

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①1 N° de publication : **3 125 278**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **21 07631**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **B 64 C 11/00** (2022.01), B 64 C 27/32, F 04 D 29/28,  
B 63 H 11/10, B 64 C 11/30, B 64 C 27/12

⑫

## BREVET D'INVENTION

**B1**

⑤4 Propulseur vectoriel silencieux.

②2 Date de dépôt : 19.07.21.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 20.01.23 Bulletin 23/03.

④5 Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 06.09.24 Bulletin 24/36.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *GFIC SARL — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : *Fournier Gérard.*

⑦3 Titulaire(s) : *GFIC SARL.*

⑦4 Mandataire(s) :

**FR 3 125 278 - B1**



## Description

### Titre de l'invention : Propulseur vectoriel silencieux

- [0001] La présente invention concerne un nouveau concept de propulseur destiné à remplacer les propulseurs et sustentateurs usuels que sont :
- a. les hélices d'avions ou de bateaux,
  - b. les rotors d'hélicoptères ou de drones,
  - c. les sustentateurs d'avions à décollage vertical,
  - d. les turbosoufflantes des gros avions.
- [0002] Dans tous ces propulseurs usuels, la poussée est obtenue par l'accélération du fluide ambiant dans la direction de l'axe de rotation des pales ou des aubes du rotor. Plus exactement, la poussée est égale à la différence de débit de quantité de mouvement entre le fluide qui sort du disque hélice et celui qui y rentre, conformément à la troisième loi de Newton. On sait optimiser le compromis entre compacité et efficacité selon l'application visée. En effet :
- [0003] – pour une poussée donnée, la vitesse d'éjection est inversement proportionnelle au diamètre du moteur ;
- [0004] – le rapport de la poussée à la puissance mise en jeu, qu'on peut appeler l'efficacité, est à peu près proportionnelle à l'inverse de la vitesse d'éjection.
- [0005] Ainsi l'amélioration de l'efficacité et du rendement entraîne l'augmentation du diamètre du moteur : c'est ce qu'on observe depuis cinquante ans sur les turbosoufflantes des gros avions commerciaux.
- [0006] Toutes ces hélices ou rotors à accélération axiale ont donc, en fonctionnement nominal, une poussée qui est parallèle à la vitesse d'éjection du fluide et dans le sens inverse à cette vitesse. Pour obtenir une contre-poussée, en vue d'un freinage ou d'une marche arrière, il y a trois solutions classiques :
- [0007] – 1) Inverser le sens de rotation de l'hélice ; c'est la solution usuelle pour les navires ;
- [0008] – 2) Inverser le pas de l'hélice, c'est-à-dire tourner les pales de quelques degrés ou dizaines de degrés sur l'arbre d'hélice ; c'est la solution usuelle pour les hélices d'avions ;
- [0009] – 3) Dévier la vitesse d'éjection d'environ  $180^\circ$  au moyen de déflecteurs (ou inverseurs) de flux ; c'est la solution usuelle pour les turbosoufflantes d'avions.
- [0010] L'obtention d'une poussée dans une direction comprise entre  $180$  et  $0^\circ$  par rapport à l'axe de l'avion ou du navire (donc éventuellement dans plusieurs plans radiaux tels que deux plans orthogonaux) n'est pas recherchée dans les produits industriels et commerciaux usuels. De rares appareils disposent toutefois d'une poussée dont l'angle par rapport à leur axe peut être variable. Il y a alors trois catégories de solutions. Ou bien

c'est l'axe des propulseurs qui peut être changé par rapport à l'axe de l'appareil : en aviation, ce sont les convertibles, qui ont entre autres inconvénients un poids de structure élevé et une mécanique complexe ; pour les navires, ce sont les nacelles (dites pods) qui ont les mêmes défauts. Ou bien c'est le flux sortant du propulseur qui est dévié au moyen de déflecteurs ou d'une tuyère orientable : ce sont certains appareils à décollage vertical, quelques chasseurs à haute manœuvrabilité et les fusées. En résumé tous ces propulseurs vectoriels existants utilisent des dispositifs extérieurs au cœur du propulseur. La troisième catégorie, qui permet d'orienter la poussée au cœur même du propulseur, est basée sur la variation cyclique de l'angle de calage des pales. Il y a alors deux principaux domaines de solution. Ou bien l'axe de rotation des pales est perpendiculaire à l'axe de rotation de leur moyeu, c'est le cas des rotors d'hélicoptères, et l'angle de la poussée peut être modifié modérément autour de l'axe de rotation du moyeu en conservant de bonnes performances. Ou bien l'axe de rotation des pales est parallèle à l'axe de rotation de leur support : c'est typiquement le système Voith-Schneider qui donne une poussée dans n'importe quelle direction dans un plan perpendiculaire aux axes de rotation. Dans le mode de propulsion proposé ici, des angles de poussée jusqu'à 90° de l'axe de rotation sont produits par le corps du propulseur lui-même.

[0011] Une deuxième propriété importante des propulseurs est le bruit qu'ils émettent. Des efforts considérables ont été faits pour le réduire, tant dans l'air que dans l'eau. De façon générale ce bruit émis résulte des sources de bruit et de leur transformation en rayonnement sonore. L'origine du bruit dépend fortement de la vitesse de la surface solide qui le crée (environ sa puissance sixième). C'est donc en général l'extrémité des pales. Sur les avions, comme le diamètre des hélices est limité par les dimensions de l'appareil et que la charge des pales est déterminée par les performances de propulsion, le seul moyen principal de diminuer la source de bruit est d'augmenter le nombre de pales de façon à moins charger chacune d'elles. La même démarche s'applique aux sous-marins pour lesquels l'abaissement du niveau de bruit est une priorité essentielle. Pour les turbosoufflantes d'avions, une fois les sources de bruit maîtrisées au mieux, il reste à profiter du carénage qui les entoure pour en diminuer le rayonnement. Il est clair que plus on agrandit cette surface de carénage pour profiter de ses possibilités d'absorption, plus on augmente son poids, ce qui limite évidemment fortement le recours à cette solution. Pour les sous-marins aussi, on a recours au carénage de l'hélice qui prend alors le nom de pompe-hélice ; il y a alors peu de limitation de poids mais il y a des problèmes de structures et les supports du carénage sont à l'origine de nouvelles sources de bruit. Dans le mode de propulsion proposé ici, les sources de bruits sont isolées de l'extérieur par des parois empêchant le rayonnement sonore.

[0012] Dernières propriétés et non les moindres : les performances de propulsion. Deux

rapports permettent de les caractériser pour l'essentiel :

- [0013] – le rapport de la poussée  $F$  à la section  $S$  du propulseur perpendiculaire à son axe de rotation ou poussée surfacique ;
- [0014] – le rapport de la poussée  $F$  à la puissance d'entraînement  $P$ , qui sera appelé efficacité dans la suite de ce texte. Il a été rappelé au début que plus la poussée surfacique est grande, plus l'efficacité est petite.
- [0015] Dans l'air la poussée surfacique est de l'ordre de  $0,2 \text{ N/dm}^2$  (drones),  $2 \text{ N/dm}^2$  (hélicoptères),  $10 \text{ N/dm}^2$  (hélices d'avions) ou  $400 \text{ N/dm}^2$  (turboréacteurs à double flux, c'est-à-dire turbosoufflante + jet). L'efficacité est typiquement de  $100 \text{ N/kW}$  pour les drones ou les hélicoptères,  $10 \text{ N/kW}$  pour les hélices d'avions ou  $5 \text{ N/kW}$  pour les turbosoufflantes.
- [0016] Dans l'eau la poussée surfacique est de l'ordre de  $400 \text{ N/dm}^2$  et l'efficacité tourne autour de  $100 \text{ N/kW}$ , la vitesse en bout de pale étant limitée par la cavitation.
- [0017] Le propulseur décrit ci-dessous peut atteindre ces performances, voire les dépasser. Ce propulseur ou dispositif de sustentation est constitué pour l'essentiel d'un rotor centrifuge. Le fluide y pénètre près de son moyeu et en ressort à la périphérie avec une pression et une vitesse de rotation élevées. Il est essentiel de transformer cette vitesse de rotation en une surpression complémentaire au moyen d'un stator redresseur. Le fluide peut alors évoluer à basse vitesse dans la chambre de compression pour éviter trop de pertes. Il en sort par des tuyères qui l'accélèrent pour obtenir une poussée.
- [0018] Un inconvénient bien connu du rotor centrifuge par rapport à l'hélice est que, le fluide y entrant par une petite fraction de sa surface transverse totale, il ne peut avoir qu'un débit relativement faible et donc ne délivrer qu'une poussée surfacique faible pour des vitesses d'éjection comparables. Pour surmonter ce handicap il faut pouvoir monter plusieurs rotors sur le même axe. Mais attention, il n'est pas question ici de « cascade » ou d'assemblage multi-étages comme il s'en trouve dans les compresseurs axiaux, où un même débit de fluide voit ses propriétés de pression et de vitesse évoluer d'étage en étage. Dans la présente invention, chaque rotor peut avoir les mêmes paramètres de fonctionnement mais les écoulements sont complètement séparés d'un rotor à l'autre. Les électriciens parleraient d'un montage en parallèle au lieu d'un montage en série. Le volume entre deux rotors successifs doit alors comprendre :
- [0019] - une chambre d'admission,
- [0020] – une chambre de compression,
- [0021] – des tuyères d'éjection.
- [0022] En résumé introductif de la présente demande de brevet, le fluide entre dans la chambre d'admission par les parties de l'enveloppe cylindrique entourant les rotors et leurs redresseurs, qui sont laissées libres par les conduits d'éjection. Il passe entre le rotor aval et la chambre de compression amont (de préférence mais il pourrait aussi

passer entre le rotor amont et la chambre de compression aval). Il entre, soit au centre du rotor amont, soit au centre du rotor aval, soit au centre des deux. Il est mis en rotation et donc comprimé par l'un des deux ou les deux rotors. A la sortie d'un rotor il entre dans un stator redresseur puis dans une chambre de compression délimitée de préférence par la paroi cylindrique externe, le rotor amont et la chambre d'admission. C'est à travers cette paroi entre la chambre de compression et la chambre d'admission que s'échappe le fluide dans des tuyères ; le passage des tuyères dans ce plan se trouve de préférence entièrement à l'intérieur de la paroi cylindrique externe. Par contre ces tuyères doivent s'écarter de l'axe pour que le fluide qui en sort soit à l'extérieur de la paroi cylindrique au niveau du rotor aval. Il est toutefois envisageable d'avoir des rotors de diamètre décroissant vers l'aval de façon à bien gérer l'effet de culot terminal. Au prix d'un train d'engrenage entre chaque (ou certains) rotors, leur vitesse de rotation peut être différente de façon à conserver, par exemple, la vitesse tangentielle en sortie de rotor qui détermine le cycle de fonctionnement.

- [0023] Il est également possible de monter « en série » deux modules de propulsion. Alors le module amont ne participe pas directement à la propulsion ; ses tuyères sont remplacées par des conduits transportant le fluide de la chambre de compression du rotor amont au centre du rotor aval. L'intérêt de ce montage en série, bien connu pour les ventilateurs, est de doubler la pression disponible avant l'éjection.
- [0024] Des propulseurs à rotor centrifuge, ayant leur injection et leur éjection de fluide d'un même côté, ont déjà été proposés mais ils n'ont pas connu de succès commercial à cause de leurs mauvaises performances.
- [0025] Le brevet Naschke (WO2009097846) décrit une simple roue dont les pales radiales compressent le fluide sur le bord périphérique, qui redresse en partie l'écoulement dans le sens axial de la propulsion. Le manque de contrôle de l'écoulement et, en particulier, le croisement nécessaire, même s'il est invisible, du flux entrant et du flux sortant, expliquent que ce dispositif ne soit pas utilisé en pratique, à cause de ses mauvaises performances, même s'il est très simple à réaliser.
- [0026] Le brevet Ramondou (FR2970750), assez semblable sur le fond, décrit un meilleur contrôle de l'écoulement mais ne résout pas le problème du croisement des flux entrant et sortant.
- [0027] Selon le brevet de pompe centrifuge Salmson (EP 0 595 675 A1), le fluide est absorbé axialement d'un côté par un conduit et, après compression, ressort axialement dans l'autre sens du même côté par un autre conduit sans qu'il y ait création de poussée. Ce dispositif ne peut pas constituer un propulseur puisqu'il n'inclut pas le captage d'un flux extérieur ni l'éjection dans un espace libre.
- [0028] Dans le projet Jetcopter (marque déposée), l'air comprimé par des compresseurs centrifuges non coaxiaux est dirigé vers des tuyères orientables qui sont les causes de la

poussée (vectorielle). Il n'est pas envisagé de superposer des rotors et, comme la surface d'éjection des tuyères est très petite par rapport à la surface totale du propulseur, il faut s'attendre à une efficacité médiocre.

- [0029] Le fluide aspiré dans un propulseur Schottel, dit « Schottel pump-jet », est éjecté transversalement pour créer une poussée presque perpendiculaire à l'axe de rotation du rotor dans une seule direction (brevet EP 0612657). Selon cet ancien brevet,
- a. la compression est nécessairement semi-axiale donc non centrifuge,
  - b. l'écoulement est guidé dans des conduits de formes complexes entre le rotor de compression et la ou les buses de sortie,
  - c. le fond n'engendre aucune poussée et la volute de guidage non plus.

La direction de la poussée ne peut être modifiée que par rotation de l'ensemble du propulseur.

- [0030] La [Fig.1] est une section de propulseur mono-étage dans un plan contenant l'axe de rotation. La [Fig.2] est un schéma simplifié montrant la disposition des pales d'un rotor et de son stator dans un plan orthogonal à l'axe de rotation. La [Fig.3] est un schéma de la chambre d'admission dans un plan orthogonal à l'axe de rotation. La [Fig.4] est une vue de l'appareil depuis l'aval. La [Fig.5] est une vue de côté montrant la disposition des baies d'admission et des tuyères d'éjection. La [Fig.6] est semblable à la [Fig.1] mais un dispositif de poussée transversale a été ajouté. La [Fig.7] représente un montage en parallèle, sur le même axe, de deux modules de propulsion identiques. La [Fig.8] représente un montage en série de deux modules où le flux de sortie du module amont constitue le flux d'entrée du module aval. La [Fig.9] est une variante de la [Fig.8] où le fluide n'a pas à traverser le moyeu du rotor aval. La [Fig.10] est une variante de la [Fig.3] montrant la base de la chambre d'admission du module aval d'un montage en parallèle. La [Fig.11] est une variante de la [Fig.1] montrant un dispositif inverseur de poussée. La [Fig.12] est semblable à la [Fig.1] mais représente un module où l'injection du fluide se fait à la fois par l'amont et par l'aval. La [Fig.13] est une variante de la [Fig.12] où l'entrée de fluide amont est axiale. La [Fig.14] représente une option de montage en culot.

- [0031] Un mode de réalisation de l'invention, avec des valeurs numériques correspondant à une poussée d'environ 4 Newton (N), va maintenant être décrit en détail avec référence aux figures. Ces valeurs numériques sont celles du premier modèle de recherche non optimisé de l'inventeur, à un seul étage de rotor, qui fonctionne dans l'air. Tous les chiffres donnés correspondent donc à un exemple cohérent de réalisation mais l'invention reste valable pour des chiffres différents et d'autres fluides que l'air.

- [0032] Le propulseur est constitué d'une enceinte, constituant la structure du propulseur, dans laquelle tourne le rotor (2). Ce rotor (2) est muni de douze pales radiales (3) et est mis en rotation par son axe (1) au moyen d'un moteur non représenté sur la [Fig.1].

L'enceinte est constituée, d'amont en aval, par :

- [0033] – Une surface de fermeture (11), munie d'un palier (22) laissant passer l'axe (1) d'entraînement du rotor (2), et qui peut être, comme sur la [Fig.1], un plan circulaire.
- [0034] – Une paroi périphérique (12), de préférence cylindrique, qui contient le rotor (2) et le redresseur (4), la chambre de compression (5) et la chambre d'admission (8) séparées entre elles par la surface (10). Cette paroi périphérique (12) est percée, au niveau de la chambre d'admission (8) par les entrées latérales de fluide (7) qui sont situées entre les tuyères d'éjection (6), comme le montre la [Fig.5].
- [0035] – Une surface de fermeture (9) qui peut être un plan circulaire.
- [0036] Les tuyères (6), représentées au nombre de 4 sur les figures 1, 3, 4 et 5, mais au nombre de 8 dans le modèle de recherche, sont de préférence convergentes pour accélérer le fluide éjecté. Leur entrée se situe dans la chambre de compression (5), à l'intérieur de la paroi périphérique (12). Leur sortie est de préférence située dans le plan de la paroi séparatrice (9), ou un peu en aval, et à l'extérieur de la paroi périphérique (12) en vue de pouvoir monter d'autres modules propulseurs semblables sur le même axe de rotation. Le rapport de leur section d'entrée sur leur section de sortie est de 2 sur le modèle de recherche. Noter que les tuyères (6) pourraient commencer à sortir de la paroi périphérique (12) avant de traverser la paroi séparatrice (10).
- [0037] Les autres dimensions de ce modèle sont :
- [0038] – 420 mm pour le diamètre de la paroi périphérique (12) ;
- [0039] - 100 mm entre les surfaces (11) et (10) ;
- [0040] – 90 mm entre les surfaces (10) et (9) ;
- [0041] – 340 mm pour le diamètre extérieur des 12 pales (3) du rotor (2).
- [0042] Le propulseur fonctionne de la manière suivante. Le fluide pénètre (voir les [Fig 3 et 5]) dans la chambre d'admission (8) par les ouïes latérales (7) qui sont percées dans la paroi périphérique (12) et qui sont de préférence grillagées pour éviter d'absorber des corps étrangers. Le trajet du fluide est représenté par des flèches épaisses en grisé sur les figures. Sur la [Fig.3] la paroi (10) est hachurée pour la clarté du schéma bien qu'il ne s'agisse pas d'une coupe. Le fluide passe ensuite à travers l'ouverture circulaire (13) qui est ménagée au centre de la paroi séparatrice (10). Puis il passe (voir [Fig.1]) entre les pales (3). Les canaux entre les pales (3) peuvent de préférence avoir une section de passage fermée à la base par le moyeu du rotor (2) et, du côté de la chambre de compression (5), par la paroi (14). A la sortie de ces canaux radiaux, la vitesse de rotation du fluide est récupérée en pression par les aubes de redresseur (4), ce qui apparait bien sur la [Fig.2]. Le fluide se trouve alors dans la chambre de compression (5). Puis il entre dans les tuyères convergentes (6), où sa pression décroît et sa vitesse augmente, et il en sort avec la vitesse V. La [Fig.4] montre que toute la section de sortie des tuyères (6) se trouve à l'extérieur de la paroi périphérique (12) de façon à

pouvoir monter sur le même axe de rotation un module de propulsion aval identique. Si  $S_o$  est la section totale de sortie des tuyères (6), la poussée  $F$  est égale à  $\rho S_o V^2$ . Pour un fonctionnement dans l'air avec  $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$  et  $S_o = 0,70 \text{ dm}^2$ ,  $V = 21 \text{ m/s}$  pour une poussée  $F$  de 4 N. La vitesse de rotation est alors de 1895 tours/mn et la puissance délivrée par le moteur de 300 W. La poussée surfacique (pour la surface totale du propulseur de 420 mm de diamètre) est donc  $0,3 \text{ N/dm}^2$  et l'efficacité 13 N/kW.

[0043] En première option, le propulseur est muni d'un dispositif permettant d'obtenir une composante de poussée dans une direction radiale. Ce dispositif est constitué d'une petite tuyère (17) placée dans la chambre de compression (5) et débouchant à l'extérieur par un orifice (15) percé dans la paroi périphérique (12). Cet orifice (15) est muni d'un volet (16) permettant son obturation totale ou partielle. Un seul dispositif est représenté sur les [Fig 5 et 6]. Comme représenté sur cette [Fig.5] cet orifice (15) se trouve, de préférence, à l'aplomb d'une tuyère (6) pour perturber le moins possible l'écoulement de fluide entrant dans le propulseur par les ouïes (7). Il est clair qu'un deuxième dispositif semblable, situé à l'autre extrémité du diamètre qui porte le premier, permet d'obtenir une composante de poussée dans le sens radial inverse. Il est clair également que deux autres dispositifs semblables, situés aux extrémités d'un diamètre orthogonal à celui sur lequel se trouvent les deux premiers, permettent d'obtenir une composante de poussée dans les deux sens dans une direction radiale perpendiculaire à celle des deux premiers dispositifs. Ainsi un avion ou un sous-marin équipé d'un tel ensemble de propulsion peut avoir sa direction contrôlée dans un plan horizontal et dans un plan vertical sans avoir aucun plan de gouverne.

[0044] Il existe aussi une autre solution pour obtenir une composante radiale de poussée. Du fait du positionnement des tuyères (6) de l'intérieur vers l'extérieur de la paroi périphérique (12), la vitesse d'éjection peut avoir une petite composante radiale qui est annulée par celle de la tuyère (6) diamétralement opposée. L'obturation d'une de ces deux tuyères (6) donne alors une composante radiale de poussée. Cette option évidente n'est pas reprise dans les revendications.

[0045] En deuxième option, le propulseur est muni d'un dispositif semblable à celui de la première option mais permettant d'obtenir une composante de poussée dans une direction perpendiculaire à l'axe de rotation faisant un angle avec le rayon du fait de l'orientation de sa tuyère (17) dans une direction non purement radiale. L'association de deux tels dispositifs, placés aux extrémités d'un même diamètre, permet d'obtenir une action de roulis c'est-à-dire une mise en rotation autour de l'axe du propulseur. Deux autres dispositifs situés à l'extrémité d'un autre diamètre et faisant un angle inverse par rapport au rayon permettent d'obtenir une action de roulis dans le sens inverse, c'est-à-dire que le propulseur permet alors de contrôler la position en roulis du navire ou de l'avion sans aucun plan de gouverne.



- [0046] En troisième option, le propulseur est muni d'un dispositif inverseur de jet en vue de produire une contre-poussée (une poussée de sens inverse). La [Fig.11] représente un exemple d'un tel inverseur. La face interne (26) de chaque tuyère (6) comporte un volet (28) orientable autour d'un axe (30). La face externe (27) de chaque tuyère (6) comporte une partie (29) orientable autour d'un axe (31). Sur la partie droite de cette [Fig.11] la tuyère (6) est en position normale de poussée : le volet (28) est appliqué contre la paroi interne (26) et la partie (29) est relevée dans le prolongement de la face externe (27) pour constituer la tuyère (6). Sur la partie gauche de cette [Fig.11] la tuyère (6) est en position de contre-poussée : le volet (28) est écarté vers l'extérieur pour retourner l'écoulement et la partie (29) est retournée pour être appliquée contre la paroi périphérique (12).
- [0047] En quatrième option, certaines parois de la chambre de compression et des tuyères, voire de la chambre d'admission, sont munies de revêtements absorbant le son afin de réduire le bruit émis par le propulseur.
- [0048] En cinquième option, deux propulseurs semblables ou plus sont montés côte à côte en parallèle sur le même axe, c'est-à-dire que leurs circuits de fluide sont séparés, de façon à doubler (ou plus s'il y en a plus de deux) la poussée totale en conservant le cycle opératoire de chacun. La [Fig.7] montre bien deux modules identiques, à ceci près que le module amont a un dispositif de poussée transverse (15, 16 et 17) et que le module aval n'en a pas. Tous les composants sont repérés par le même nombre auquel un «'» est ajouté pour le module aval. La [Fig.10] correspond à une variante du montage parallèle. Comme la [Fig.3], cette [Fig.10] représente une section de chambre d'admission juste en aval de la paroi qui la sépare de la chambre de compression ; mais il s'agit ici du module aval où tous les composants sont repérés par des chiffres suivis d'un «'». Les tuyères (6) du module amont sont prolongées par des canaux semi-ouverts (25) constitués de la paroi périphérique (12') et de lames (24) qui sont le prolongement vers l'aval des côtés des tuyères amont (6). Ce guidage a pour but d'éviter que le fluide éjecté en amont perturbe l'admission du fluide par les ouïes latérales (7'). Ces lames de guidage (24) peuvent s'étendre jusqu'à la paroi terminale aval (9') du module aval ou même au-delà. Si la base (11') du module aval a un diamètre plus petit que la paroi aval (9) du module amont, les tuyères (6) n'ont pas à sortir complètement de la paroi périphérique (12) mais simplement à être à l'extérieur de la paroi périphérique (12').
- [0049] En sixième option, deux propulseurs semblables ou plus sont montés côte à côte sur le même axe d'entraînement, en série, c'est-à-dire que le fluide sortant du propulseur amont est canalisé vers l'entrée du propulseur aval de façon à obtenir dans la chambre de compression du propulseur aval une pression supérieure à celle du module amont. Les deux modules présentent alors quelques différences. Sur la [Fig.8] le module

amont n'a pas de tuyères (6) de propulsion ; ces tuyères sont remplacées par des conduits (18) transportant le fluide de la chambre de compression (5) du module amont vers le centre du rotor aval. Les entrées de fluide (7) apparaissent pour mémoire sur ce schéma bien qu'elles soient en fait dans des plans situés en dehors des passages (18). Le moyeu (2') du rotor aval est alors percé de canaux (19') permettant le passage du fluide vers les pales (3'). L'espace (8') n'est plus une chambre d'admission mais un simple volume mort où ne circule aucun fluide. En conséquence la paroi (10') ne comporte pas d'ouverture. Un autre arrangement de montage en série est représenté sur la [Fig.9]. Le moyeu (2') du rotor aval est renversé de façon à ce qu'il n'ait pas à être traversé par un courant de fluide. Les conduits amont (18) débouchent alors directement sur une chambre d'admission aval (8') qui alimente les pales (3'). Les canaux inter-pales sont toujours formés par les pales (3'), le moyeu (2') et une paroi (14') mais cette paroi (14') se trouve en amont du moyeu (2') alors que la paroi (14) est en aval du moyeu (2) sur le module amont. Sur cette [Fig.9] l'arbre (1) est tenu par un second palier (20') fixé à la paroi (10') en plus du palier (22) fixé à la paroi (11). Cet arbre (1) traverse un joint d'étanchéité (21') fixé à la paroi (11') car les pressions dans les chambres d'admission (8) et (8') sont différentes. L'espace (23') est alors un volume mort et non une chambre d'admission. Sa seule raison d'être est de permettre aux tuyères (6') d'aller de l'intérieur à l'extérieur de la paroi périphérique (12').

[0050] En septième option, le propulseur comprend au moins trois modules semblables dont deux montés en série ou deux montés en parallèle.

[0051] En huitième option, l'entrée du fluide se fait à la fois par l'amont et par l'aval du rotor. Sur la [Fig.12] l'arbre (1) est tenu par deux paliers : le palier (20) fixé à la paroi aval (9) et le palier (22) fixé à la paroi amont (11). Le moyeu du rotor (2) porte alors deux ensembles de pales (3) recevant le fluide de deux chambres d'admission (8) distinctes : les pales amont reçoivent le fluide de la chambre d'admission amont et les pales aval celui de la chambre d'admission aval. De même qu'en aval le fluide traverse la paroi (10) par l'orifice (13), il traverse en amont la paroi (32) par l'orifice (33). Les deux flux se rejoignent dans la chambre de compression (5) puis sont éjectés par les tuyères (6). Noter que la chambre d'admission (8) amont peut aussi servir de chambre d'admission (8) aval d'un autre module en amont et que la chambre d'admission (8) aval peut aussi servir de chambre d'admission (8) amont d'un autre module en aval.

[0052] Pour un montage en tête de l'appareil propulsé, la [Fig.13] est une variante de la [Fig.12] où l'entrée de fluide amont est axiale, pour bénéficier d'une grande section et d'une bonne récupération de l'énergie cinétique entrante (mais au prix d'une trainée due à la face avant non débitante).

[0053] En neuvième option, le dernier étage aval (éventuellement unique étage), est configuré pour une éjection centrale axiale de façon à éviter l'effet de culot. Sur la

- [Fig.14] les tuyères (6) se rejoignent et le fluide est éjecté par une sortie unique (35).
- [0054] La génération de la poussée avec le dispositif proposé permet d'utiliser des propulseurs nouveaux plus compacts, moins lourds, moins bruyants, que les propulseurs usuels et avec un meilleur rendement. Le rotor étant caréné, ils sont aussi moins dangereux que des hélices libres.
- [0055] Les exemples décrits ci-dessus ne sont pas limitatifs. Le nombre des pales (3) du rotor (2), leurs formes, leurs positions, leurs dimensions peuvent être différents de ceux apparaissant dans le texte ou sur les figures. Les divers diamètres et hauteurs également. La vitesse de rotation et la nature du fluide aussi.
- [0056] L'application de l'invention à une fabrication industrielle de propulseurs à rotors centrifuges peut utiliser des moteurs électriques ou thermiques déjà existants. L'innovation concerne la possibilité d'obtenir efficacement une poussée dans un volume réduit avec un rotor centrifuge caréné, a priori moins bruyant et moins dangereux qu'une hélice libre, et susceptible de fournir une composante de poussée non axiale.
- [0057] Pour un sous-marin, on donnera la priorité au faible niveau sonore. A cette fin la paroi périphérique (12) pourra être dans le prolongement de la coque (et équipée du même matériau anti-réfléchissant aux ondes sonar) de façon que ce grand diamètre permette de fonctionner à très basse vitesse de rotation. Contrairement aux hélices les pales du rotor peuvent être très longues puisque la rigidité de la structure est assurée par les parois amont et aval des canaux radiaux. Si le propulseur est muni des options de poussées transversales, le sous-marin garde toute sa manœuvrabilité, même à vitesse nulle, sans avoir à être équipé d'aucun plan de gouverne.
- [0058] Pour un grand navire rapide, tel qu'un porte-avions, on profitera à la fois du plus grand diamètre possible et de la multiplication du nombre d'étages (voire même de vitesses de rotation plus grandes) pour dépasser nettement les possibilités des hélices. Après optimisation du propulseur, un seul étage devrait être compétitif avec les hélices ordinaires. Quelques étages devraient faire mieux que les meilleures hélices marines.
- [0059] Les torpilles, pour lesquelles on recherche de grandes vitesses, peuvent aussi être équipées de dispositifs multi-étages à vitesse de rotation élevée pour obtenir des poussées quasiment illimitées.
- [0060] Pour les avions, sans empennage ni plan de dérive, on choisira des diamètres égaux ou proches de celui du fuselage, sans pénalité de traînée, et on recherchera des compromis entre vitesse de rotation et nombre d'étages, selon les spécifications voulues, avec une parfaite maîtrise du bruit. Là aussi, après optimisation du propulseur, un seul étage devrait être compétitif avec les hélices aériennes les meilleures. Si le propulseur est monté sur le nez de l'avion, l'entrée d'air peut se faire par l'amont, avec ou sans entrée d'air latérale aval.
- [0061] EN RESUME :

- [0062] Point technique n°1 : dispositif de propulsion ou de sustentation constitué d'un rotor centrifuge (2) muni de pales (3) tournant dans une enceinte,
- [0063] caractérisé en ce que :
- a. Les faces amont (11) et aval (9) orthogonales à l'arbre d'entraînement (1) sont des surfaces continues dont les diamètres sont égaux ou voisins de façon à permettre éventuellement le montage de plusieurs modules de propulsion sur un même arbre ;
  - b. Les tuyères (6) ont leur base à l'intérieur de la paroi périphérique (12) et leur sortie à l'extérieur de cette même paroi (12) ou tout au moins à l'extérieur de la face amont (11') d'un module aval si ce dernier a un diamètre plus petit.
  - c. La totalité ou une partie de l'entrée du fluide se fait par des entrées latérales (7) percées dans la paroi périphérique (12) entre les tuyères (6).
- [0064] Point technique n°2 : dispositif de propulsion ou de sustentation suivant le point technique n°1 permettant d'obtenir une ou plusieurs composantes radiales de la poussée,
- [0065] caractérisé en ce que chacune de ces composantes est créée par une tuyère (17) dont l'éjection est dirigée suivant un rayon du dispositif, cette éjection se faisant par un orifice (15) percé dans la paroi périphérique (12) de la chambre de compression (5) dans le même plan diamétral qu'une tuyère (6) ou à proximité, cet orifice (15) pouvant être obturé en tout ou en partie par un volet (16).
- [0066] Point technique n°3 : dispositif de propulsion ou de sustentation suivant le point technique n° 1 permettant d'obtenir une ou plusieurs composantes de la poussée, orthogonales à l'axe de rotation et faisant un angle avec la direction radiale,
- [0067] caractérisé en ce que chacune de ces composantes est créée par une tuyère (17) dont l'éjection est dirigée orthogonalement à l'axe de rotation et suivant une direction formant un angle non nul avec la direction radiale, cette éjection se faisant par un orifice (15) percé dans la paroi périphérique (12) de la chambre de compression (5) dans le même plan diamétral qu'une tuyère (6) ou à proximité, cet orifice (15) pouvant être obturé en tout ou en partie par un volet (16).
- [0068] Point technique n°4 : dispositif de propulsion ou de sustentation suivant le point technique n°1 comportant un inverseur du sens de la poussée,
- [0069] caractérisé en ce que les tuyères (6) comportent :
- a. Sur leur face externe (27) une partie mobile (29) qui peut se rabattre autour d'un axe (31) le long de la paroi périphérique (12) ;
  - b. Sur leur face interne (26) une partie mobile (28) qui peut pivoter autour d'un axe (30) pour prendre une position à l'extérieur de la paroi périphérique (12).
- [0070] Point technique n°5 : dispositif de propulsion ou de sustentation suivant le point technique n° 1 comportant des revêtements absorbants sur les parois internes de la

chambre de compression (5) et des tuyères (6) pour diminuer le bruit.

[0071] Point technique n°6 : dispositif de propulsion ou de sustentation suivant le point technique n°1 comportant plusieurs modules montés sur le même arbre d'entraînement pour augmenter la poussée,

[0072] caractérisé en ce que :

- a. les entrées de fluide dans chaque module sont séparées (montage dit en parallèle) ;
- b. les tuyères (6) d'un module amont peuvent être prolongées le long du module aval suivant par des canaux semi-ouverts (25) constitués par la paroi périphérique (12') du module aval et deux lames latérales (24) prolongeant les parois latérales des tuyères (6).

[0073] Point technique n°7 : dispositif de propulsion ou de sustentation suivant le point technique n°1 comportant plusieurs modules montés sur le même arbre d'entraînement pour augmenter la poussée,

[0074] caractérisé en ce que le fluide sortant d'un module amont est injecté dans son module aval (montage dit en série), les tuyères du module amont étant alors remplacés par des canaux de transfert (18) allant de la périphérie du module amont vers le centre du module aval, ce module aval n'ayant pas d'autre entrée de fluide.

[0075] Point technique n°8 : dispositif de propulsion ou de sustentation suivant le point technique n°1, comportant au moins trois modules montés sur le même arbre d'entraînement pour augmenter la poussée,

[0076] caractérisé en ce que au moins deux modules sont montés en parallèle ou au moins deux modules sont montés en série.

[0077] Point technique n°9 : dispositif de propulsion ou de sustentation suivant le point technique n°1, comportant une autre entrée de fluide,

[0078] caractérisé en ce que :

- a. Une partie du fluide entre dans le propulseur en aval du rotor (2) par des ouïes (7) et une chambre d'admission (8) ;
- b. Une autre partie du fluide entre dans le propulseur en amont du rotor (2) par d'autres ouïes (7) et une autre chambre d'admission (8).

## Revendications

- [Revendication 1] Dispositif de propulsion ou de sustentation constitué d'un module de propulsion, le module de propulsion comprenant un rotor centrifuge (2) muni de pales (3) tournant dans une enceinte, cette enceinte étant constituée, d'amont en aval dans le sens d'un flux de fluide à propulser, par :
- une surface de fermeture (11) amont de plan circulaire, munie d'un palier (22) laissant passer l'arbre d'entraînement (1) du rotor (2),
  - plusieurs entrées latérales (7) de fluide assurant la totalité ou une partie de l'entrée du fluide dans une chambre d'admission (8),
  - plusieurs tuyères d'éjection (6), de préférence convergentes, pour accélérer le fluide éjecté dans une direction voisine de celle de l'axe de rotation du rotor (2),
  - une paroi périphérique (12) percée, au niveau de la chambre d'admission (8), par les entrées latérales (7) qui sont situées entre les tuyères d'éjection (6),
  - une surface de fermeture (9) aval de plan circulaire ;
- les surfaces de fermeture amont (11) et aval (9) orthogonales à l'arbre de transmission (1) sont des surfaces continues dont les diamètres sont égaux ou voisins de façon à permettre éventuellement le montage de plusieurs modules de propulsion sur un même arbre (1) ;
- les tuyères d'éjection (6) ont leur base à l'intérieur de la paroi périphérique (12) et leur sortie à l'extérieur de cette même paroi (12) ou tout au moins radialement à l'extérieur de la face amont (11') d'un module aval si la surface amont de ce dernier a un diamètre plus petit que le diamètre de la surface aval d'un module amont.
- [Revendication 2] Dispositif de propulsion ou de sustentation suivant la revendication [1] comportant plusieurs modules montés sur le même arbre d'entraînement pour augmenter la poussée, les entrées de fluide dans chaque module étant séparées (montage dit en parallèle), caractérisé en ce que les tuyères (6) d'un module amont peuvent être prolongées le long du module aval suivant par des canaux semi-ouverts (25) constitués par la paroi périphérique (12') du module aval et deux lames latérales (24) prolongeant les parois latérales des tuyères (6).
- [Revendication 3] Dispositif de propulsion ou de sustentation suivant la revendication [1] comportant plusieurs modules montés sur le même arbre d'entraînement pour augmenter la poussée,

Caractérisé en ce que le fluide sortant d'un module amont est injecté dans son module aval (montage dit en série), les tuyères du module amont étant alors remplacés par des canaux de transfert (18) allant de la périphérie du module amont vers le centre du module aval, ce module aval n'ayant pas d'autre entrée de fluide.

[Revendication 4] Dispositif de propulsion ou de sustentation suivant la revendication [1] comportant au moins trois modules montés sur le même arbre d'entraînement pour augmenter la poussée,

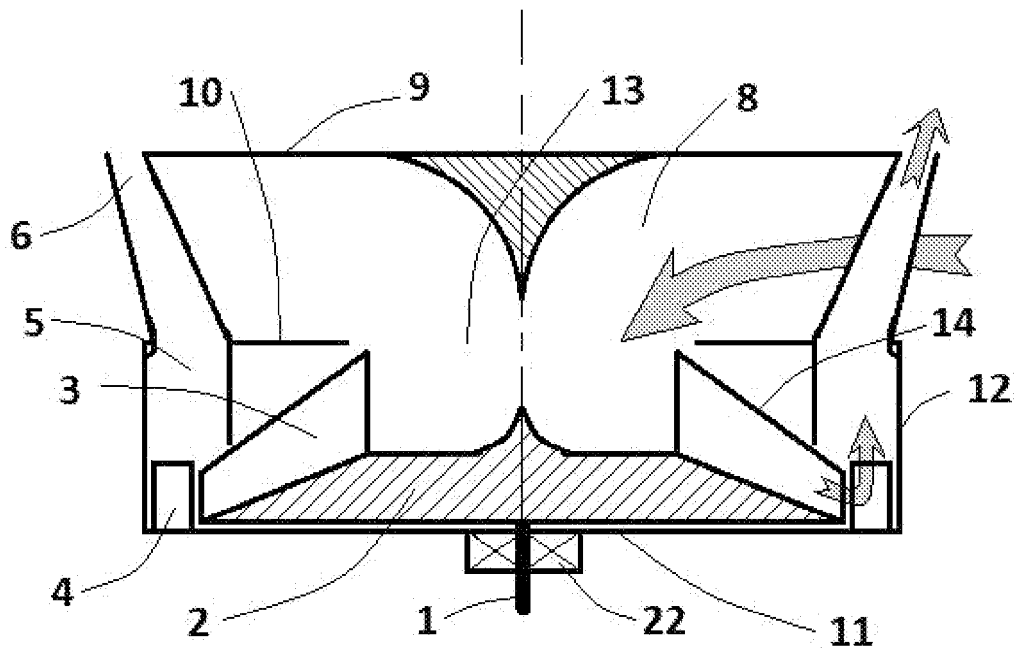
Caractérisé en ce que au moins deux modules sont montés en parallèle ou au moins deux modules sont montés en série.

[Revendication 5] Dispositif de propulsion ou de sustentation suivant la revendication [1] comportant une autre entrée de fluide,

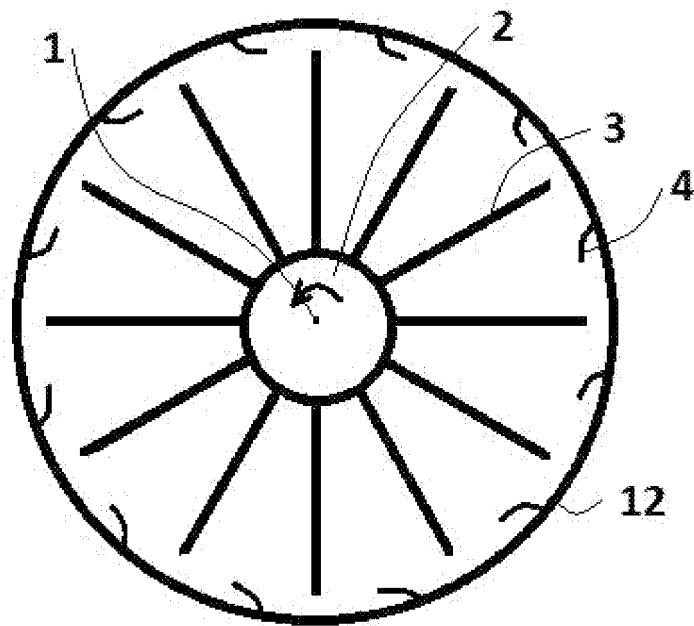
Caractérisé en ce que :

- a. Une partie du fluide entre dans le propulseur en aval du rotor (2) par des ouïes (7) et une chambre d'admission (8) ;
- b. Une autre partie du fluide entre dans le propulseur en amont du rotor (2) par d'autres ouïes (7) et une autre chambre d'admission (8).

[Fig. 1]

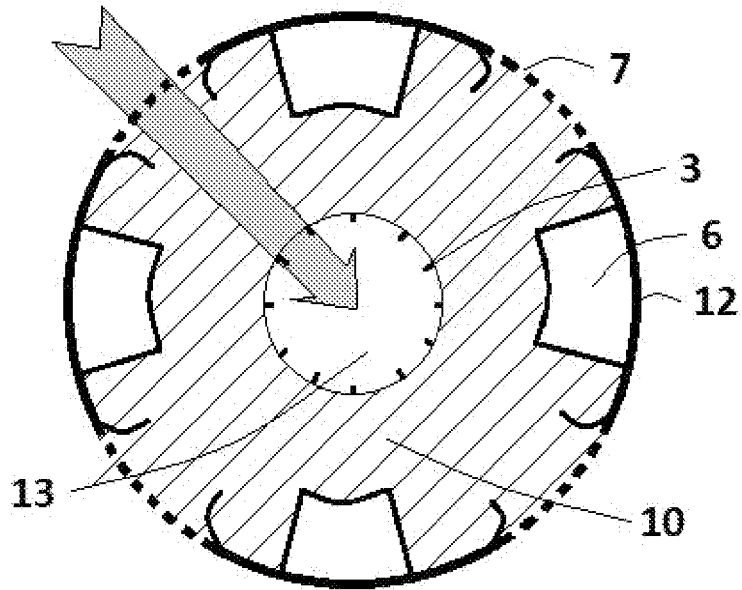


[Fig. 2]

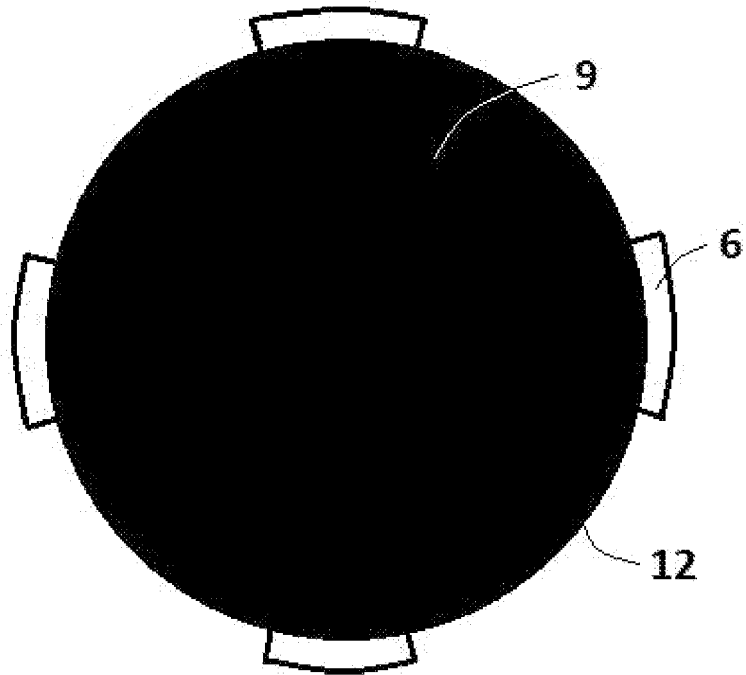




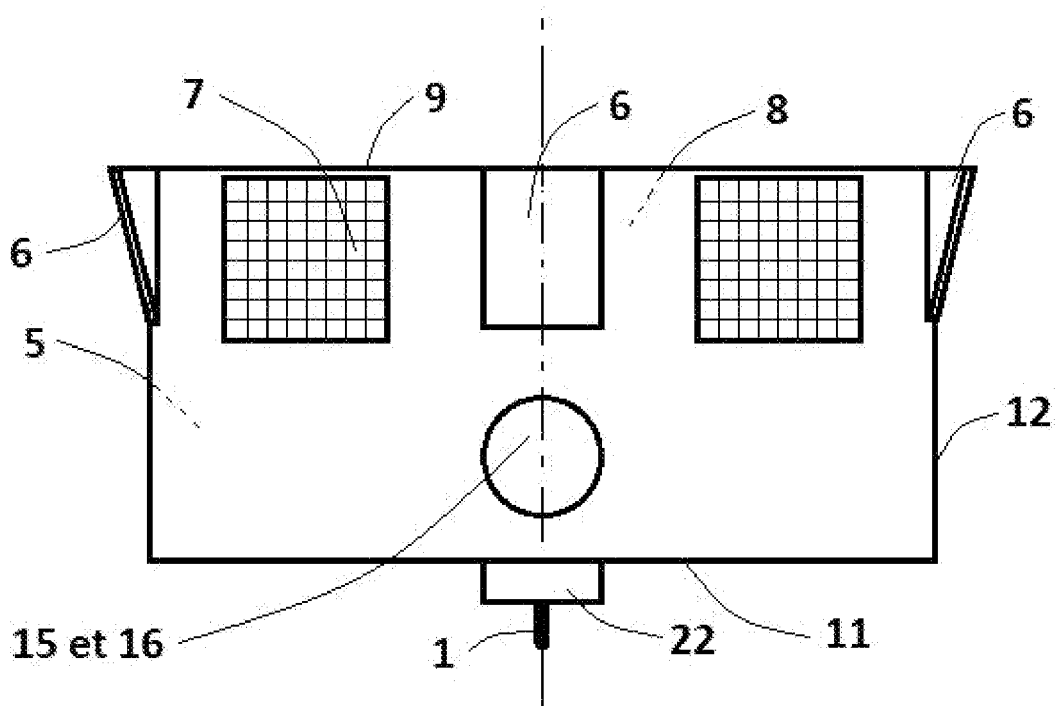
[Fig. 3]



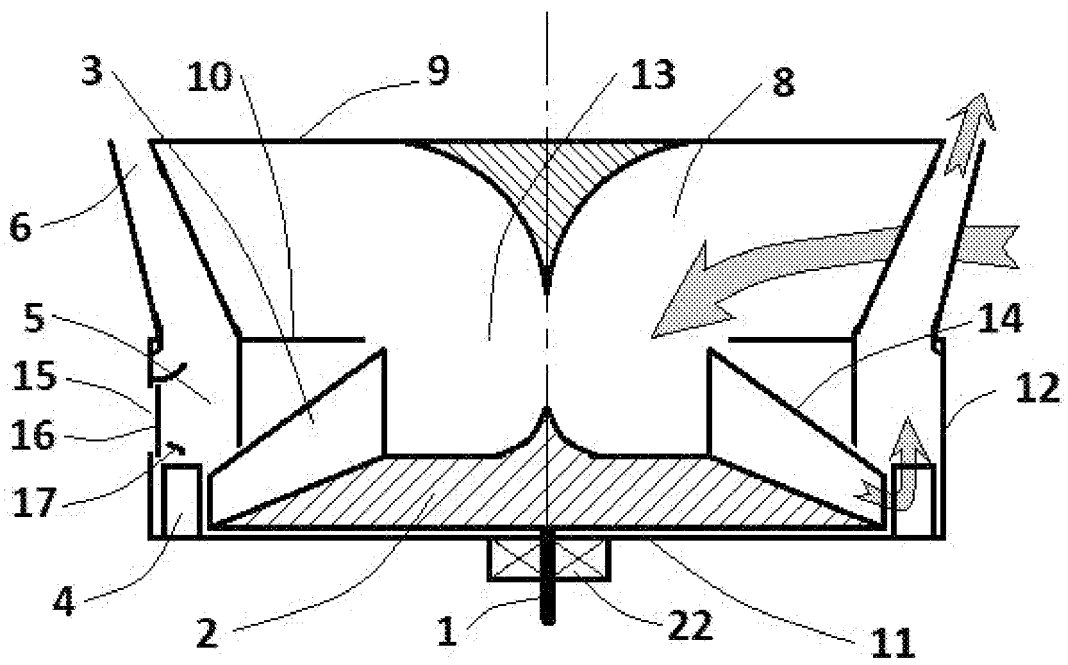
[Fig. 4]



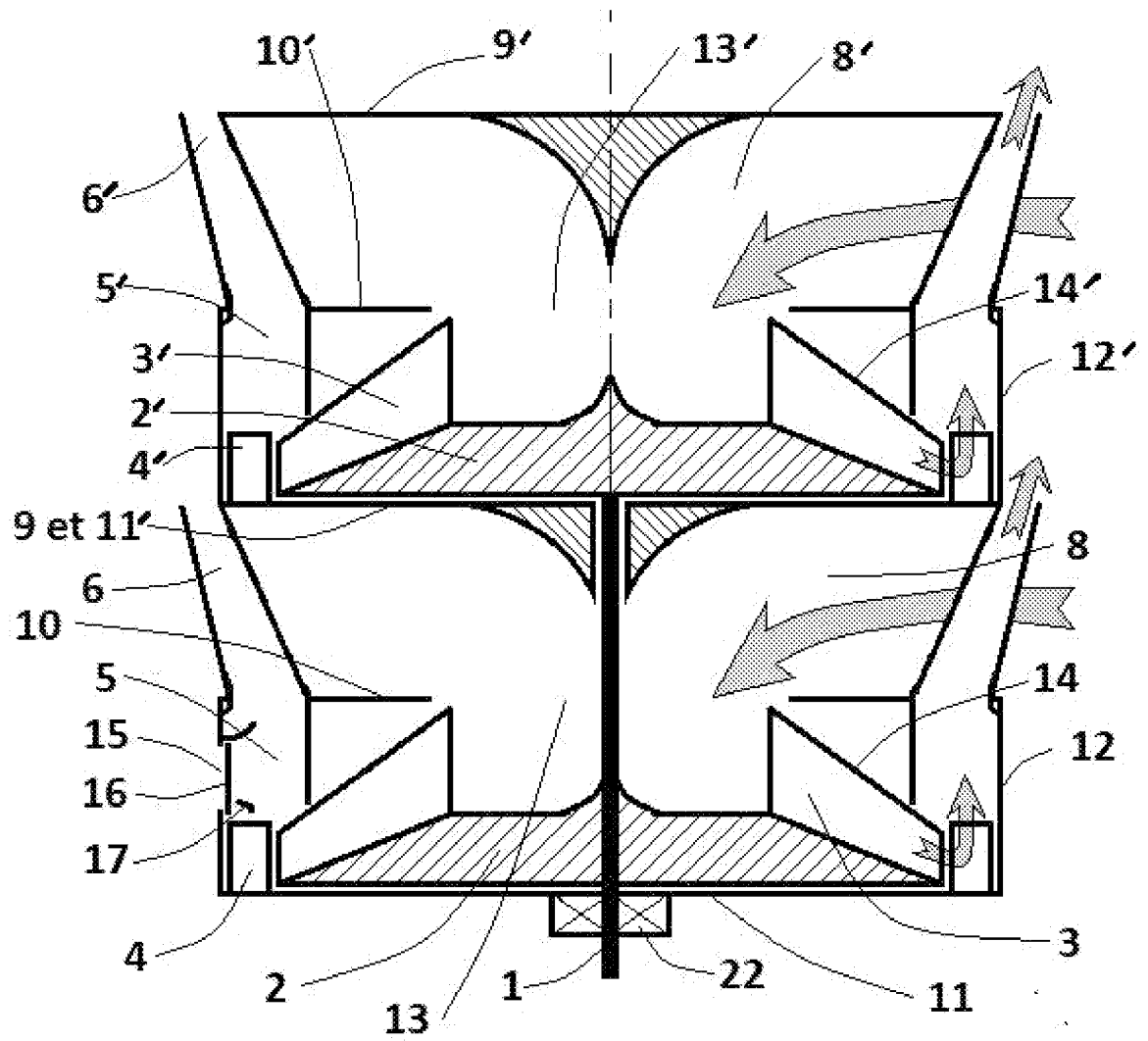
[Fig. 5]



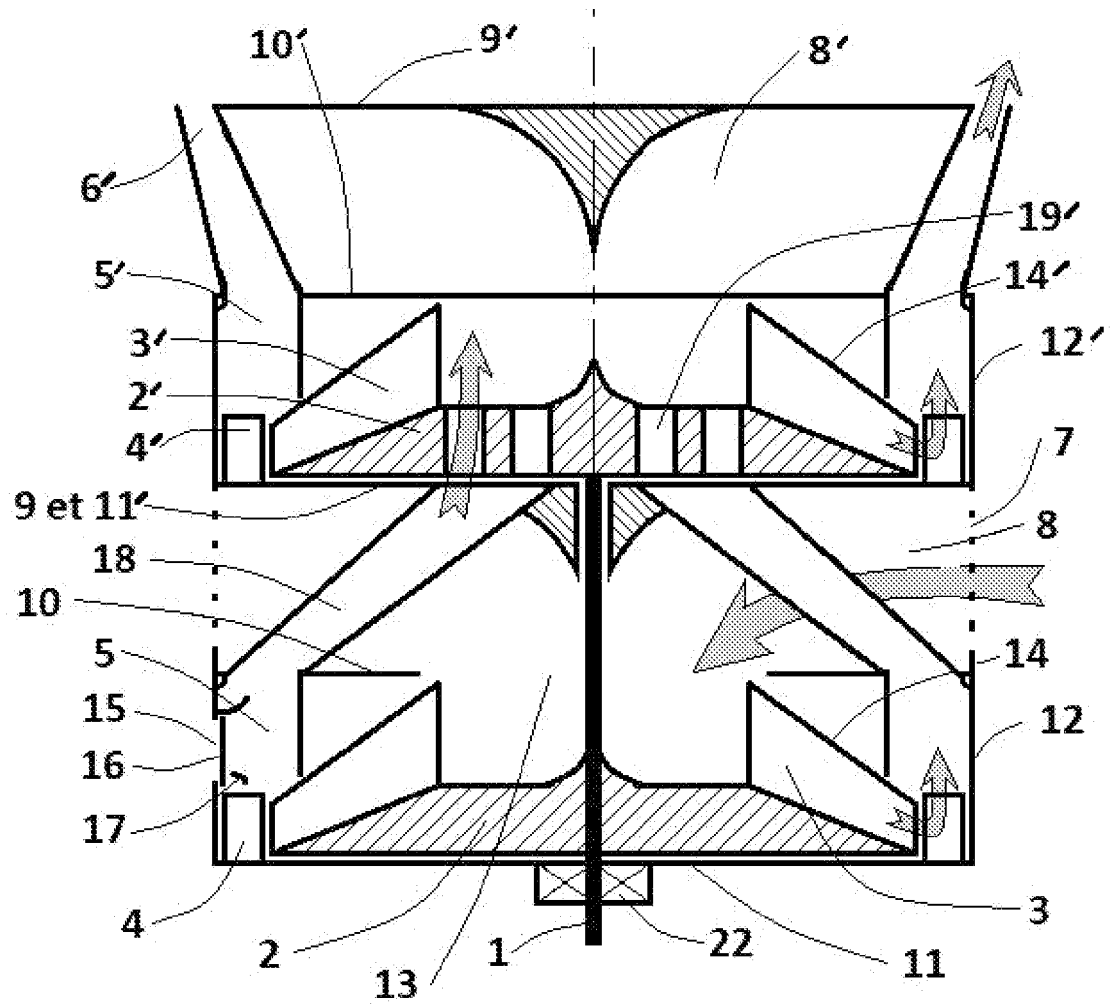
[Fig. 6]



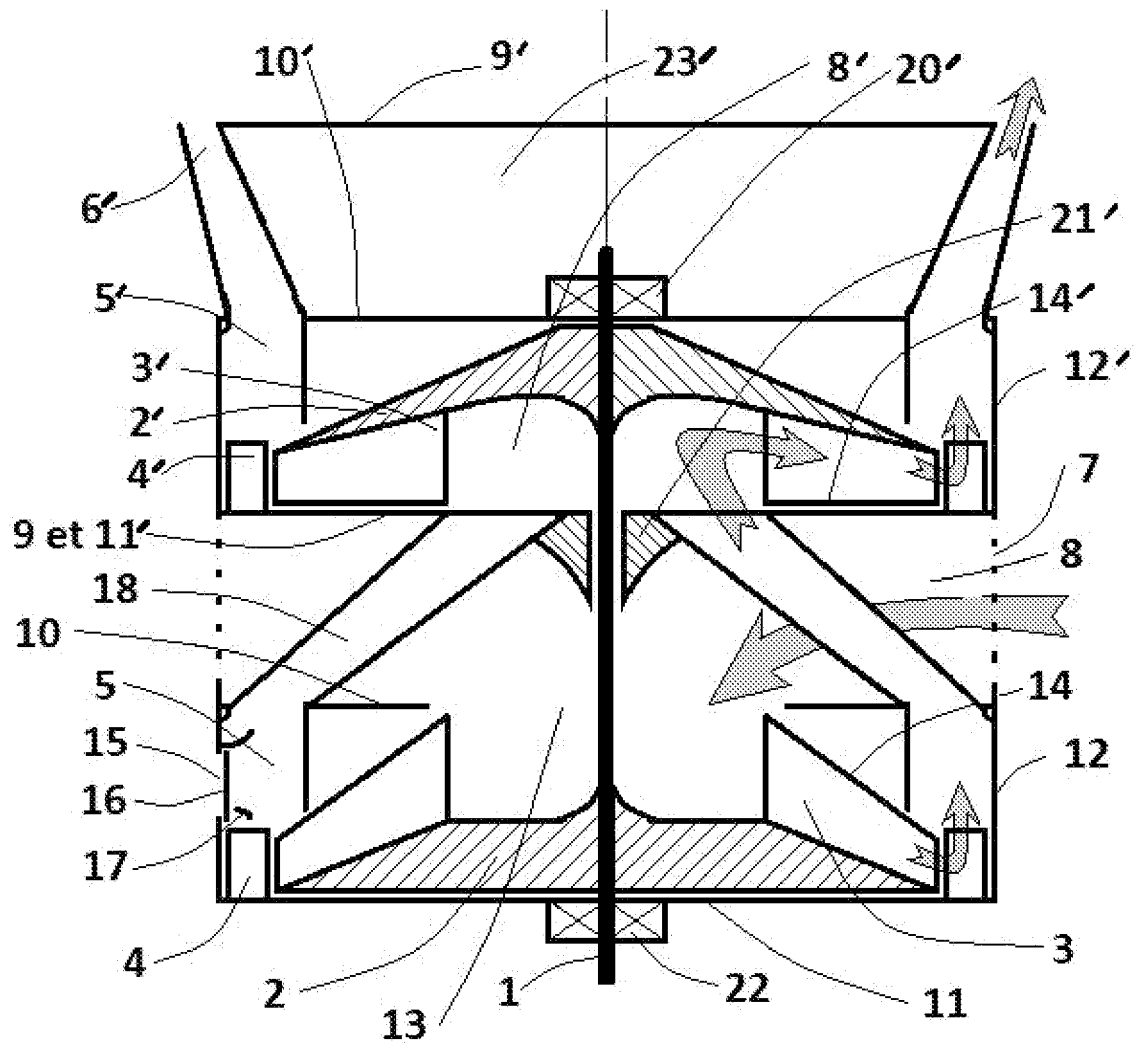
[Fig. 7]



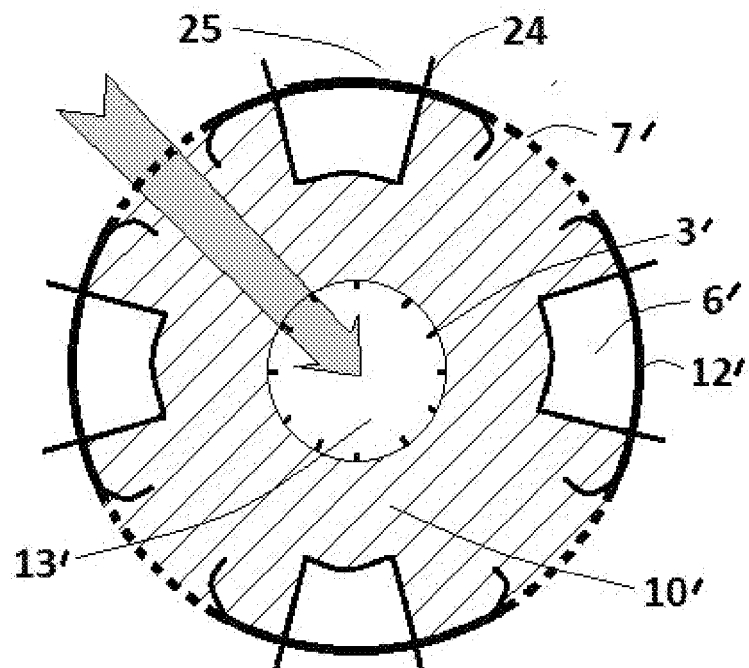
[Fig. 8]



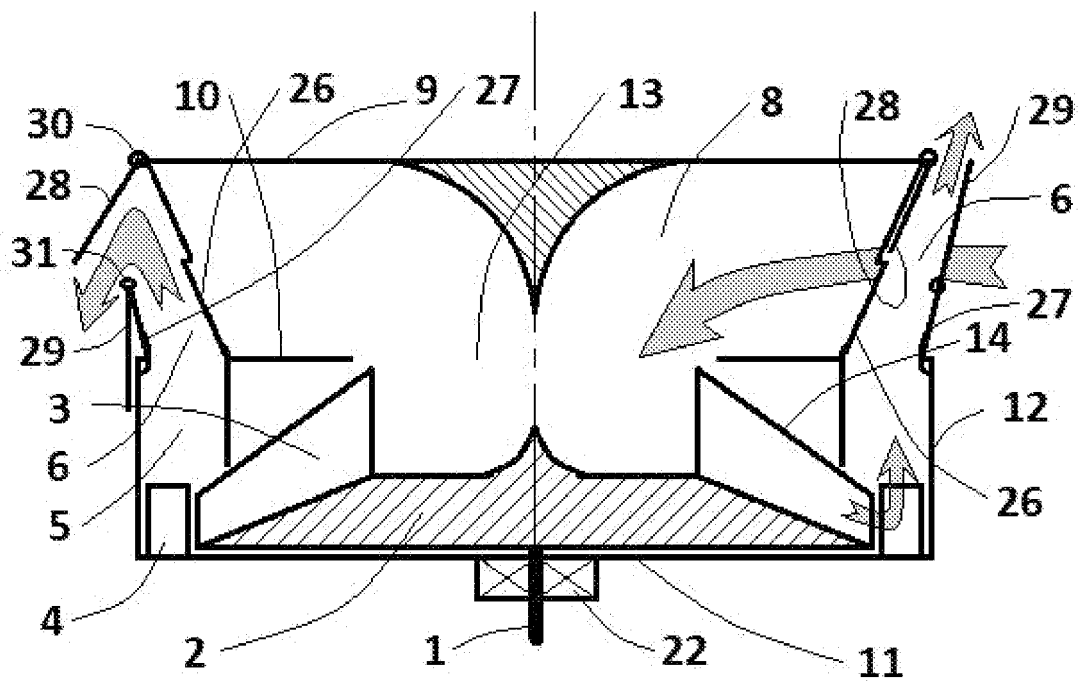
[Fig. 9]



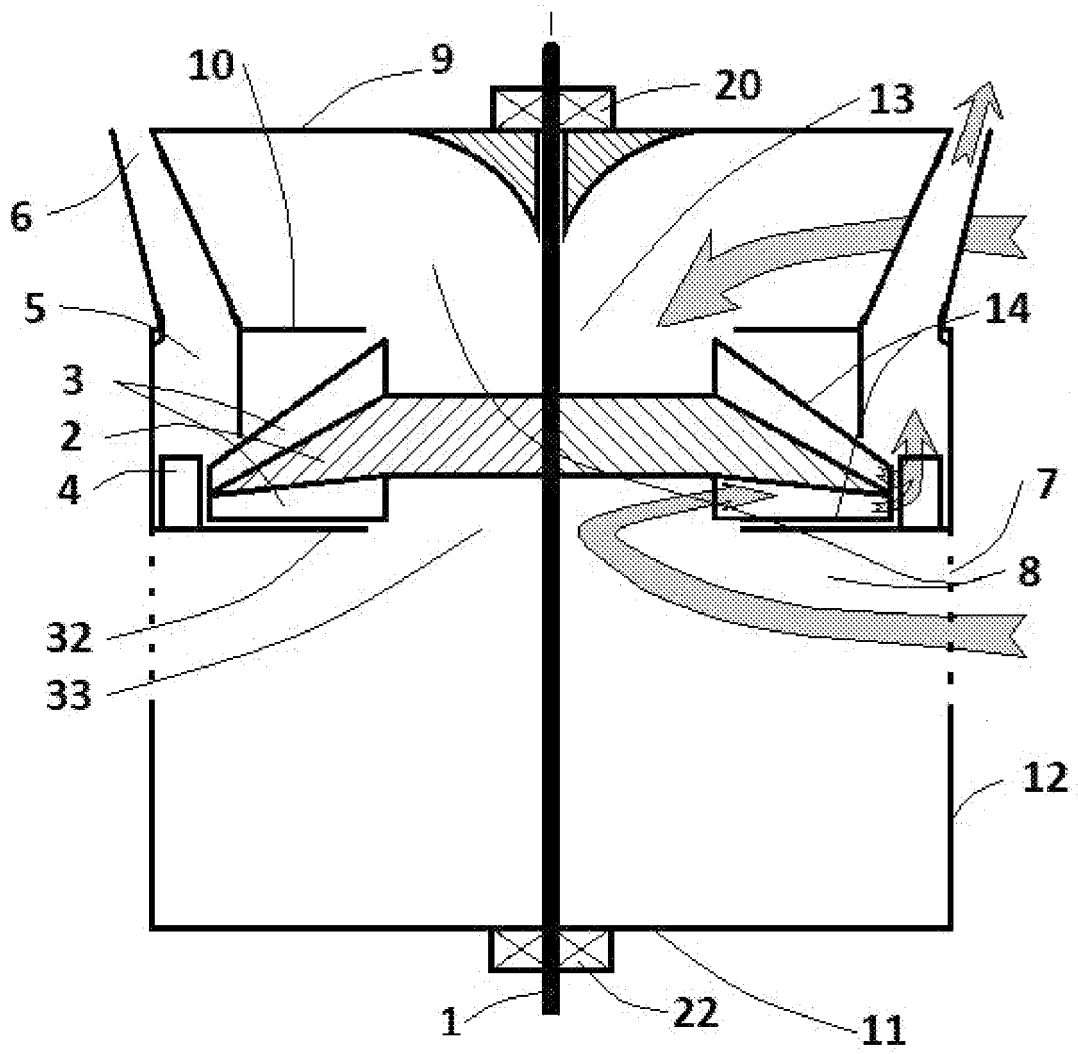
[Fig. 10]



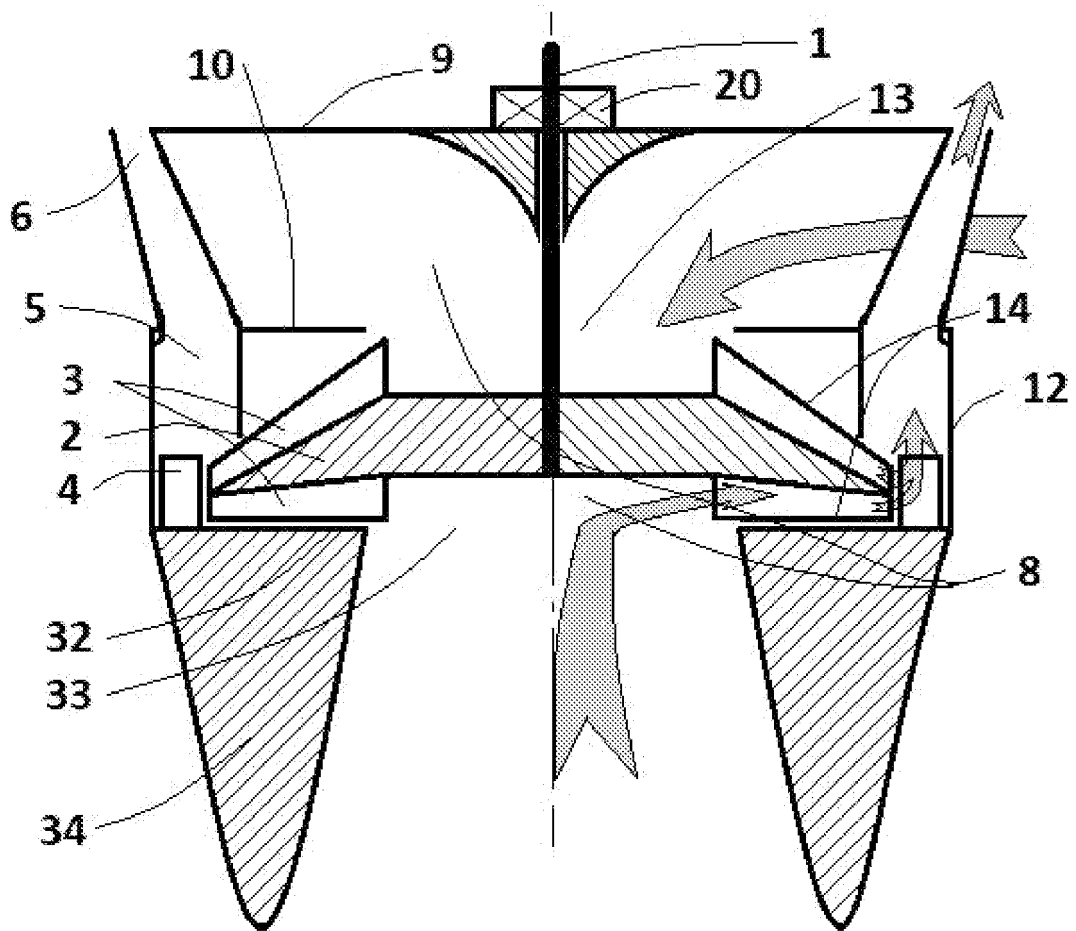
[Fig. 11]



[Fig. 12]



[Fig. 13]







# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

CN 2 518 774 Y (YI MINGJUN [CN])  
30 octobre 2002 (2002-10-30)

US 2006/032972 A1 (VAVRA MILAN J [US])  
16 février 2006 (2006-02-16)

WO 2018/072757 A1 (LIU DEQING [CN])  
26 avril 2018 (2018-04-26)

WO 2020/107093 A1 (BUSUIOC SEVER SORIN  
[CA]) 4 juin 2020 (2020-06-04)

US 6 669 138 B1 (ARRIETA FRANCISCO A [US])  
30 décembre 2003 (2003-12-30)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

EP 2 251 259 A1 (INAMORI KIYOKO [JP])  
17 novembre 2010 (2010-11-17)

DE 17 56 105 A1 (REY HERBERT)  
26 février 1970 (1970-02-26)

WO 2009/135260 A1 (ENTECHO PTY LTD [AU];  
CHAPMAN GREG [AU] ET AL.)  
12 novembre 2009 (2009-11-12)

WO 00/11322 A1 (PANU MISAILESCU DUMITRU  
[RO]) 2 mars 2000 (2000-03-02)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT