15 - la figure 9 représente, schématiquement et en perspective, un troisième mode de réalisation particulier de la voile objet de l'invention partiellement déployée et partiellement repliée,

- la figure 10 représente, schématiquement et en vue de dessus, un mécanisme de déploiement et de repliement de la voile illustrée en figure 9,

20 - la figure 11 représente, schématiquement et en vue de dessus, différentes allures d'un quatrième mode de réalisation particulier d'une embarcation objet de l'invention, toutes voiles déployées,

- la figure 12 représente, schématiquement et en vue de côté, un cinquième mode de réalisation particulier d'une embarcation objet de l'invention,

25 - la figure 13 représente, schématiquement et en vue de dessus, un troisième mode de réalisation particulier de la voile illustrée en figure 9,

- la figure 14 représente, schématiquement et en vue de dessus, différentes allures d'un sixième mode de réalisation particulier d'une embarcation objet de l'invention, toutes voiles déployées et

30 - la figure 15 représente, schématiquement et en vue de dessus, la voile illustrée en figure 2, avec des voiles diversement déployées.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

La présente invention vise à remédier à tout ou partie des inconvénients de l'art antérieur. À cet effet, selon un premier aspect, la présente invention vise une voile biplan d'embarcation
35 nautique comportant un pont, qui comporte :

- un mât, s'étendant selon un axe, monté incliné par rapport au pont de l'embarcation, sur un arbre motorisé d'axe de rotation incliné par rapport au pont de l'embarcation,

- une pluralité de longerons montés inclinés par rapport au mât, de part et d'autre du mât,

- pour chaque côté du mât, entre les extrémités de deux longerons successifs se trouvant du même côté du mât, une voile et des moyens motorisés de déploiement et de repliement de cette voile.

Grâce à ces dispositions, on dispose d'une voile biplan à faible tirant d'air. De plus, la motorisation de la rotation de chaque mât permet d'adapter la position des voiles à l'allure de l'embarcation.

De plus, une voilure biplan ou avec un petit angle d'incidence entre ses deux voiles d'un même longeron (par exemple de 15°) possède une meilleure portance et ne décroche pas au vent.

Dans des modes de réalisation, la voilure comporte une vergue à chaque extrémité de chaque longeron, chaque vergue s'étendant selon un axe perpendiculaire à l'axe du mât, chaque voile étant souple et montée entre deux vergues parallèles, les vergues d'un côté du mât étant parallèles entre elles.

Grâce à ces dispositions, des voiles souples, de moindre coût, peuvent être mises en œuvre.

Dans des modes de réalisation, l'axe d'une vergue d'un côté du mât, est parallèle à l'axe d'une vergue de l'autre côté du mât.

Dans des modes de réalisation, l'axe d'une vergue d'un côté du mât, est sécant à l'axe d'une vergue de l'autre côté du mât. Dans des modes de réalisation, la voilure comporte, pour chaque voile souple, un filin de retenue entre les vergues entourant la voile, ce filin étant positionné au vent des vergues et le moyen motorisé de déploiement et de repliement de cette voile comporte un enrouleur de la voile constitué d'un tube cylindrique tournant autour d'un câble fixe, la voile étant associée à l'enrouleur par une ralingue passant dans une gorge de l'enrouleur.

Grâce à ces dispositions, le déploiement des voiles peut être motorisé.

Dans des modes de réalisation, la voilure comporte deux mâts parallèles portant conjointement les longerons.

Dans des modes de réalisation, au moins une voile comporte une demi-voile amont rigide et une demi-voile aval rigide reliées entre elles par une charnière montée entre deux extrémités de longerons successifs.

Dans des modes de réalisation, les demi-voiles d'un côté d'un longeron ont la même orientation que les demi-voiles de l'autre côté de ce longeron.

Dans des modes de réalisation, les demi-voiles d'un côté d'un longeron ont une orientation différente que les demi-voiles de l'autre côté de ce longeron.

Grâce à ces dispositions, la voile peut être repliée ou déployée par rotation d'une demi-voile par rapport à la charnière commune avec l'autre demi-voile.

Dans des modes de réalisation, chaque demi-voile est arc de parabole.

Grâce à ces dispositions, la forme de la voile déployée correspond sensiblement à celle d'une voile souple prenant le vent.

Dans des modes de réalisation, pour chaque voile rigide, le moyen motorisé de déploiement et de repliement de cette voile comporte un vérin.

Dans des modes de réalisation, la voilure comporte un moyen de commande des moyens motorisés de déploiement et de repliement d'une demi-voile amont par rapport à la demi-voile aval, ce moyen de commande étant configuré pour replier les demi-voiles l'une sur l'autre au virement et à l'empannage et pour inverser la courbure entre tribord et bâbord amure.

Selon un deuxième aspect, la présente invention vise une embarcation nautique comportant au moins une voilure selon l'invention.

Dans des modes de réalisation, l'embarcation nautique comporte une voilure selon l'invention autour d'un mât de misaine et une voilure selon l'invention autour d'un mât d'artimon.

DESCRIPTION DETAILLÉE

La présente description est donnée à titre non limitatif, chaque caractéristique d'un mode de réalisation pouvant être combinée à toute autre caractéristique de tout autre mode de réalisation de manière avantageuse. On note dès à présent que les figures ne sont pas à l'échelle.

Comme on le comprend à la lecture de la présente description, divers concepts inventifs peuvent être mis en œuvre par une ou plusieurs méthodes ou dispositifs décrits ci-après, dont plusieurs exemples sont ici fournis. Les actions ou étapes réalisées dans le cadre de la réalisation du procédé ou du dispositif peuvent être ordonnées de toute manière appropriée. En conséquence, il est possible de construire des modes de réalisation dans lesquels les actions ou étapes sont exécutées dans un ordre différent de celui illustré, ce qui peut inclure l'exécution de certains actes simultanément, même s'ils sont présentés comme des actes séquentiels dans les modes de réalisation illustrés.

L'expression "et/ou", tel qu'elle est utilisée dans le présent document et dans les revendications, doit être comprise comme signifiant "l'un ou l'autre ou les deux" des éléments ainsi conjoints, c'est-à-dire des éléments qui sont présents de manière conjonctive dans certains cas et de manière disjonctive dans d'autres cas. Les éléments multiples énumérés avec "et/ou" doivent être interprétés de la même manière, c'est-à-dire "un ou plusieurs" des éléments ainsi conjoints. D'autres éléments peuvent éventuellement être présents, autres que les éléments spécifiquement identifiés par la clause "et/ou", qu'ils soient liés ou non à ces éléments spécifiquement identifiés. Ainsi, à titre d'exemple non limitatif, une référence à "A et/ou B", lorsqu'elle est utilisée conjointement avec un langage ouvert tel que "comprenant" peut se référer, dans un mode de réalisation, à A seulement (incluant éventuellement des éléments autres que B) ; dans un autre mode de réalisation, à B seulement (incluant éventuellement des éléments autres que A) ; dans un autre mode de réalisation encore, à A et B (incluant éventuellement d'autres éléments) ; etc.

Telle qu'elle est utilisée dans la présente description et dans les revendications, l'expression "au moins un", en référence à une liste d'un ou de plusieurs éléments, doit être comprise comme signifiant au moins un élément choisi parmi un ou plusieurs éléments de la liste

d'éléments, mais n'incluant pas nécessairement au moins un de chaque élément spécifiquement énuméré dans la liste d'éléments et n'excluant pas toute combinaison d'éléments dans la liste d'éléments. Cette définition permet également la présence facultative d'éléments autres que les éléments spécifiquement identifiés dans la liste des éléments auxquels l'expression "au moins un" fait référence, qu'ils soient liés ou non à ces éléments spécifiquement identifiés. Ainsi, à titre d'exemple non limitatif, "au moins l'un de A et B" (ou, de manière équivalente, "au moins l'un de A ou B", ou, de manière équivalente, "au moins l'un de A et/ou B") peut se référer, dans un mode de réalisation, à au moins un, incluant éventuellement plus d'un, A, sans B présent (et incluant éventuellement des éléments autres que B) ; dans un autre mode de réalisation, à au moins un, comprenant éventuellement plus d'un, B, sans A présent (et comprenant éventuellement des éléments autres que A) ; dans encore un autre mode de réalisation, à au moins un, comprenant éventuellement plus d'un, A, et au moins un, comprenant éventuellement plus d'un, B (et comprenant éventuellement d'autres éléments) ; etc.

Dans les revendications, ainsi que dans la description ci-dessous, toutes les expressions transitaires telles que "comprenant", "incluant", "portant", "ayant", "contenant", "impliquant", "tenant", "composé de", et autres, doivent être comprises comme étant ouvertes, c'est-à-dire comme signifiant incluant, mais non limité à. Seules les expressions transitaires "consistant en" et "consistant essentiellement en" doivent être comprises comme des expressions transitaires fermées ou semi-fermées, respectivement.

On observe, sur la figure 1, une voilure 20 d'une embarcation nautique (non représentée) comportant un pont 24. Cette voilure 20 comporte un mât 21 monté incliné par rapport au pont 24 de l'embarcation, sur un arbre motorisé (non représenté) d'axe de rotation 25 incliné par rapport au pont de l'embarcation. Généralement, le mât et l'axe de rotation 25 sont verticaux, mais, dans des variantes, ils sont obliques. L'axe de l'arbre correspond généralement à l'axe du mât 21. La voilure 20 comporte aussi une pluralité de longerons (non représentés) montés inclinés par rapport au mât 21, de part et d'autre du mât 21. La voilure 20 comporte de chaque côté du mât 21, au moins une voile 22 et 23 et des moyens motorisés de déploiement et de repliement de cette voile (non représentés). Par exemple, des enrouleurs (non représentés) sont positionnés à l'extrémité au vent des vergues, 34 et/ou 36, et permettent de déployer ou de replier les voiles souples 32 et 33. Le système d'enroulement des voiles est généralement constitué d'un tube cylindrique tournant autour d'un filin fixe. La voile est associée à l'enrouleur par une ralingue passant dans une gorge de l'enrouleur.

La voilure 20 est ainsi biplan, avec des voiles 22 et 23 lui permettant de capter une plus grande part de la force du vent.

Dans le premier mode de réalisation de la voilure, illustré en figures 2 et 3, le mât 31 porte plusieurs longerons 35 inclinés par rapport au mât 31. Dans ce mode de réalisation, les longerons 35 s'étendent dans des plans perpendiculaires au mât 31, à différentes hauteurs sur le mât 31. Chaque extrémité de chaque longeron 35 porte une vergue, 34 et/ou 36. Les vergues, 34 et/ou 36,

peuvent être parallèles entre elles. Chaque verge, 34 et/ou 36, s'étend selon un axe, respectivement, 26 et/ou 28, parallèle à un plan perpendiculaire, non représenté, à l'axe 25 du mât 31. Chaque voile est, par exemple, souple et montée entre deux vergues, 34 et/ou 36, parallèles. Préférentiellement, les vergues, 34 et/ou 36, d'un côté du mât 31 sont parallèles entre elles. Les vergues 36 d'un côté du mât 31 sont préférentiellement parallèles aux vergues 34 de l'autre côté du mât 31. Autrement dit, les axes 26 des vergues 34 sont préférentiellement parallèles aux axes 28 des vergues 36.

Dans des variantes, (non représentées), les axes 26 des vergues 34 d'un côté du mât 31 sont sécants aux axes 28 des vergues 36 de l'autre côté du mât 31. Autrement dit, les vergues 34 d'un côté du mât 31 sont parallèles entre elles. Les vergues 36 d'un côté du mât 31 ont, par exemple, des orientations différentes à celles des vergues 34 de l'autre côté du mât 31. Autrement dit, les orientations des vergues 91 d'un côté du mât 93 peuvent être indépendantes des orientations des vergues 92 de l'autre côté du mât, les liaisons entre les vergues et les longerons étant pivotantes et motorisées à cet effet. Un angle saillant aigu, dit angle « incident », non représenté, formé, par les axes, 26 et/ou 28, sécants peut être inférieur ou égal à 20° . Un angle saillant aigu formé, non représenté, par les axes, 26 et/ou 28, sécant est préférentiellement inférieur ou égal à 10° .

Dans des variantes, les longerons sont en deux parties montées sur une liaison pivot d'axe parallèle à celui du mât et une motorisation fait varier l'angle entre ces deux parties des longerons. Entre deux vergues, 34 et/ou 36, successives du même côté du mât 31 se trouve une voile souple, par exemple en toile. Les voiles souples à gauche du mât 31 sont référencées 32 et les voiles souples à droite du mât 31 sont référencées 33. Un filin 37 relie deux extrémités de vergues, 34 et/ou 36, successives du même côté du mât 31, en avant de la voilure (à gauche en figures 2 et 3), c'est-à-dire au vent. Ce filin 37 retient le bord avant de la voile souple 32 ou 33. En figures 2 et 3, on a représenté, de chaque côté du mât 31, trois voiles souples 32 et 33 tendues entre quatre vergues, 34 et/ou 36. Bien entendu, le nombre de voiles et de vergues peut être différent dans des variantes de ce premier mode de réalisation de la voilure objet de l'invention.

Sur la figure 2, on observe, sous forme des flèches F1 et F2, les résultantes des forces aérodynamiques sur les voiles 32 et 33 pour un vent de travers. On note que ces résultantes F1 et F2 sont en arrière de l'axe de rotation 25 et rendent donc la voilure 30 en capacité d'effacement. Plus généralement, la position de la force aérodynamique dépend de l'incidence du profil avec le vent. Dans le cas présent cette force est située à environ 25% de la longueur de la corde. Cette situation est la plus défavorable pour que le gréement ait une capacité d'effacement. Elle correspond à une incidence faible, de l'ordre de 20° . Quand l'incidence augmente, le point d'application de la force « recule » pour finir à 50% de la corde pour une incidence de 90° . En d'autres termes, si la rotation du mât 31 est libre autour de l'axe de rotation 25, la voilure 30 s'oriente automatiquement vers le vent, ce qui a pour effet d'annuler les résultantes des forces aérodynamiques.

On observe en figure 15, la voilure 30 avec des voiles, 32 et/ou 33, diversement déployées. Par exemple, des enrouleurs (non représentés) sont positionnés à l'extrémité au vent des vergues, 34 et/ou 36, et permettent de déployer ou de replier les voiles souples, 32 et 33. Un enrouleur peut d'avantage déployer ou replier une voile, 32 et/ou 33, par rapport à l'autre.

5 La voilure 30 est, par exemple, libre en rotation autour du mât 31 tout en conservant sa configuration biplan.

Dans des variantes, la voilure 30 est libre en rotation autour du mât 31 tout en conservant le même angle saillant aigu formé par les axes, 26 et/ou 28, des vergues, 34 et/ou 36.

10 Le deuxième mode de réalisation de la voilure 40 illustré en figure 4 est similaire au premier mode de réalisation, avec deux voiles souples de chaque côté du mât, si ce n'est que le mât 31 est remplacé par deux mâts parallèles 38 et 39 qui portent conjointement les longerons 35 et les vergues, 34 et/ou 36.

15 On observe, en figure 5, une embarcation nautique 50 munie de deux mâts 31 sur son pont 54 et de deux voilures 30 autour de ces mâts 31. Dans cette figure 5, toutes les voiles 32 et 33 sont déployées et tendues.

Comme illustré en figure 6, dans les différentes allures de l'embarcation nautique 60 comportant la voilure 30, la rotation motorisée du mât 31 permet de capter la puissance du vent, selon des orientations de voiles connues dans l'art antérieur.

20 On observe, en figure 7, une embarcation nautique 70 munie d'une voilure 30 autour d'un mât de misaine 31 et d'une voilure 40 autour d'un double mât d'artimon 38 et 39. Dans cette figure 7, les voiles supérieures 32 et 33 sont repliées et les voiles inférieures 32 et 33 sont déployées et tendues.

25 On observe, en figure 8, l'embarcation 50 présentant ses voilures 30 dégagées de l'aplomb du pont de l'embarcation. À cet effet, le mât 31 de misaine est retourné pour que l'extension maximale des vergues, 34 et/ou 36, soit tournée vers la proue de l'embarcation 50. Inversement, le mât 31 d'artimon est en position où l'extension maximale des vergues, 34 et/ou 36, est tournée vers la poupe de l'embarcation 50. La mise en œuvre de la présente invention permet ainsi de libérer la partie centrale du pont 54 de l'embarcation 50 de tout élément de voilure en surplomb, ce qui facilite le chargement ou le déchargement de matériels ou autres produits.

30 Dans les deux premiers modes de réalisation de la voilure, 30 et 40, ces voilures sont biplans entoilé et auto-effaçable. Les vergues sont droites et les forces aérodynamiques sont en arrière de l'axe de rotation 25 du mât 31 ou 38 et 39.

Ces deux premiers modes de réalisation 30 et 40 de la voilure objet de l'invention présentent les avantages suivants :

- 35 - une surface de voile importante,
 - un tirant d'air limité,
 - une bonne résistance dans les vents forts,
 - un faible encombrement au pont,

- automatisation du moteur de rotation du mât,
- auto effaçable.

Dans le troisième mode de réalisation de la voilure, illustré en figures 9 à 13, un mât 81 porte plusieurs longerons 85 inclinés par rapport au mât 81. Dans ce mode de réalisation, les longerons 85 s'étendent dans des plans perpendiculaires au mât 81, à différentes hauteurs sur le mât 81. Chaque extrémité de chaque longeron 85 porte un arbre de rotation 89 (voir figure 10) d'une demi-voile rigide 83 par rapport à une demi-voile rigide aval 82. Une charnière 86 et un moyen de déploiement et de repliement 87 relie la demi-voile aval 82 à une demi-voile amont 83. On note que les arbres de rotation 89 (voir figure 10) portés par les extrémités de longerons 85 du même côté du mât peuvent être indépendants et mis en rotation indépendamment par plusieurs moteurs (non représentés), ou confondus et, dans ce cas, être mis en rotation pour le même moteur (non représenté). En figure 9, une demi-voile amont 83 est repliée sur une demi-voile aval 82 et trois demi-voiles amont 83 sont déployées.

Comme illustré en figure 10, le moyen de déploiement et de repliement 87 reliant la demi-voile aval 82 à une demi-voile amont 83 peut être un vérin, par exemple électrique ou hydraulique. L'augmentation de l'extension de ce vérin permet le déploiement de la demi-voile amont 83. Au contraire, la réduction de l'extension du vérin permet le repliement de la demi-voile amont 83 sur la demi-voile aval 82.

En figures 9 et 13, on a représenté, de chaque côté du mât 81, deux voiles articulées entre trois longerons 85. Bien entendu, le nombre de voiles et de longerons peut être différent dans des variantes de ce troisième mode de réalisation de la voilure objet de l'invention.

Dans des modes de réalisation, tels que ceux représentés sur les figures 9 à 13, chaque demi-voile, 82 et/ou 83, est un arc de parabole. Autrement dit, les demi-voiles, 82 et 83, suivent, par exemple, un profil symétrique par rapport à un axe de rotation de l'arbre de rotation 89.

Comme illustré en figure 11, dans les différentes allures d'un quatrième mode de réalisation de l'embarcation nautique 90 comportant la voilure 80, la rotation motorisée du mât 81 autour de l'axe de rotation 25 et le déploiement et le repliement des demi-voiles rigides amont 83 permet de capter la puissance du vent, selon des orientations de voiles connues dans l'art antérieur. Cependant, un moyen de commande des moyens 87 de déploiement et de repliement des demi-voiles rigides amont 83 est configuré pour replier les demi-voiles 83 au virement et à l'empannage de l'embarcation 90 et pour inverser la courbure de la voile déployée, entre tribord et bâbord amure.

Sur un même longeron 85, les demi-voiles, 82 et 83, d'un côté du longeron sont, par exemple, symétriques aux demi-voiles, 82 et 83, d'un autre côté du longeron par rapport à un axe 95, l'axe 95 étant l'axe de symétrie du mât 93, perpendiculaire à l'axe 25. Autrement dit, les demi-voiles, 82 et 83, d'un côté d'un longeron 85 ont, par exemple, la même orientation que les demi-voiles, 82 et 83, d'un autre côté de ce longeron 85.

On observe sur la figure 13, un troisième mode de réalisation particulier de la voilure illustrée en figure 9. Pour un même longeron 85, les demi-voiles, 82 et 83, d'un côté du longeron

sont, par exemple, asymétriques aux demi-voiles, 82 et 83, d'un autre côté du longeron, par rapport à l'axe 95. Autrement dit, les demi-voiles, 82 et 83, d'un côté d'un longeron 85 ont, par exemple, une orientation différente des demi-voiles, 82 et 83, d'un autre côté de ce longeron 85.

On observe, en figure 12, un cinquième mode de réalisation d'une embarcation nautique 100 munie d'une voilure 80 autour d'un mât de misaine 81 et d'une voilure 80 autour d'un mât d'artimon 81. Dans cette figure 12, les demi-voiles amont 83 sont repliées. On note que, par vent fort, les demi-voiles amont 83 peuvent être repliées, tout en maintenant une prise au vent pour faire avancer l'embarcation. Au contraire, par vent faible, les demi-voiles amont 83 sont déployées pour maximiser la prise au vent.

On observe, en figure 14, des différentes allures d'un sixième mode de réalisation particulier d'une embarcation nautique 105 comportant la voilure 80. Les orientations des longerons 85 du mât 81 amont peuvent être différentes des orientations des longerons du mât 81 aval. Les orientations des demi-voiles, 82 et/ou 83, du mât 81 amont peuvent être les mêmes que les orientations des demi-voiles, 82 et/ou 83, du mât 81 aval, même si les longerons 85 respectifs du mât 81 amont et du mât 81 aval ont une orientation différente.

Le troisième mode de réalisation de la voilure 80 objet de l'invention présente les avantages suivants :

- elle est auto effaçable dans toutes les conditions de vent,
- elle présente une surface importante,
- elle présente un tirant d'air limité,
- elle présente des profils efficaces aux petits R_n ,
- elle a une forte résistance dans les vents forts,
- elle a un faible encombrement sur le pont,
- elle est facile à automatiser, avec une motorisation de la rotation du mât au tour de l'axe de rotation 25 et une motorisation de la rotation des demi-voiles amont autour de l'axe des charnières 86, et
- elle est durable.

Bien entendu, comme dans le deuxième mode de réalisation de la voilure objet de l'invention, le mât 81 peut être remplacé par deux mâts parallèles portant conjointement les longerons 85.

REVENDEICATIONS

1. Voilure biplan (30, 40, 80) d'embarcation nautique (50, 60, 70, 90, 100, 105) comportant un pont (54, 94), caractérisée en ce qu'elle comporte :
- un mât (31, 38, 39, 81), s'étendant selon un axe (25), monté incliné par rapport au pont de l'embarcation, sur un arbre motorisé d'axe de rotation incliné par rapport au pont de l'embarcation,
 - une pluralité de longerons (35, 85) montés inclinés par rapport au mât, de part et d'autre du mât,
 - pour chaque côté du mât, entre les extrémités de deux longerons successifs se trouvant du même côté du mât, une voile (32, 33, 82, 83) et des moyens motorisés (87) de déploiement et de repliement de cette voile.
2. Voilure (30, 40) selon la revendication 1, qui comporte une vergue (34, 36) à chaque extrémité de chaque longeron, chaque verge s'étendant selon un axe (26, 28) perpendiculaire à l'axe du mât (25), chaque voile (32, 33) étant souple et montée entre deux vergues parallèles, les vergues d'un côté du mât étant parallèles entre elles.
3. Voilure (30, 40) selon la revendication 2, dans laquelle l'axe (26, 28) d'une vergue (34, 36) d'un côté du mât (31, 38, 39), est parallèle à l'axe (26, 28) d'une vergue (34, 36) de l'autre côté du mât.
4. Voilure (30, 40) selon la revendication 2, dans laquelle l'axe (26, 28) d'une vergue (34, 36) d'un côté du mât (31, 38, 39), est sécant à l'axe (26, 28) d'une vergue (34, 36) de l'autre côté du mât.
5. Voilure (30, 40) selon l'une des revendications 2 à 4, qui comporte, pour chaque voile souple (32, 33), un filin (37) de retenue entre les vergues (34, 36) entourant la voile, ce filin étant positionné au vent des vergues et le moyen motorisé de déploiement et de repliement de cette voile comporte un enrouleur de la voile constitué d'un tube cylindrique tournant autour d'un câble fixe, la voile étant associée à l'enrouleur par une ralingue passant dans une gorge de l'enrouleur.
6. Voilure (30, 40) selon l'une des revendications 2 à 5, qui comporte deux mâts parallèles (38, 39) portant conjointement les longerons (35).
7. Voilure (80) selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle au moins une voile comporte une demi-voile amont rigide (83) et une demi-voile aval rigide (82) reliées entre elles par une charnière (86) montée entre deux extrémités de longerons (85) successifs.

8. Voilure (80) selon la revendication 7, dans laquelle les demi-voiles (82, 83) d'un côté d'un longeron (85) ont la même orientation que les demi-voiles (82, 83) de l'autre côté de ce longeron (85).
- 5 9. Voilure (80) selon la revendication 7, dans laquelle les demi-voiles (82, 83) d'un côté d'un longeron (85) ont une orientation différente que les demi-voiles (82, 83) de l'autre côté de ce longeron (85).
- 10 10. Voilure (80) selon l'une des revendications 7 à 9, dans laquelle chaque demi-voile (82, 83) est un arc de parabole.
11. Voilure (80) selon l'une des revendications 7 à 10, dans laquelle, le moyen (87) motorisé de déploiement et de repliement de cette voile comporte un vérin.
- 15 12. Voilure (80) selon l'une des revendications 7 à 11, qui comporte un moyen de commande des moyens motorisés de déploiement et de repliement d'une demi-voile (83) amont par rapport à la demi-voile (82) aval, ce moyen de commande étant configuré pour replier les demi-voiles l'une sur l'autre au virement et à l'empannage et pour inverser la courbure entre tribord et bâbord amure.
- 20 13. Embarcation nautique (50, 60, 70, 90, 100, 105) comportant au moins une voilure (30, 40, 80) selon l'une des revendications 1 à 12.
- 25 14. Embarcation (50, 70, 100) selon la revendication 13, qui comporte une voilure (30, 40, 80) selon l'une des revendications 1 à 12 autour d'un mât de misaine (31, 81) et une voilure (30, 40, 80) selon l'une des revendications 1 à 12 autour d'un mât d'artimon (31, 38, 39, 81).