

(19)



(11)

EP 2 926 892 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
13.01.2021 Bulletin 2021/02

(51) Int Cl.:
B01F 7/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **14305498.9**

(22) Date de dépôt: **04.04.2014**

(54) **Mobile d'agitation**

Rührgerät

Stirring device

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Date de publication de la demande:
07.10.2015 Bulletin 2015/41

(73) Titulaire: **Milton Roy Europe
27360 Pont-Saint-Pierre (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Savreux, Frederic
77670 Saint Mammés (FR)**

• **Cognart, Patrice
77590 Bois le Roi (FR)**

(74) Mandataire: **IPAZ
16, rue Gaillon
75002 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A1- 0 771 586 WO-A1-2010/103172
WO-A1-2013/124539 FR-A- 1 600 744
US-A1- 2005 243 646 US-A1- 2010 124 147**

EP 2 926 892 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention est relative à un mobile d'agitation comprenant au moins deux pales et apte à être fixé sur un arbre de rotation.

[0002] La fabrication de nombreux produits exige une opération d'homogénéisation, de dilution, de dissolution, de réchauffage....

[0003] Pour cela on utilise le plus souvent des agitateurs mécaniques à arbre tournant, munis d'un entraînement le plus souvent par moteur électrique, d'un arbre et d'un mobile d'agitation ou agitateur. L'ensemble se compose donc d'un contenant, d'un produit et d'un agitateur.

[0004] La présente invention a trait à la conception d'agitateurs qui sont généralement des hélices ou des turbines comprenant un mobile dit d'agitation monté sur un arbre de rotation.

[0005] Une turbine est munie de pales droites à 90° par rapport à la verticale, on a cependant coutume d'appeler turbine tout mobile constitué de pales droites, même positionnées inclinées.

[0006] Une turbine génère un débit radial, générateur de cisaillement, de dissipation d'énergie.

[0007] Une hélice est de préférence formée d'une portion de pas d'un hélicoïde, fortement inclinée, d'une tôle courbée ou pliée.

[0008] Une hélice développe un débit axial et méthodique.

[0009] La rotation du mobile d'agitation provoque un déplacement du liquide qui permet d'effectuer l'opération voulue, plus ou moins efficacement selon la forme du mobile, sa taille et la vitesse de rotation.

[0010] La rotation peut également provoquer un cisaillement et dissiper de l'énergie dans le liquide à mélanger.

[0011] Parfois ces deux phénomènes sont nécessaires, lors d'une réaction, de la formation d'une émulsion.

[0012] L'invention traite plus spécifiquement le cas où on cherche à minimiser les pertes d'énergie par cisaillement afin d'obtenir un déplacement du liquide et son mélange avec des pertes faibles ce qui implique un rendement élevé.

[0013] Dans un tel cas c'est l'utilisation d'une hélice qui donne le meilleur résultat. En effet, ces opérations ne demandent qu'une mise en mouvement du produit, c'est à dire un débit de pompage.

[0014] On cherchera à développer ce débit avec le moins d'énergie possible et il est connu que les hélices consomment moins d'énergie que les turbines pour un débit équivalent.

[0015] Dans des temps anciens, on n'utilisait que des turbines, ne demandant pas de conception particulière, puis il y a un siècle environ, les hélices marines sont apparues, plus performantes et moins énergivores.

[0016] On peut distinguer deux grandes familles d'hélices représentées par les brevets US 4,147,437 et FR 1 578 991.

[0017] Ces deux familles d'hélices sont encore utilisées de nos jours, compte tenu de leurs performances par rapport aux hélices marines.

[0018] Cependant, pour certains marchés, l'utilisation de turbines, à cause de la forte puissance requise et par conséquent du coût, ou d'hélices à haute rendement se révèle difficile.

[0019] Une telle utilisation est souvent en effet considérée comme trop onéreuse car le haut rendement n'est pas apprécié à sa juste valeur, seul le coût de l'investissement étant véritablement considéré. Le haut rendement n'est considéré comme intéressant que pour des machines conséquentes, ou lorsque le coût de l'énergie est élevé ou au minimum pris en compte.

[0020] La fabrication des hélices à haut rendement est difficile et/ou longue, donc coûteuse et ne peut être effectuée que par des machines spéciales. En effet les problèmes techniques sont nombreux du fait notamment de l'épaisseur de la tôle et des courbures délicates à obtenir. Il n'est pas possible de faire fabriquer ces hélices dans un autre atelier ou sur un autre continent par exemple ce qui entraîne un coût de transport élevé.

[0021] Il existe déjà sur le marché des hélices pliées mais elles présentent une forme très spécifique avec un pli en coin de pale pour limiter les fuites radiales. L'amélioration du rendement n'était pas le problème technique que ses concepteurs cherchaient à traiter.

[0022] EP 0 771 586 A1 décrit en Fig. 13 un mobile d'agitation comprenant trois pales et apte à être fixé sur un arbre de rotation, chaque pale comportant un bord d'attaque faisant face au fluide à agiter et un bord de fuite opposé au bord d'attaque, dans lequel chaque pale est obtenue par pliage d'une tôle plane, où chaque pale comporte deux plis sensiblement longitudinaux sur la majeure partie de la pale et se coupant à l'extrémité distale de la pale, et dans lequel le bord d'attaque présente un angle d'incidence positif dans sa partie proximale et un angle d'incidence négatif dans sa partie distale. US 2005/243646 A1 décrit aussi un autre mobile d'agitation. Il y a donc un besoin pour une hélice facile à construire, c'est à dire sans matériel spécial ou compétence particulière, apportant un bon débit qui est le facteur essentiel de détermination de l'agitation, sans toutefois consommer trop de puissance comme le ferait une pale simple de forme plate et inclinée, qui conduirait de facto à une forte puissance, un gros arbre et une forte épaisseur de pale et in fine à un coût de fabrication non compétitif.

[0023] Selon l'invention un mobile d'agitation avec des caractéristiques de la revendication 1 est fourni.

[0024] La longueur de chaque pli peut être supérieure à 75 % du rayon maximal de la pale. Les deux plis sont parallèles.

[0025] Au moins un des plis peut être perpendiculaire au bord extérieur de l'hélice.

[0026] L'angle entre le bord d'attaque et l'axe radial de la pale passant par le centre de rotation et perpendiculaire au bord extérieur, appelé angle d'incidence, est positif, l'extrémité distale du bord extérieur, éloignée de l'arbre, attaquant le fluide avant l'extrémité proximale, lorsque le mobile est en rotation.

[0027] L'angle d'incidence est compris entre 6 et 15°.

5 **[0028]** Avantageusement le mobile d'agitation ne comprend que deux pales de manière à faciliter son introduction par l'ouverture du contenant du fluide à agiter.

[0029] Chaque pale peut présenter, du fait de la présence des deux plis, une section transversale sensiblement en forme de U dans un plan parallèle à l'axe de rotation du mobile et parallèle au bord extérieur de la pale.

10 **[0030]** La section de chaque pale peut également être sensiblement en forme de Z dans un plan parallèle à l'axe de rotation du mobile et parallèle au bord extérieur de la pale.

[0031] Le bord de fuite peut présenter un angle compris entre 30 et 70° avec l'intersection avec le plan de section d'un plan orthogonal à l'axe de rotation du mobile, cet angle étant appelé angle de fuite.

[0032] De préférence si l'on note l la largeur de la pale à son extrémité distale et L la largeur de la pale à sa base au niveau de l'axe, alors $l > 0.5 L$.

15 **[0033]** De préférence, pour chaque pale, l'angle d'attaque a entre le pan comportant le bord d'attaque et le pan central est compris entre 13 et 25°.

[0034] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront dans la description qui suit d'un mode de réalisation préféré avec référence aux dessins annexés mais qui n'a aucun caractère limitatif. Sur ces dessins :

20 Fig. 1 est une vue en élévation latérale d'un agitateur selon l'invention,
 Fig. 2 est une vue en perspective schématique, à plus grande échelle, d'un premier mode de réalisation d'une pale d'un mobile d'agitation selon l'invention,
 Fig. 3 est une vue de dessus de la pale de Fig. 2,
 Fig. 4 est une vue en bout de la pale de Fig. 2,
 25 Fig. 5 et Fig. 6 sont des vues en perspective illustrant l'introduction d'hélices d'agitation à trois et deux pales dans un contenant,
 Fig. 7 est une vue schématique en perspective d'un second mode de réalisation d'une hélice d'agitation selon l'invention,
 Fig. 8 est une vue de dessus de l'hélice de Fig. 7,
 30 Fig. 9 est une vue similaire à Fig. 7 d'un troisième mode de réalisation d'une hélice selon l'invention, comportant trois pales,
 Fig. 10 est une vue de dessus de l'hélice de Fig. 9,
 Fig. 11 est une vue similaire à Fig. 7 d'un quatrième mode de réalisation d'une hélice selon l'invention, comportant trois pales,
 35 Fig. 12 est une vue de dessus d'une hélice qui n'est pas un mode de réalisation d'une hélice selon l'invention, et
 Fig. 13 est un schéma illustrant les vitesses linéaires en différents points des hélices.

40 **[0035]** Dans toute la description qui suit de différents modes de réalisation d'hélices selon l'invention, les termes relatifs tels que « supérieur », « inférieur », « avant », « arrière », « horizontal » et « vertical » sont à interpréter lorsque l'hélice selon l'invention est installée en situation de fonctionnement.

[0036] On peut voir sur Fig. 2 à 4 un premier mode de réalisation d'une hélice selon l'invention, réalisée avec 2 plis, solution peu onéreuse et réalisable à l'aide d'outils dont disposent la plupart des ateliers de mécanique-chaudronnerie.

45 **[0037]** Dans la mesure où chaque pale de l'hélice comporte deux plis, chaque pale présente donc trois pans et dans une vue en coupe, il est nécessaire de définir trois angles pour définir le profil de la pale. Ces angles sont plus particulièrement visible Fig. 4.

[0038] L'angle d'attaque est l'angle a entre le pan comportant le bord d'attaque et le pan central. L'angle d est l'angle de positionnement entre le pan central de la pale et l'horizontale, lorsque l'axe de rotation est vertical. L'angle de fuite f est l'angle entre le pan comportant le bord de fuite et le pan central.

50 **[0039]** Cette hélice présente un angle d'attaque a et un angle de fuite f de 21°. Le premier pli A, c'est-à-dire celui qui va attaquer le fluide en premier, est réalisé suivant un axe passant par l'axe de rotation de l'hélice. Le second pli est noté B. On peut noter que l'extrémité distale du bord de fuite est située en avant par rapport par rapport à l'extrémité proximale de ce même bord de fuite et au sens de rotation de l'hélice. L'extrémité distale va donc attaquer le fluide en premier.

55 **[0040]** Les pales sont pliées de façon à obtenir un coefficient de cambrure inférieur à 12%, de manière à améliorer l'efficacité énergétique. L'angle d'attaque est compris entre 13 et 22° afin d'avoir un Cx convenable. En effet au delà de 30° les efforts radiaux générés seront très importants. On se rapproche alors du cas de la turbine.

[0041] L'aire de pale est généreuse et quasiment en forme de quadrilatère, afin d'obtenir un débit de pompage élevé car le volume déplacé est fonction de la surface de la pale.

EP 2 926 892 B1

[0042] Si on note l la largeur de la pale à son extrémité et L la largeur de la pale à sa base au niveau de l'axe, les grandeurs l et L sont très proches et $l > 0.5 L$ et de préférence $l > 0.75 L$.

[0043] Cet élément a été privilégié même si cela va à l'encontre de la pratique usuelle. En effet la plupart des hélices ont une extrémité étroite, en forme de trapèze, afin de limiter le couple en affinant la pale en son extrémité.

[0044] Les études ont montré que compte tenu de la combinaison des angles choisis, des pliages de la pale et de sa forme, les performances par rapport aux hélices connues sont tout à fait acceptables.

[0045] Si on note respectivement :

P : puissance hydraulique

ΔP = pression différentielle entre l'entrée et la sortie du mobile

Q = débit

D = diamètre du mobile

N = vitesse de rotation du mobile

ρ = densité

v = vitesse du fluide

S = aire du mobile

k = constante

[0046] Le débit d'une hélice est donné par la relation simple suivante :

$$Q_p = N_q N D^3$$

[0047] Avec N_q , nombre adimensionnel caractérisant l'hélice (sa forme, le nombre de pales etc...).

[0048] La puissance consommée est calculée comme suit : $P = N_p \rho N^3 D^5$

[0049] Avec N_p , nombre adimensionnel caractérisant l'hélice (sa forme, le nombre de pales etc...).

[0050] Le rendement est le rapport de l'énergie procurant le débit de pompage et de l'énergie nécessaire pour faire tourner le mobile.

[0051] Le rendement peut être exprimé simplement avec la relation générale de la mécanique des fluides et la relation simplifiée de Bernoulli :

Relation générale de mécanique des fluides : $P_1 = \rho \Delta P Q$ (1)

Débit de pompage : $Q_p = N_q N D^3$ (2)

Puissance nécessaire à la rotation du mobile : $P_2 = N_p \rho N^3 D^5$ (3)

Relation de Bernoulli simplifiée : $\Delta P = 1/2 \rho v^2$

$$v = Q/S =$$

$$v = \frac{N_q N D^3}{\pi \frac{D^2}{4}} = k N D$$

$$\frac{P_2}{P_3} = k \frac{N_q^3}{N_p}$$

[0052] Notons que le calcul est identique en cherchant la puissance consommée pour générer 1 m³ /h par exemple. On note par exemple :

Type mobile	N_q	N_p	rendement
Nouvelle hélice à 3 pales	0.68	0.58	0.54
Nouvelle hélice à 2 pales	0.59	0.40	0.50
Etat de la technique 1	0.60	0.41	0.53
Etat de la technique 2	0.61	0.49	0.46
Turbine à pales inclinées à 45°	0.75	1.20	0.37
Turbine à 6 pales droites	0.85	5.5	0.12

[0053] On constate que les rendements des hélices proposées sont particulièrement bons au regard de l'état de la technique et des hélices et turbines conventionnelles telles que l'hélice marine ou la turbine aux pales inclinées à 45°.

[0054] Le nombre de pales des hélices augmente la quantité de liquide déplacé mais aussi la puissance consommée.

[0055] Sans être tout à fait proportionnelle, on note souvent que la puissance consommée augmente proportionnellement au nombre de pale suivant un facteur 0.8.

[0056] Mais dans le cas présent compte tenu de la surface et des angles, les vitesses moyennes de fluide montrent qu'avec 2 pales, la puissance diminue de 31% par rapport à une hélice à trois pales alors que le débit ne diminue que de 13% seulement.

[0057] L'intérêt d'utiliser une hélice à deux pales est donc multiple.

[0058] D'un point de vue économique, fabriquer deux pales au lieu de trois permet un gain de 33% au niveau de la matière, de la main d'œuvre pour former la pale et la souder sur un moyeu.

[0059] L'implantation de l'hélice est plus aisée. En effet selon le diamètre de l'arbre il n'est parfois pas possible d'implanter trois pales autour de celui-ci.

[0060] De plus certains produits sont partiellement détruits par le cisaillement apporté par les pales. En effet à chaque rotation la pale « découpe » le produit pour le casser (flocs, émulsion, polymères...) et un mobile équipé de deux pales ne cisailera que deux fois par rotation et non trois fois.

[0061] Enfin l'hélice peut être réalisée en une partie pour différentes raisons, par exemple soudée sur l'arbre d'entraînement pour permettre son revêtement éventuel en milieu corrosif ou abrasif ou lorsqu'il n'est pas possible de la fixer ensuite. L'hélice à trois pales est particulièrement difficile à introduire dans une tubulure lorsque le mobile dépasse 500 mm, mais une hélice à deux pales, de même diamètre est facilement introduite comme illustré Fig. 5 et 6.

[0062] On observe notamment sur la fig. 13 un profil du champ de vitesse quittant la pale quasiment identique pour les trois hélices proposées, grâce à la surface de la pale, aux plis et aux angles combinés, on arrive à conserver un profil franchement axial identique.

[0063] L'hélice est recherchée pour son débit quittant la pale plutôt axial afin de souffler vers le fond dans l'axe et de remonter à la paroi, pour balayer le fond d'éventuelles particules déposées.

[0064] Des hélices « simples » composées de pales inclinées voire formées d'un pli ne permettent pas d'apporter un flux majoritairement axial à cause des « fuites radiales et tangentielles, pour l'invention, on note un écoulement majoritairement axial.

[0065] La fabrication des hélices de l'état de la technique est complexe.

[0066] Dans certains cas elle nécessite une machine complexe pouvant tordre des pales pour des hélices de 10 m de diamètre, machine unique, toujours en production.

[0067] Les hélices de type sabre compte tenu de leur courbure exige un gabarit pour chaque diamètre et forme d'où une combinaison de plus de cent gabarits.

[0068] La fabrication des hélices proposées est relativement facile à l'aide d'une plieuse, on peut donc évoquer une meilleure compétitivité des sous-traitants, un plus grand choix de ceux-ci.

[0069] La détermination mécanique d'un agitateur est dictée par son diamètre et sa vitesse de rotation pour une opération donnée et par conséquent de la puissance engendrée pour la rotation du mobile.

[0070] Le gain de puissance pour un même débit de pompage, élément de calcul essentiel d'une agitation pour effectuer un mélange, permet un gain sur le moteur, le réducteur de vitesse transmettant le couple, sur le système de guidage et sur l'étanchéité, l'arbre porte-mobile et l'épaisseur du mobile. On note par exemple, un gain de 20% en puissance entre l'hélice proposée et une hélice marine.

[0071] On imagine aisément le gain économique réalisé du point de vue investissement pour l'utilisateur comme de l'intérêt concurrentiel pour le constructeur.

Revendications

1. Mobile (M) d'agitation comprenant au moins deux pales et apte à être fixé sur un arbre de rotation, chaque pale comportant un bord d'attaque faisant face au fluide à agiter et un bord de fuite opposé au bord d'attaque, chaque pale étant obtenue par pliage d'une tôle plane, chaque pale comportant deux plis longitudinaux, la longueur de chaque pli étant supérieure à 60 % du rayon maximal de la pale, l'angle entre le bord d'attaque et l'axe radial de la pale passant par le centre de rotation et perpendiculaire au bord extérieur, étant appelé angle d'incidence, étant positif, au sens où l'extrémité distale du bord extérieur, éloignée de l'arbre, pourra attaquer le fluide avant l'extrémité proximale, lorsque le mobile est en rotation, dans lequel les deux plis sont parallèles et l'angle d'incidence est compris entre 6 et 15°.
2. Mobile d'agitation (M) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la longueur de chaque pli étant supérieure à 75 % du rayon maximal de la pale.

3. Mobile d'agitation (M) selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** au moins des plis est perpendiculaire au bord extérieur de l'hélice.
- 5 4. Mobile d'agitation (M) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** ne comprend que deux pales.
- 10 5. Mobile d'agitation (M) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 **caractérisé en ce que** chaque pale présente, du fait de la présence des deux plis, une section transversale sensiblement en forme de U dans un plan parallèle à l'axe de rotation du mobile et parallèle au bord extérieur de la pale.
- 15 6. Mobile d'agitation (M) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** chaque pale présente, du fait de la présence des deux plis, une section transversale sensiblement en forme de Z dans un plan parallèle à l'axe de rotation du mobile et parallèle au bord extérieur de la pale.
- 20 7. Mobile d'agitation (M) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le bord de fuite présente un angle compris entre 30 et 70° avec l'intersection avec le plan de section d'un plan orthogonal à l'axe de rotation du mobile, cet angle étant appelé angle de fuite.
8. Mobile d'agitation (M) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** si l'on note l la largeur de la pale à son extrémité distale et L la largeur de la pale à sa base au niveau de l'axe, $l > 0.5 L$.
- 25 9. Mobile d'agitation (M) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** pour chaque pale, l'angle d'attaque α entre le pan comportant le bord d'attaque et le pan central est compris entre 13 et 25°.
- 30 10. Mobile d'agitation (M) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** si l'on note l la largeur de la pale à son extrémité distale et L la largeur de la pale à sa base au niveau de l'axe, $l > 0.75 L$.
11. Mobile d'agitation (M) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le premier pli (A), c'est-à-dire celui qui va attaquer le fluide en premier, est réalisé suivant un axe passant par l'axe de rotation dudit mobile.
- 35 12. Mobile d'agitation (M) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'extrémité distale du bord de fuite est située en avant par rapport par rapport à l'extrémité proximale de ce même bord de fuite et au sens de rotation de l'hélice, ladite extrémité distale attaquant ainsi le fluide en premier.

Patentansprüche

- 40 1. Rührvorrichtung (M) mit mindestens zwei Schaufelblättern und dazu geeignet, auf einer Drehachse befestigt zu werden, wobei jedes Blatt eine Anströmkante hat, die in Richtung der anzugreifenden Flüssigkeit weist, und eine Abströmkante, die in die der Anströmkante entgegengesetzten Richtung weist, wobei jedes Blatt durch Biegen eines ebenen Blechs erhalten wird, jedes Blatt zwei längsgerichtete Biegekanten umfasst, wobei die Länge jeder Biegekante länger als 60% des maximalen Blattradius ist,
- 45 der Winkel zwischen der Anströmkante und der radialen Achse des Blatts, die durch den Drehpunkt verläuft und senkrecht zur Außenkante ist, als Einfallswinkel bezeichnet wird und positiv in dem Sinne ist, als dass das distale, von der Drehachse entfernte Ende der Außenkante die Flüssigkeit vor dem proximalen Ende angreifen kann, wenn die Rührvorrichtung in Drehung versetzt ist, bei der beide Biegekanten parallel zueinander sind und der Einfallswinkel zwischen 6 und 15° liegt.
- 50 2. Rührvorrichtung (M) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Länge jeder Biegekante größer als 75% des maximalen Blattradius ist.
- 55 3. Rührvorrichtung (M) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der Biegekanten senkrecht zur Außenkante des Propellers verläuft.
4. Rührvorrichtung (M) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie nur zwei Schaufelblätter umfasst.

5. Rührvorrichtung (M) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes vorhandene Schaufelblatt durch die Präsenz der beiden Biegekanten einen Querschnitt hat, der eine deutliche U-Form in einer Ebene parallel zur Drehachse der Rührvorrichtung und parallel zur Außenkante des Blatts aufweist.
- 5 6. Rührvorrichtung (M) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes vorhandene Schaufelblatt durch die Präsenz der beiden Biegekanten einen Querschnitt hat, der eine deutliche Z-Form in einer Ebene parallel zur Drehachse der Rührvorrichtung und parallel zur Außenkante des Blatts aufweist.
- 10 7. Rührvorrichtung (M) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abström- kante einen Winkel von 30 bis 70° zur Schnittstelle der Schnittebene mit einer Ebene senkrecht zur Drehachse der Rührvorrichtung hat, wobei dieser Winkel als Abströmwinkel bezeichnet wird.
- 15 8. Rührvorrichtung (M) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**, wenn man die Schaufelblattbreite an seinem distalen Ende als I bezeichnet und als L die Schaufelblattbreite an seiner Basis auf der Ebene der Drehachse, $I > 0,5 L$ beträgt.
- 20 9. Rührvorrichtung (M) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jedes Schaufelblatt der Anströmwinkel α zwischen der Fläche, die die Anströmkante enthält, und der mittleren Fläche zwischen 13 und 25° beträgt.
- 10 10. Rührvorrichtung (M) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**, wenn man die Schaufelblattbreite an seinem distalen Ende als I bezeichnet und als L die Schaufelblattbreite an seiner Basis auf der Ebene der Drehachse, $I > 0,75 L$ beträgt.
- 25 11. Rührvorrichtung (M) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Biegekante (A), das heißt diejenige, welche die Flüssigkeit als erste angreifen wird, entlang einer Achse verwirklicht ist, die durch die Drehachse der besagten Rührvorrichtung verläuft.
- 30 12. Rührvorrichtung (M) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das distale Ende der Abströmkante im Vergleich zum proximalen Ende dieser gleichen Abströmkante und in Drehrichtung des Propellers weiter vorn liegt, wobei das besagte distale Ende auf diese Weise die Flüssigkeit als erstes angreift.

Claims

- 35 1. Stirring member (M) that comprises at least two blades and is able to be fastened to a rotation shaft, each blade comprising a leading edge facing the fluid to be stirred and a trailing edge facing away from the leading edge, each blade being obtained by bending a flat sheet,
40 each blade having two longitudinal bends, the length of each bend being greater than 60% of the maximum radius of the blade, the angle between the leading edge and the radial axis of the blade passing through the center of rotation and perpendicular to the outer edge, referred to as the angle of incidence, being positive, in the sense that the distal end of the outer edge, remote from the shaft, could meet the fluid before the proximal end when the member is in rotation,
45 wherein the two bends are parallel and the angle of incidence is comprised between 6 and 15°.
2. Stirring member (M) as claimed in claim 1, **characterized in that** the length of each bend is greater than 75% of the maximum radius of the blade.
- 50 3. Stirring member (M) as claimed in any one of claims 1 to 2, **characterized in that** at least one of the bends is perpendicular to the outer edge of the propeller.
4. Stirring member (M) as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises only two blades.
- 55 5. Stirring member (M) as claimed in any one of claims 1 to 4, **characterized in that** each blade has, on account of the presence of the two bends, a substantially U-shaped cross section in a plane parallel to the axis of rotation of the member and parallel to the outer edge of the blade.

6. Stirring member (M) as claimed in any one of claims 1 to 4, **characterized in that** each blade has, on account of the presence of the two bends, a substantially Z-shaped cross section in a plane parallel to the axis of rotation of the member and parallel to the outer edge of the blade.
- 5 7. Stirring member (M) as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** the trailing edge is at an angle of between 30 and 70° to the intersection with the section plane of a plane orthogonal to the axis of rotation of the member, this angle being referred to as the departure angle.
- 10 8. Stirring member (M) as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that**, if the width of the blade at its distal end is denoted l and the width of the blade at its base at the level of the axis is denoted L , $l > 0.5 L$.
- 15 9. Stirring member (M) as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that**, for each blade, the angle of attack α between the face containing the leading edge and the central face is between 13 and 25°.
- 20 10. Stirring member (M) as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that**, if the width of the blade at its distal end is denoted l and the width of the blade at its base at the level of the axis is denoted L , $l > 0.75 L$.
- 25 11. Stirring member (M) as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** the first bend (A), that is to say the one which will meet the fluid first, is made along an axis passing through the center of rotation of said member.
- 30 12. Stirring member (M) as claimed in any one of the preceding claims, **characterized in that** the distal end of the trailing edge is situated forward of the proximal end of this same trailing edge with respect to the direction of rotation of the propeller, the distal end will thus meeting the fluid first.

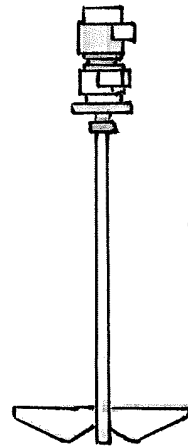


Fig. 1

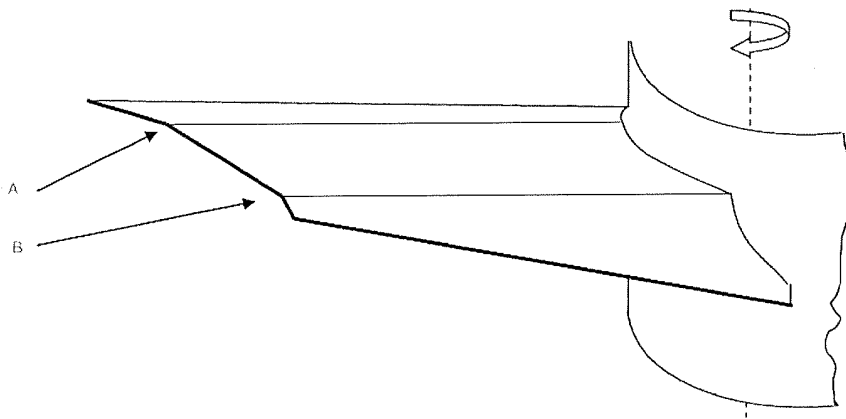


Fig. 2

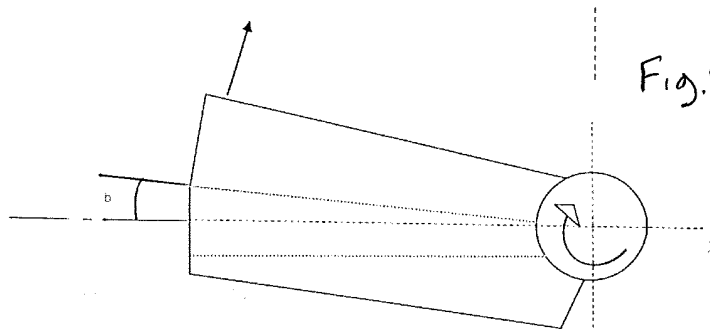


Fig. 3

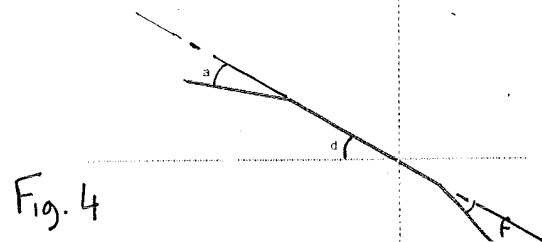
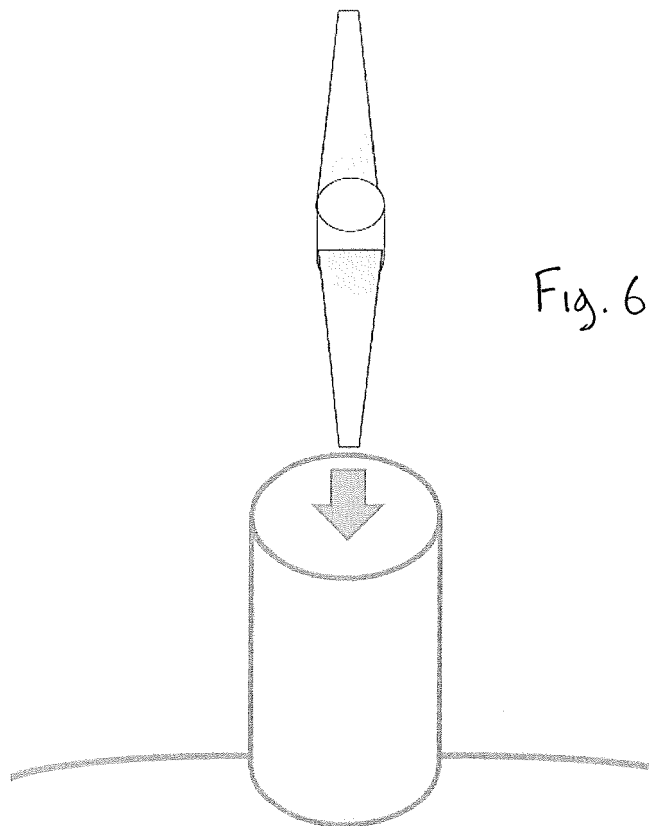
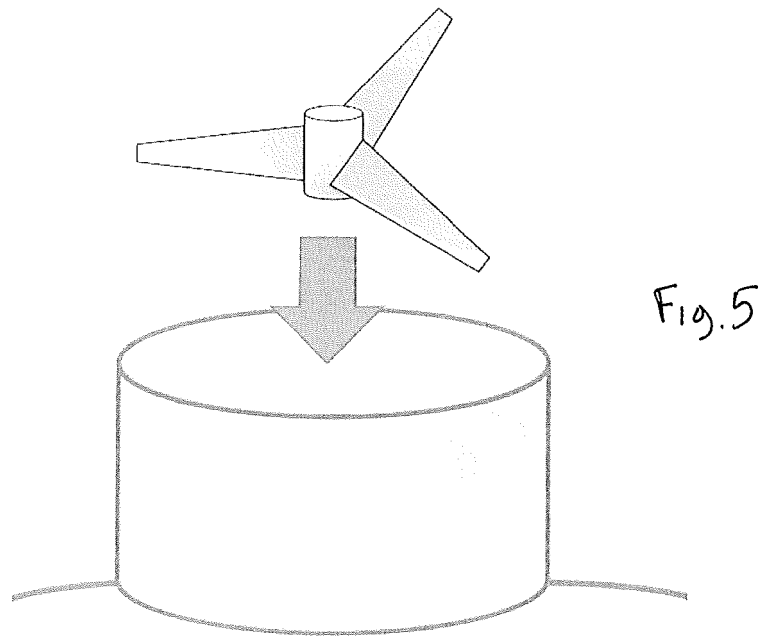
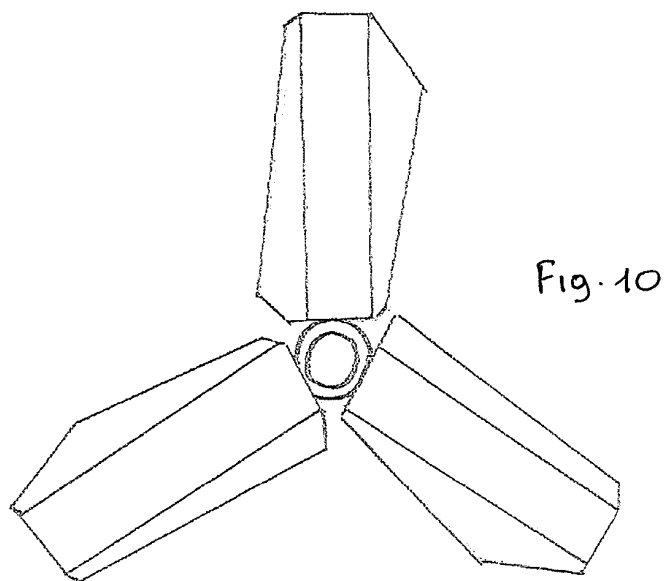
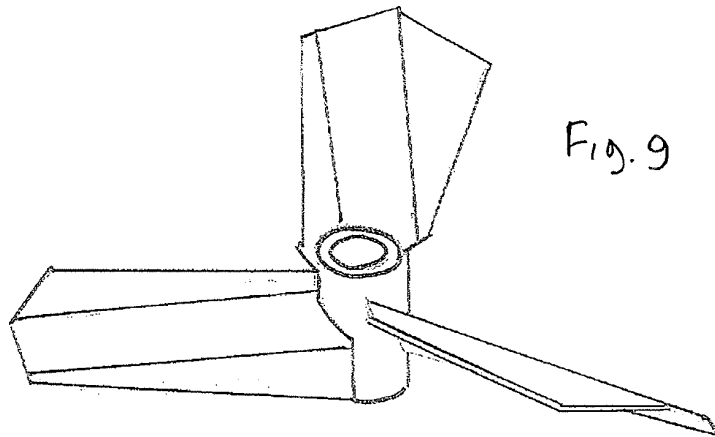
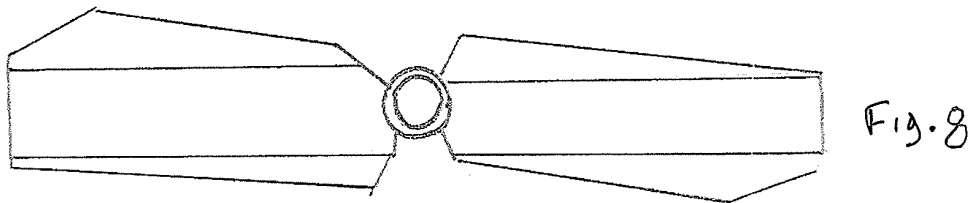
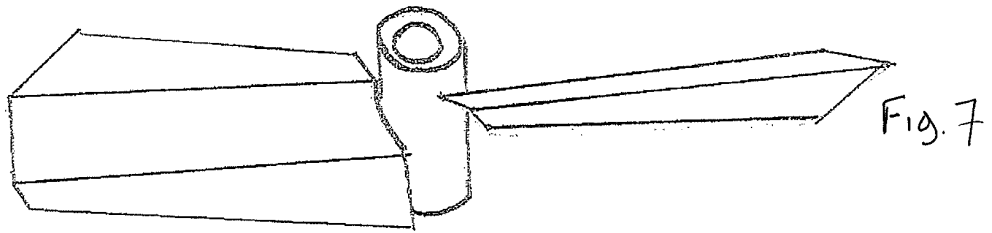


Fig. 4





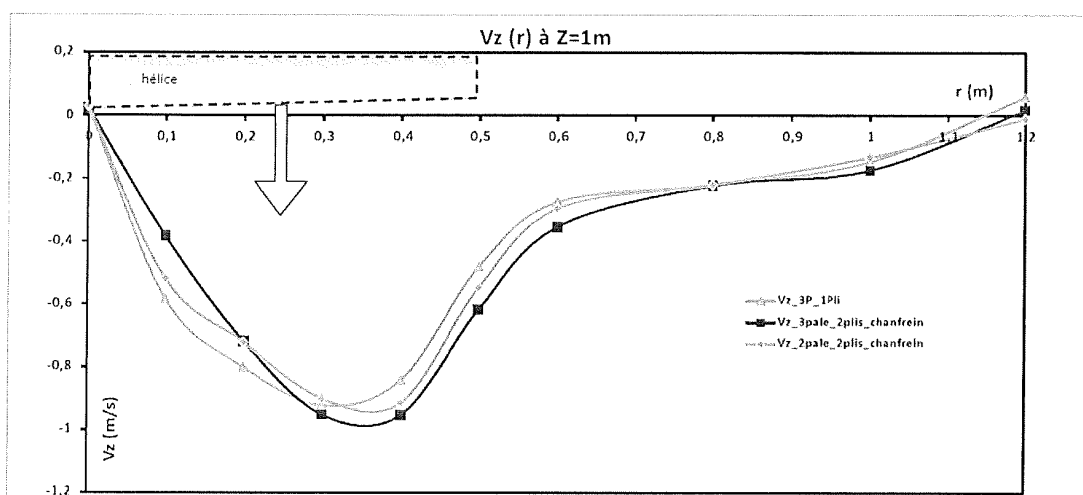
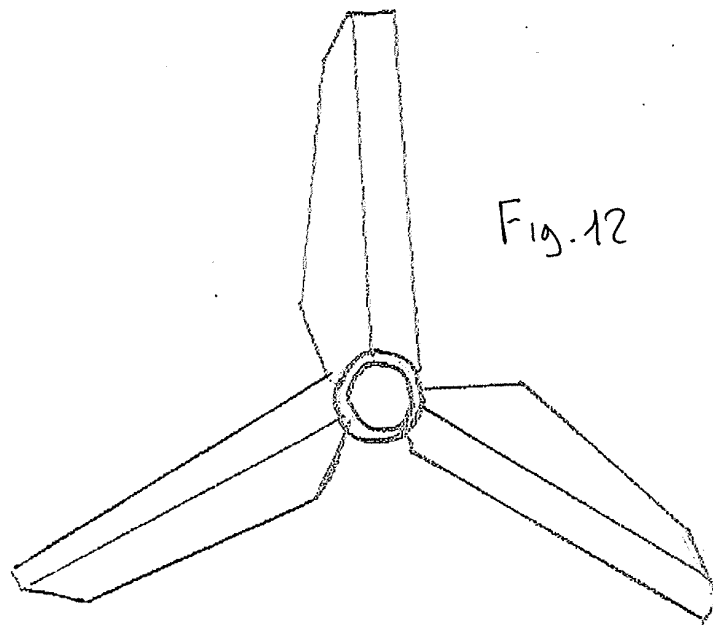
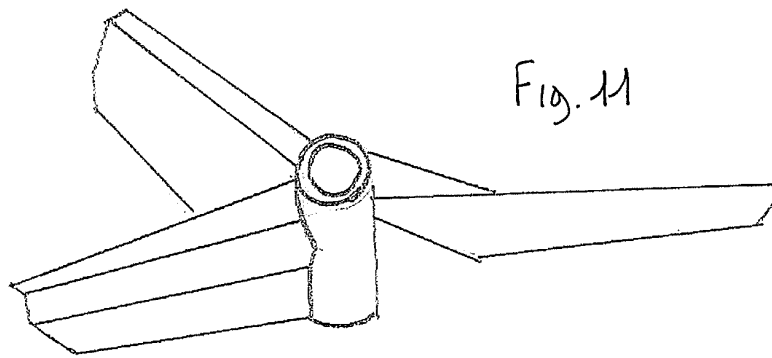


Fig. 13

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 4147437 A [0016]
- FR 1578991 [0016]
- EP 0771586 A1 [0022]
- US 2005243646 A1 [0022]