(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 950 113**

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

(21) **N° d'enregistrement national :** **08 06646**

(51) Int Cl[8] : ***F 03 D 3/06*** *(2006.01), F 03 D 7/06, B 64 C 11/00*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 26.11.08.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 18.03.11 Bulletin 11/11.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *KACH GEORGES* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** KACH GEORGES.

(73) **Titulaire(s) :** KACH GEORGES.

(74) **Mandataire(s) :** KACH GEORGES.

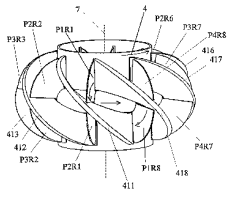
(54) DISPOSITIFS ROTATIFS DESTINES A LA CONVERSION DE L'ENERGIE CINETIQUE DU VENT ET/OU A LA PROPULSION AERIENNE D'AERONEFS.

(57) Un dispositif rotatif, selon l'invention, est destiné essentiellement à convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative, en canalisant efficacement les particules d'air à travers des cavités élémentaires, entre une zone amont, en surpression, et une zone avale, en dépression relative.

Lorsque le moyeu du rotor dudit dispositif tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif, selon le sens de la flèche (4), pour chacune desdites cavités élémentaires et grâce à des moyens de synchronisation, certaines pales dudit dispositif comme par exemple les pales (P1R8) et (P1R1) pénètrent, l'une après l'autre et d'une façon régulière, à l'intérieur de cette cavité élémentaire, la traversent puis la quittent, tout en accompagnant les particules d'air traversant cette cavité élémentaire et tout en leur opposant une certaine résistance, afin de ralentir ces particules d'air et de récupérer une bonne partie de leur énergie mécanique.

Pour chacune desdites cavités élémentaires, les particules d'air pouvant y pénétrer à travers au moins une ouverture d'admission et pouvant la quitter à travers au moins une ouverture de refoulement. Tous les éléments mobiles dudit dispositif suivent uniquement des mouvements de rotation leur permettant de tourner à très grande vitesse, sans vibrations et sans que ces éléments mobiles puissent entrer en contact avec des éléments stationnaires. Selon certaines configurations, ledit dispositif pouvant fonctionner en ayant son axe (7) disposé horizontalement ou bien verticalement.

Les dispositifs rotatifs, selon l'invention, sont caractérisés en ce qu'ils offrent un haut niveau de rendement pour une très large plage de régimes, y compris le régime au ralenti. Ils ouvrent la voie à de nombreux développements inédits et très efficaces pour la conversion de l'énergie cinétique du vent, pour la propulsion aérienne d'aéronefs ainsi que pour de nombreuses autres applications liées à la production, au stockage ou à l'utilisation de l'énergie.



FR 2 950 113 - A1

Dispositifs rotatifs destinés à la conversion de l'énergie cinétique du vent et/ou à la propulsion aérienne d'aéronefs.

La présente invention concerne des dispositifs rotatifs destinés essentiellement à convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative. Inversement, en les faisant tourner, les dispositifs rotatifs, selon l'invention, pourront être utilisés pour propulser des aéronefs dans l'air.

A l'origine de leur développement, les dispositifs rotatifs, selon l'invention, ont été destinés à convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative, pouvant être utilisée pour produire de l'électricité. Leurs différentes configurations ont révélé qu'ils pourraient être utilisés efficacement pour la propulsion aérienne d'aéronefs, en remplaçant avantageusement les hélices, les rotors ou les soufflantes.

Un dispositif rotatif, selon l'invention, peut être monté sur une structure et placé dans le vent en tant qu'une éolienne capable de convertir une partie de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative. Cette énergie mécanique rotative peut être utilisée dans de nombreuses applications industrielles telles que :

- la production d'électricité en faisant tourner une génératrice,
- la production d'hydrogène par électrolyse de l'eau, grâce à l'électricité ainsi produite,
- le pompage de liquides en faisant tourner une pompe,
- la production d'air comprimé en faisant tourner un compresseur,
- etc.

Inversement, en fournissant de l'énergie mécanique rotative à un dispositif rotatif, selon l'invention, monté sur une structure et placé dans l'air, ce dispositif permet de générer un écoulement d'air ainsi qu'une force de poussée, par effet de réaction. Cette force de poussée peut être utilisée pour propulser cette structure dans l'air. Ainsi, les dispositifs rotatifs, selon l'invention, pourront être utilisés avantageusement dans les applications de propulsion aérienne d'aéronefs (hélicoptères, avions, drones, etc.).

L'invention apportera un grand nombre de nouvelles solutions techniques, à haut niveau de rendement, permettant d'exploiter plus efficacement l'énergie cinétique du vent, considérée comme source d'énergie renouvelable, sans polluer l'atmosphère et sans émettre de gaz à effet de serre. De plus, en offrant un haut niveau de rendement propulsif pour une très large plage de régimes, y compris le bas régime, les dispositifs rotatifs, selon l'invention, permettront de réduire la consommation d'énergie ainsi que les émissions de gaz à effet de serre des systèmes de propulsion aériens. Aussi, ils permettront de réduire leurs nuisances sonores en phase de décollage et d'atterrissage.

L'invention pourra être intégrée avantageusement dans tout système mécanique convertissant l'énergie cinétique d'un écoulement d'air en énergie mécanique rotative et/ou inversement. Ainsi, un dispositif rotatif selon l'invention pourra remplacer avantageusement :

- la turbine ou le rotor à pales d'une éolienne convertissant l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative, utilisée pour la production d'électricité essentiellement,
- le rotor, l'hélice ou la soufflante d'un système de propulsion aérien d'aéronefs (hélicoptères, avions, drones, etc.).

Les dispositifs rotatifs selon l'invention peuvent être fabriqués avec différents matériaux, et avoir des formes et des dimensions très variées ainsi que de nombreuses options de manière à pouvoir répondre efficacement aux besoins de l'application envisagée : conversion de l'énergie cinétique du vent ou bien propulsion aérienne.

Etat de la technique - Matériel existant – Problèmes techniques

Chacun des systèmes analysés ci-après, bien connus de l'homme de l'art, comporte un ou plusieurs dispositifs rotatifs permettant de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative ou bien permettant d'utiliser l'énergie mécanique rotative, fournie par des moyens moteurs, afin d'engendrer un écoulement d'air ainsi qu'une force de poussée utile pour la propulsion aérienne d'aéronefs.
De nombreuses similitudes existent entre tous ces systèmes analysés car pour fonctionner correctement, ces systèmes utilisent les efforts de pression que les particules d'air, contournant leurs pales tournantes, exercent sur ces dernières. C'est pourquoi, les pales de ces systèmes doivent avoir des profils aérodynamiques et tourner à grande vitesse, voir très grande vitesse pour être efficaces. Les technologies utilisant les profils aérodynamiques pour la production d'énergie, ou bien pour la propulsion aérienne d'aéronefs, commencent à atteindre leurs propres limites. Ces technologies ont été largement développées à travers le monde et rendent aujourd'hui de grands services, malgré qu'elles aient de nombreux inconvénients :

- rendement extrêmement faible à bas régime(éoliennes, rotors, hélices, soufflantes) ;
- grande sensibilités aux turbulences en amont (éoliennes, rotors, hélices, soufflantes) ;
- apparition à haut régime de certains phénomènes indésirables ou néfastes tels que le bruit mécanique (rotors), les vibrations (rotors), les turbulences en aval et le bruit aérodynamique en bout de pales (éoliennes, rotors, hélices, soufflantes).

Avec le phénomène du réchauffement climatique qui risque d'engendrer à l'échelle mondiale, à court et à moyen terme, de nombreux désastres écologiques et humanitaires, les gouvernements de la plupart des pays industrialisés et émergeants ainsi qu'un très grand nombre de centres de recherche scientifiques et d'industriels recherchent activement à réduire la consommation d'énergie, ainsi que la pollution et les émissions de gaz à effet de serre (CO2) engendrées par les moyens de production de l'électricité à partir des énergies fossiles, ainsi que par les moteurs thermiques utilisés dans les moyens de transport terrestres, aériens et marins. Ils recherchent aussi à améliorer l'efficacité énergétique des moyens de production de l'électricité à partir des énergies renouvelables telles que l'énergie éolienne, l'énergie solaire photovoltaïque ou thermique, l'énergie de la biomasse, l'énergie hydraulique, l'énergie géothermique, etc.

Les dispositifs rotatifs, selon l'invention, proposent une nouvelle technologie qui ouvre la voie à de nombreux développements inédits et très efficaces pour les applications de conversion de l'énergie cinétique du vent ainsi que pour les applications de propulsion aérienne d'aéronefs. En effet, les pales des dispositifs rotatifs, selon l'invention, n'ont pas du tout besoin d'avoir de profils aérodynamiques pour fonctionner correctement car elles utilisent, d'une manière inédite et très efficace, les efforts de traînée ou de résistance à l'écoulement des particules d'air traversant ces dispositifs rotatifs. Les particules d'air traversant un dispositif rotatif, selon l'invention, seront bien canalisées au sein de ce dispositif tout en étant accompagnées efficacement par les pales de ce dispositif, de manière à maximiser l'énergie mécanique échangée entre ces particules d'air et ce dispositif. Cette énergie mécanique sera fournie par les particules d'air à ce dispositif

rotatif dans le cas d'une éolienne, alors que dans le cas d'un propulseur aérien, c'est ce dispositif rotatif qui fournira cette énergie mécanique aux particules d'air.

Le développement des dispositifs rotatifs, selon l'invention, prévus initialement pour la conversion de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative, permettra à l'homme de l'art de développer une nouvelle génération de propulseurs pour les aéronefs, caractérisés essentiellement par leur haut niveau de rendement propulsif pour une très large plage de régimes.
Ainsi, l'industrie des propulseurs aéronautiques pourra profiter du développement des dispositifs rotatifs d'éoliennes selon l'invention. L'industrie des éoliennes modernes a déjà largement profité du développement de l'industrie aéronautique. Ces deux industries étant intimement liées à la maîtrise de l'énergie cinétique de l'air. Les éoliennes étant destinées à convertir une partie de l'énergie cinétique d'un écoulement d'air (vent) en énergie mécanique rotative, utilisable dans de nombreuses applications, alors que les propulseurs aéronautiques d'aéronefs font tourner leurs hélices, rotors ou soufflantes, pour engendrer un important écoulement d'air afin d'être propulsés par effet de réaction.

Les éoliennes

L'énergie éolienne a été identifiée comme une source d'énergie renouvelable très prometteuse n'émettant pas de gaz à effet de serre.
Les éoliennes sont destinées à convertir l'énergie cinétique du vent (de l'air en mouvement) en énergie mécanique rotative. Dans la plupart des cas, cette énergie mécanique est récupérée sur un arbre moteur relié à une génératrice pour la production de l'électricité ou bien à une pompe pour le pompage de l'eau. Les éoliennes modernes offrent beaucoup d'avantages : fonctionnement non polluant, technologie bien maîtrisée.
La grande majorité des éoliennes modernes utilise un système de rotor à 3 pales, ayant des profils aérodynamiques, monté sur un arbre d'entraînement horizontal dirigé dans la direction du vent. L'arbre d'entraînement étant porté par une nacelle comportant une génératrice dont le rotor est relié à cet arbre d'entraînement. La nacelle étant montée tournante, autour d'un axe vertical, sur le haut d'une tour montée sur un socle, afin de permettre au rotor de l'éolienne de pouvoir être positionné face au vent pour convertir une partie de son énergie cinétique. On connaît aussi des éoliennes à axe vertical, avec un rotor de type Savonius ou Darrieus qui offrent la capacité de capter le vent de toutes les directions et d'avoir leurs génératrices placées au niveau du sol, ce qui réduit les frais de maintenance. Malgré tous ces avantages ces éoliennes à axe vertical n'ont a pas connu beaucoup de succès à cause de leur faible rendement.
Les éoliennes modernes à pales ont bénéficié d'un transfert de compétences et de technologies du secteur de l'aéronautique, et leurs pales ressemblent aux pales d'une hélice d'avion. Les grandes éoliennes occasionnent des nuisances esthétiques et sonores importantes et font courir des risques de chocs mortels aux oiseaux, ce qui contraint les entrepreneurs à rechercher des sites de plus en plus éloignés sur terre comme en mer. A cause de leur grande taille, la vitesse en bout de pale dépasse dans certains cas les 60 m/s pour un vent incident de 15m/s, ce qui génère beaucoup de bruit aérodynamique et les rend bruyantes. Leur grande vitesse en bout de pale les rend dangereuses pour les oiseaux. Elles nécessitent un vent fort et constant ainsi qu'une importante occupation au niveau du sol. Aussi, chacune de ces éoliennes crée en son aval une zone de turbulence obligeant les concepteurs des fermes d'éoliennes d'espacer celles-ci entre elles, ce qui réduit le rendement global de ces fermes. De plus, ces éoliennes à axe horizontal ne récupèrent qu'une faible partie de l'énergie cinétique du vent incident avec un rendement de l'ordre de 25% à 30% dans les meilleurs des cas. Les éoliennes de grandes puissances sont devenues extrêmement encombrantes et lourdes (pour une puissance de 5MW, le rotor fait 126m de diamètre et pèse plus de 60 tonnes), ce qui augmente leurs coûts de fabrication, de

transport, d'installation et de maintenance. Les éoliennes modernes ne sont pas non plus adaptées pour être installées en milieu urbain, ni dans des zones faiblement ventées. De plus, elles ne sont pas assez efficaces pour les régions fortement ventées. Afin de ne pas être endommagée quant le vent souffle à plus de 15m/s, une éolienne moderne fait tourner son rotor à une vitesse constante en récupérant une puissance constante quelque soit la vitesse du vent entre 15 et 25m/s (54 et 90 km/h), puis elle arrête son rotor pour les vitesses de vent supérieures à 25m/s. Or, la puissance d'un vent de 25m/s, traversant une surface donnée, est 4,6 fois plus importante que celle d'un vent de 15m/s traversant la même surface. Le rendement de l'éolienne moderne qui est de l'ordre de 25% pour un vent incident de 15m/s n'est plus que de 5,5% pour un vent de 25m/s.

La propulsion des avions

Pour propulser les avions commerciaux on utilise des turboréacteurs ou des turbopropulseurs comportant chacun une turbine à gaz qui fournit l'énergie mécanique rotative à une hélice carénée ou soufflante dans le cas d'un turboréacteur, ou bien à une hélice non carénée dans le cas d'un turbopropulseur. Il existe aussi le système de propulsion aérien appelé « contrarotatif » dans lequel la turbine à gaz fait tourner deux hélices coaxiales tournant en sens inverse. La propulsion de l'avion est assurée en grande partie par les soufflantes ou par les hélices. Pour assurer une certaine puissance de propulsion, la soufflante d'un turboréacteur et l'hélice d'un turbopropulseur doivent tourner à très grande vitesse, générant ainsi un écoulement d'air fortement turbulent à l'arrière de l'appareil qui se traduit par des vibrations importantes dans la structure de l'avion et par un fort niveau de bruit. Les vibrations générées dans la structure de l'avion réduisent le confort des passagers ainsi que la longévité de l'avion. De plus, les turboréacteurs et les turbopropulseurs sont sensibles aux turbulences de l'air incident et du sillage turbulent provoqué par le passage d'un autre avion. Les nuisances sonores des turboréacteurs et des turbopropulseurs sont très gênants pour les riverains des aéroports en phase de décollage ou d'atterrissage. Le meilleur rendement d'une soufflante ou d'une hélice n'est atteint que pour une plage très restreinte de leur régime.

La propulsion des hélicoptères

Pour propulser les hélicoptères, on utilise un système de rotor à pales allongées relié à une turbine à gaz, appelée turbomoteur, qui lui fournit l'énergie mécanique rotative nécessaire. En le faisant tourner, ce système de rotor, à axe vertical, permet d'augmenter la pression de l'air situé en dessous et de diminuer la pression de l'air situé au dessus, créant ainsi une aspiration de l'air vers le bas et une poussée ascendante permettant d'assurer la sustentation et la propulsion de l'appareil dans l'air à partir d'une certaine vitesse de rotation et d'un certain angle d'attaque des pales. Ce système de rotor permet à l'hélicoptère d'être souple et maniable : il lui permet de se poser presque partout, de décoller ou d'atterrir à la verticale, d'avancer, de reculer, de tourner, et de réagir à l'effet du vent. Pour assurer toutes ses fonctions, le rotor est devenu un système mécanique de propulsion très complexe et très coûteux. Lorsque l'appareil avance, toutes les pales n'ont pas la même vitesse par rapport à l'air ambiant, chaque pale doit adapter son angle d'attaque en fonction de sa position par rapport au fuselage de l'appareil. Ceci se traduit par un pivotement périodique ou cyclique de chaque pale autour de son axe longitudinal générant ainsi des vibrations très importantes dans la structure de l'hélicoptère et du bruit réduisant ainsi la durée de vie de l'appareil et le niveau de confort pour les personnes à bord comme pour les riverains des aéroports. Toutes ces contraintes limitent les performances de l'hélicoptère et sa vitesse ne peut pas dépasser les 400 km/h en temps normal et à basse altitude. Le faible rendement de son rotor (20% dans les meilleurs des cas) se traduit par de sérieuses difficultés que l'hélicoptère rencontre pour pouvoir atteindre les hautes altitudes, où la densité de l'air est faible, et par la nécessité d'avoir de

longues pales pour pouvoir assurer à l'appareil une certaine puissance de sustentation et de propulsion. La grande taille du disque rotor handicape l'hélicoptère dans les manœuvres serrées en milieu urbain, dans les rues étroites ou entre les arbres. Ceci ne facilite pas non plus les opérations de secours à l'aide d'hélicoptère ni en milieu urbain ni en milieu montagneux.

L'INVENTION

La présente invention vise à remédier aux inconvénients des dispositifs rotatifs exposés ci-dessus, elle a donc pour objectif principal de proposer des dispositifs rotatifs capables de convertir efficacement l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative.

Un autre objectif de l'invention est de proposer des dispositifs rotatifs caractérisés par leur capacité à être utilisés dans les applications de propulsion aérienne d'aéronefs, permettant de générer un écoulement d'air et une poussée utile, en convertissant efficacement l'énergie mécanique rotative fournie par des moyens moteurs.

Un autre objectif de l'invention est de proposer des dispositifs rotatifs dont les axes de rotation peuvent être disposés aussi bien horizontalement que verticalement.

Un autre objectif de l'invention est de proposer des dispositifs rotatifs pouvant être reliés efficacement par des moyens de transmission mécaniques à des systèmes utilisant l'énergie mécanique rotative produite par l'invention (génératrices électriques, compresseurs, pompes...) ou bien à des systèmes fournissant l'énergie mécanique rotative utilisée par l'invention (moteurs électriques, pneumatiques ou hydrauliques, moteurs thermique à explosion, turbines à gaz, turbines à vapeur...).

Un autre objectif de l'invention est de proposer des dispositifs rotatifs pouvant être reliés à une structure et coopérer entre eux d'une façon modulaire, afin de pouvoir constituer un ensemble cohérent de dispositifs rotatifs, ayant un haut niveau de rendement, et capable de convertir efficacement l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative, ou bien de générer un écoulement d'air ainsi qu'une force de poussée utile pour la propulsion aérienne d'aéronefs, en convertissant efficacement l'énergie mécanique rotative, fournie par des moyens moteurs.

Un autre objectif de l'invention est de proposer des dispositifs rotatifs pouvant être installés, en milieu urbain, en tant qu'éoliennes, sur les toits ou sur les murs externes des maisons ou des immeubles.

Un autre objectif de l'invention est de proposer des dispositifs rotatifs dont les parties mobiles ne subissent que des mouvements de rotation en continu (toujours dans le même sens), sans frottement contre les parties fixes ou stationnaires, tout en offrant la possibilité de fonctionner à de très grandes vitesses.

Un autre objectif de l'invention est de proposer des dispositifs rotatifs ayant un haut niveau de rendement pour une très large plage de régimes, y compris le régime au ralenti.

Un autre objectif de l'invention est de proposer des dispositifs rotatifs robustes, fiables, silencieux et fonctionnant sans vibration.

Un autre objectif de l'invention est des proposer des dispositifs rotatifs possédant des moyens de régulation de la vitesse de rotation de leurs rotors, ou parties tournantes, en fonction de la vitesse du vent ainsi qu'en fonction de leur mode de fonctionnement.

Un autre objectif de l'invention est de proposer des dispositifs rotatifs capables de canaliser efficacement les particules d'air qui les traversent, sans engendrer de turbulences en aval tout en étant peu sensibles aux turbulences en amont.

Un autre objectif de l'invention est de proposer des dispositifs rotatifs pouvant être fabriqués selon différentes tailles avec différents matériaux, ainsi qu'avec de nombreuses options afin de pouvoir répondre efficacement aux besoins des différentes applications envisagées.

Un autre objectif de l'invention est de proposer des dispositifs rotatifs pouvant être équipés de moyens d'orientation permettant de les orienter par rapport à la direction du vent, et/ou de moyens de sécurité permettant de limiter la différence de pression entre l'amont et l'aval, et/ou de moyens de freinage permettant de réduire la vitesse de rotation des parties tournantes, et/ou de moyens de filtrage permettant d'empêcher l'introduction dans ces dispositifs rotatifs de certains éléments indésirables comme les oiseaux ou les feuilles.

Un autre objectif de l'invention est de réaliser tous les objectifs cités ci-dessus d'une façon simple et économique.

Les dispositifs rotatifs, selon l'invention, permettent de réaliser tous ces objectifs et de remédier aux inconvénients des différents dispositifs rotatifs existants, destinés à la conversion de l'énergie cinétique du vent ou à la propulsion aérienne d'aéronefs.

Dans la suite du texte, on se limitera à décrire les dispositifs rotatifs selon l'invention pour la seule application relative à la conversion de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative. Aussi, quelques dessins montrant l'intégration des dispositifs rotatifs, selon l'invention, dans des systèmes de propulsion aériens seront donnés à titre d'exemples non limitatifs. L'homme de l'art comprendra sans peine les caractéristiques de ces dispositifs rotatifs ainsi que leur fonctionnement. Il pourra les adapter aux exigences de la propulsion aérienne d'aéronefs.

Il est certains que les dimensions d'un dispositif rotatif, selon l'invention, ainsi que le choix des matériaux et des procédés pour la fabrication de ses différents éléments, dépendent essentiellement de l'application envisagée, de sa puissance, des plages de débit, de pression, de vitesse et de température, ainsi que de son mode de fonctionnement.

<u>Canaliser les particules d'air traversant un dispositif rotatif selon l'invention</u>

Pour convertir efficacement l'énergie cinétique du vent qui traverse une section d'entrée donnée, en énergie mécanique rotative, un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention :

- contraint les particules d'air, traversant cette section d'entrée, à pénétrer à l'intérieur d'un certains nombre de cavités avant de s'échapper à travers une section de sortie,
- introduit ses pales à l'intérieur de ces cavités de telle manière que les particules d'air, traversant ces cavités, se trouvent ralenties par ses pales et poussent ses pales en les faisant tourner autour d'un axe fixe,
- retire, pour chacune de ces cavités, chaque pale qui arrive près de la sortie de cette cavité et introduit une autre pale près de l'entrée de cette cavité.

Les cavités de ce dispositif étant telles qu'elles permettent, en cas d'absence totale des pales de ce dispositif, d'assurer un débit d'air maximale entre la section d'entrée et la section de sortie. Ainsi, en cas d'absence des pales, la puissance mécanique des particules d'air traversant ce dispositif à travers cette section d'entrée sera très proche de la puissance mécanique du vent, non altéré par ce dispositif et traversant cette même section d'entrée. En utilisant ses pales, ce dispositif pourra convertir, en puissance mécanique rotative, la plus grande partie de la puissance mécanique du vent traversant cette section d'entrée.

Un dispositif rotatif, selon l'invention, canalise efficacement les particules d'air à travers des cavités, entre une zone amont en surpression et une zone avale en dépression, tout en mettant ces particules d'air dans de bonnes conditions d'échange d'énergie mécanique avec ses pales, au sein desdites cavités, afin de faire tourner son rotor et transmettre une puissance mécanique rotative optimale à une génératrice électrique, un compresseur, ou bien une pompe.

Un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, exploite pleinement la possibilité de pouvoir canaliser les particules d'air, amenées par le vent, à travers des conduits ou des cavités reliant une zone amont en surpression à une zone avale en dépression. En effet, les particules d'air vont toujours vers les zones de plus faible pression, dans lesquelles il y a une plus faible concentration de particules d'air et par conséquent un plus grand espace vide à occuper.

D'après la théorie des gaz parfaits, on sait qu'à l'échelle atomique, les atomes et les molécules constituant l'air sont en agitation permanente et suivent des trajectoires réparties dans toutes les directions et dans tous les sens, s'entrechoquent entre eux et ont des vitesses moyennes, au niveau de la mer et à température ambiante, de l'ordre de 1000m/s (3 600 km/h). Nous savons aussi qu'une molécule d'air subit en moyenne 10^{10} chocs/s et que la distance moyenne qu'elle parcourt, en ligne droite et sans avoir aucun choc avec les autres particules, est de l'ordre de 10^{-7} mètres. Les efforts liés à la pression des particules d'air sur une surface donnée sont la somme des efforts dues aux chocs des particules d'air sur cette surface. De même, nous savons que la pression atmosphérique est de l'ordre de 100 000 N/m2, ou 10 tonnes/m2, au niveau de la mer et à la température ambiante. Du fait que la pression atmosphérique est assez forte, que le nombre de particules d'air par unité de volume est colossal, et que les particules d'air suivent des trajectoires réparties localement dans toutes les directions et dans tous les sens, dès l'apparition d'une toute petite dépression dans une certaine région, les particules d'air migrent des régions se trouvant ainsi en surpression relative vers cette région en dépression, créant ainsi un écoulement de particules d'air qu'on appelle « vent ». Pour un vent donné, constant en direction et en vitesse, on suppose très souvent que les particules d'air suivent toutes une même direction et ont toutes la même vitesse, elles peuvent parcourir de très longues distances à vitesse constante. Ceci n'est qu'une approximation très simplifiée de ce qui se passe réellement au niveau atomique, où les mouvements réels des particules d'air sont nettement plus complexes du fait que ces dernières s'entrechoquent entre elles, en permanence, ce qui les obligent à suivre des trajectoires réparties dans toutes les directions et dans tous les sens, tout en suivant globalement la direction et le sens du vent. Pour comprendre les mouvements des particules d'air d'un vent moyen, constant en direction et en vitesse, imaginons un compartiment de train, les fenêtres bien fermées, se déplaçant à la vitesse de 10m/s (36 km/h) par rapport à un observateur (ObS) situé au niveau du sol et mesurant les vitesses moyennes à l'échelle globale macroscopique. Pour l'observateur (ObS), les particules d'air contenues dans ce compartiment suivent toutes la même direction, le même sens, et ont toutes la même vitesse, à savoir 10m/s, tel un vent constant allant à la vitesse de 10m/s. Ainsi, l'observateur (ObS) suppose que chacune des particules d'air de ce compartiment reste figée à sa place par rapport au parois de ce compartiment. Mais, pour un observateur (ObT) installé dans ce compartiment de train et mesurant les vitesses des particules d'air à l'échelle locale microscopique, donc à l'échelle atomique, les particules d'air de ce compartiment ne font que s'entrechoquer entre elles, en permanence, et suivent des trajectoires réparties dans toutes les directions et dans tous les sens à des vitesses moyennes de l'ordre de 1000m/s sur de très courtes distances, de l'ordre de 10^{-7} m, et ceci tout en restant confinées à l'intérieur de ce compartiment qui se déplace à la vitesse de 10m/s par rapport au sol. Dès l'apparition d'une certaine dépression au niveau d'une zone

quelconque de la paroi de ce compartiment, suite à l'ouverture d'une fenêtre par exemple, certaines particules d'air de ce compartiment se précipitent vers cette zone de dépression et quittent ce compartiment, et ceci quelque soit l'emplacement de cette zone de dépression par rapport au compartiment. Les particules d'air de ce compartiment peuvent ainsi quitter celui-ci pour partir dans n'importe quelle direction ou sens. Elles peuvent quitter ce compartiment de train pour aller dans une direction perpendiculaire à celle des rails, sur lesquels il roule. Les particules d'air peuvent même le quitter pour aller dans le sens opposé à celui de son mouvement. Ce phénomène de migration des particules d'air se poursuit jusqu'à ce que la pression à l'intérieur de ce compartiment soit égale à la pression au niveau de cette zone de dépression. Donc, tout en allant globalement, à l'échelle macroscopique, selon une même direction et un même sens, à la vitesse de 10m/s, les particules d'air de ce vent suivent, à l'échelle atomique ou microscopique, des trajectoires réparties dans toutes les directions et dans tous les sens à des vitesses moyennes de l'ordre de 1000 m/s sur de très courtes distances, de l'ordre de 10^{-7} mètres. Certaines de ces particules d'air peuvent changer instantanément la direction et le sens de leur mouvement global, ou macroscopique, dès l'apparition d'une zone de dépression proche d'elles. Ceci explique pourquoi les particules d'air, amenées par le vent, peuvent être canalisées vers une zone de plus faible pression, à travers des conduits ou des cavités dont la géométrie peut être longue, complexe ou tortueuse.

Dans cette description on considère que le vent souffle selon une direction horizontale.

-Selon une première configuration, un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, destiné à convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative, comporte un stator et un rotor, ledit stator étant destiné à supporter ledit rotor, ledit stator pouvant être monté sur un support, sur une structure ou sur un socle, ledit rotor comportant une structure rigide, appelée moyeu du rotor, et une pluralité de structures appelées roues : (R1), (R2),... ,(Rnbr), nbr étant le nombre total des roues dudit dispositif, nbr étant un nombre entier donné plus grand ou égal à 2, chacune desdites roues comportant au moins une pale, lesdites pales étant destinées à résister à l'écoulement des particules d'air traversant ledit dispositif, ledit moyeu du rotor étant monté tournant, autour d'un axe (7), sur ledit stator, l'axe (7) étant appelé l'axe dudit dispositif, pour tout indice i, compris entre 1 et nbr, la roue (Ri) étant montée tournante, autour d'un axe de rotation (Ai) qui lui est propre, sur ledit moyeu du rotor, l'axe de rotation (Ai) étant contenu dans un plan sensiblement perpendiculaire à l'axe dudit dispositif,
ce dispositif rotatif d'éolienne étant **caractérisé** en ce qu'il comporte en plus des moyens de synchronisation, lesdits moyens de synchronisation permettant d'asservir le mouvement de rotation de chacune desdites roues et de le synchroniser avec le mouvement de rotation dudit moyeu du rotor de telle manière que pour tout indice i compris entre 1 et nbr :

- lorsque ledit moyeu du rotor tourne en continu dans un même sens, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, lesdits moyens de synchronisation contraignent la roue (Ri) de tourner simultanément en continu dans un même sens, autour de son propre axe de rotation (Ai) par rapport audit moyeu du rotor,
- à chaque fois et en même temps que ledit moyeu du rotor effectue nbTMi tour(s) complet(s), autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, lesdits moyens de synchronisation contraignent la roue (Ri) d'effectuer nbTRi tour(s) complet(s), autour de son propre axe de rotation (Ai) par rapport audit moyeu du rotor ;

pour chaque indice i compris entre 1 et nbr, les nombres de tours nbTMi et nbTRi étant des nombres entiers donnés strictement positifs.

Le vent, qui n'est autre que de l'air en mouvement, exerce par l'intermédiaire de ses particules, ou de ses molécules, des efforts de pression sur la surface externe de chacune

desdites pales dudit dispositif. Chacune desdites roues transmet audit moyeu du rotor les efforts de pression que ses pales reçoivent de la part des particules d'air. L'ensemble des efforts de pression, transmis audit moyeu du rotor par lesdites roues, forme un couple moteur qui tend à faire tourner ledit moyeu du rotor, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator ; en même temps, lesdits moyens de synchronisation contraignent chacune desdites de tourner autour de son propre axe, par rapport audit moyeu du rotor.

Pour cette configuration de base dudit dispositif, ledit stator peut être positionné par rapport au sol de telle sorte que l'axe dudit dispositif soit perpendiculaire à la direction horizontale du vent. L'axe dudit dispositif peut être positionné verticalement, ou bien il peut être positionné perpendiculairement à la direction du vent tout en étant incliné par rapport à la verticale.

L'objectif principal de l'invention est que, sous l'action du vent, ledit moyeu du rotor soit contraint de tourner toujours dans le même sens, tout en convertissant la plus grande quantité d'énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative. Cette énergie mécanique rotative sera transmise simultanément à des moyens de production capables de l'utiliser pour générer de l'électricité, pour pomper l'eau, ou pour tout autre application.

La puissance convertie étant proportionnelle au produit de la vitesse de rotation dudit moyeu du rotor par le couple moteur appliqué audit moyeu du rotor. Ainsi, pour qu'un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, puisse récupérer le maximum de puissance mécanique de la part du vent, on cherchera à définir des caractéristiques qui permettront audit moyeu du rotor de pouvoir tourner assez vite tout en recevant, de la part du vent, un couple moteur optimal. Il s'agit bien de trouver un compromis entre vitesse de rotation et couple moteur, sans chercher à maximiser l'un au détriment de l'autre, auquel cas la puissance mécanique convertie sera très faible. En effet, plus la vitesse de rotation dudit moyeu du rotor est grande, plus faibles seront les efforts exercés par les particules d'air sur lesdites pales et plus faible sera le couple moteur ; inversement, plus la vitesse de rotation dudit moyeu du rotor est faible, plus forts seront les efforts exercés par les particules d'air sur lesdites pales et plus fort sera le couple moteur.

Cette première configuration correspond à un cas très général, dans lequel lesdites roues peuvent être très différentes les unes des autres. Elles peuvent aussi avoir des vitesses de rotation, par rapport audit moyeu du rotor, très différentes les unes des autres. De plus, les axes de rotation des différentes roues peuvent être dispersés et n'avoir aucun rapport les uns avec les autres. Ce qui peut correspondre à un dispositif rotatif volumineux et peu performant. Mais, dans cette configuration de base, on a introduit de nouvelles caractéristiques extrêmement importantes qui nous permettront de définir, plus tard, des dispositifs rotatifs d'éoliennes de plus en plus compacts et performants.

<u>Mouvement à double rotation desdites roues</u>

Lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, pour tout indice i compris entre 1 et nbr, la roue (Ri) suit un mouvement à double rotation composé d'un premier mouvement de rotation de cette roue, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, en étant contrainte d'accompagner ledit moyeu du rotor qui la supporte, et d'un second mouvement de rotation de cette roue, autour de son propre axe par rapport audit moyeu du rotor, en étant contrainte de tourner ainsi par lesdits moyens de synchronisation.

Lorsque ledit moyeu du rotor tourne en continu autour de l'axe dudit dispositif, par rapport audit stator, pour tout indice i compris entre 1 et nbr, la roue (Ri) repasse toujours par les

mêmes positions par rapport audit stator, positions par lesquelles elle passe lors des premiers nbTMi tours complets dudit moyeu du rotor, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator.

Du fait que l'axe de rotation de chacune desdites roues est sensiblement perpendiculaire à l'axe dudit dispositif, ceci permet à chaque pale de chacune desdites roues, lorsque ledit moyeu du rotor tourne en continu dans un même sens autour de l'axe dudit dispositif, de s'écarter de l'axe dudit dispositif puis de s'en rapprocher tout en tournant en continu, dans un même sens, autour de l'axe de rotation de sa roue par rapport audit moyeu du rotor. Aussi, la contribution d'une pale donnée au couple moteur est plus importante lorsque cette pale se trouve écartée de l'axe dudit dispositif et bien positionnée par rapport à la direction et au sens du vent que lorsqu'elle se retrouve rapprochée de ce même axe ou mal positionnée par rapport à la direction ou au sens du vent.

Pour réaliser un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, qui soit efficace, on définira dans la suite de cette description, de nouvelles caractéristiques qui permettront audit moyeu du rotor et audits moyens de synchronisation de pouvoir mettre à tout moment au moins une pale dans une position bien écartée de l'axe dudit dispositif et bien positionnée par rapport au vent. Ceci permettra audit moyeu du rotor de tourner, d'une façon continue et toujours dans le même sens, tout en récupérant une grande partie de l'énergie cinétique du vent. Quand ledit moyeu du rotor tourne, lesdits moyens de synchronisation font tourner lesdites roues et chacune desdites pales est ainsi contrainte de tourner autour de l'axe de sa roue pour passer, d'une façon continue, d'une position très écartée de l'axe dudit dispositif à une position très rapprochée de ce même axe, puis à une position très écartée de cet axe et ainsi de suite. On verra dans la suite de cette description que dans de nombreuses configurations possibles, selon l'invention, plusieurs pales peuvent se retrouver simultanément dans des positions très écartées de l'axe dudit dispositif afin de contribuer efficacement à faire tourner ledit moyeu du rotor en continu, dans un même sens, tout en lui transmettant le maximum de puissance mécanique qu'elles récupèrent de la part du vent. Dans certaines de ces configurations on pourra même utiliser le dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, en positionnant son stator de telle sorte que l'axe dudit dispositif soit parallèle à la direction horizontale du vent.

-Selon une caractéristique, lesdits moyens de synchronisation sont tels que lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif, par rapport audit stator, pour tout indice i compris entre 1 et nbr :

- la vitesse de rotation de la roue (Ri), autour de son propre axe de rotation (Ai) par rapport audit moyeu du rotor, est proportionnelle à la vitesse de rotation dudit moyeu du rotor, autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator,
- nbTMi = 1 et nbTRi=nbTR,

nbTR étant un nombre entier donné strictement positif.

Dans cette configuration dudit dispositif rotatif, selon l'invention, quand le mouvement de rotation dudit moyeu du rotor, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, est uniforme (vitesse de rotation constante), le mouvement de rotation de chacune desdites roues, autour de son propre axe par rapport audit moyeu du rotor, est aussi uniforme ; la vitesse de rotation de chacune desdites roues étant proportionnelle à la vitesse de rotation dudit moyeu du rotor et le coefficient de proportionnalité vaut nbTR et ceci quelque soit la roue considérée.

Ainsi, à tout moment et pour tout indice i compris entre 1 et nbr, on a :

Vitesse de rotation de la roue (Ri) = nbTR x (Vitesse de rotation dudit moyeu du rotor)

Dans cette configuration, toutes les roues ont ainsi la même vitesse de rotation par rapport audit moyeu du rotor. De plus, quand ledit moyeu du rotor tourne en continu autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, chacune desdites roues repasse toujours par les mêmes positions par rapport audit stator, positions par lesquelles elle est déjà passée lors du premier tour dudit moyeu du rotor (nbTMi=1, pour tout indice i compris entre 1 et nbr). C'est pourquoi, la position de chacune desdites roues par rapport audit stator ne dépend que de la position dudit moyeu du rotor par rapport audit stator. Ainsi, il suffit que lesdites roues avec leurs pales soient disposées et configurées convenablement pour que la résistance qu'offrent lesdites pales au vent soit soutenue et optimisée. Ceci permettra d'améliorer sensiblement le rendement dudit dispositif. Cette configuration dudit dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, ouvre ainsi la voie à d'innombrables développements inédits pour convertir efficacement l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative ainsi que pour apporter aux autres applications envisagées des solutions techniques tout aussi innovantes et efficaces.

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention étant tel que :

- les axes de rotation desdites roues sont tous inclus dans un même plan, appelé plan de référence dudit dispositif, ledit plan de référence dudit dispositif étant perpendiculaire à l'axe (7) dudit dispositif ;
- les axes de rotation desdites roues étant tous tangents à un même cercle, appelé cercle de référence, ledit cercle de référence étant inclus dans ledit plan de référence dudit dispositif, ledit cercle de référence étant centré sur l'axe dudit dispositif ;
- lesdites roues sont toutes sensiblement identiques ;
- les positions à l'origine desdites roues sont toutes sensiblement identiques ;
- lesdits moyens de synchronisation sont tels que lesdites roues ont toutes le même sens de rotation à l'origine ;

en définissant :

- le point de tangence de chacune desdites roues comme étant le point commun entre l'axe de rotation de cette roue et ledit cercle de référence ;
- le plan axial de chacune desdites roues comme étant le plan contenant l'axe (7) dudit dispositif et le point de tangence de cette roue ;
- la position à l'origine de chacune desdites roues comme étant la position qu'occupe cette roue par rapport audit stator lorsque son point de tangence se trouve confondu avec un point donné lié audit stator, appelé point origine ;
- le sens de rotation à l'origine de chacune desdites roues comme étant le sens de rotation de cette roue, autour de son propre axe de rotation par rapport audit stator, au moment du passage de cette roue par sa position à l'origine, quand ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator selon un sens donné.

Dans cette configuration, du fait que les axes de rotation desdites roues sont liés audit moyeu du rotor qui supporte ces dernières, les points de tangence desdites roues sont tous liés audit moyeu du rotor, et par conséquent les plans axiaux desdites roues sont aussi tous liés audit moyeu du rotor.
Dans cette configuration, lorsque ledit moyeu du rotor fait un tour complet, à vitesse constante, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, le volume que balaye chacune desdites roues, par rapport audit stator, dans son mouvement de double rotation, est sensiblement le même volume quelque soit la roue considérée. Ceci est dû au fait que toutes les roues sont sensiblement identiques, leurs positions à l'origine sont aussi

sensiblement identiques, elles suivent toutes le même mouvement par rapport audit stator car elles ont toutes le même sens de rotation à l'origine, et de plus, toutes les roues tournent à la même vitesse par rapport audit moyeu du rotor. Par conséquent, le volume balayé par une roue, par rapport audit stator, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif, par rapport audit stator, ne dépend ni de la roue considérée ni de la vitesse de rotation dudit moyeu du rotor ni même du nombre de tours effectués par ledit moyeu du rotor. De plus, ce volume imaginaire balayé par une roue, par rapport audit stator, est lié audit stator, il est commun à toutes les roues et il contient constamment toutes les roues dudit dispositif, celles-ci pouvant se mouvoir à l'intérieur de ce volume balayé tout en effleurant la surface externe de ce volume sans jamais pouvoir traverser celle-ci pour aller vers l'extérieur. Cette nouvelle notion de volume balayé par lesdites roues d'un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, est une caractéristique essentielle de l'invention car elle permet audit dispositif rotatif d'avoir des caractéristiques complémentaires très importantes qui lui permettront de bien canaliser les particules d'air, qui le traversent, afin d'augmenter ses performances et d'offrir un excellent niveau de rendement, jamais obtenu auparavant par les systèmes connus de l'homme de l'art. En effet, une grande partie de ce volume imaginaire balayé par une roue, ou par lesdites roues, par rapport audit stator, sera utilisée pour pouvoir disposer astucieusement des parois additionnelles qui permettront de bien canaliser les particules d'air traversant ledit dispositif afin que ce dernier puisse convertir efficacement une grande partie de l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative.

Dans cette configuration, ledit dispositif rotatif d'éolienne devient compact et ses dites roues restent constamment à l'intérieur du volume imaginaire que balaye chacune desdites roues, par rapport audit stator, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif.

-Selon une caractéristique, les points de tangence desdites roues sont disposés sur ledit cercle de référence à intervalles angulaires réguliers autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit moyeu du rotor.

Dans cette configuration, la répartition à intervalles angulaires réguliers des points de tangence, et par conséquence des plans axiaux desdites roues, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit moyeu du rotor, permet audit dispositif d'avoir une bonne régularité dans le temps des différents mouvements de rotation. Quand ledit moyeu du rotor tourne à vitesse constante, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, les roues passent successivement et à intervalles de temps réguliers, chacune à son tour par sa position à l'origine. Ceci permet audit rotor d'offrir au vent, à des intervalles de temps réguliers, une structure sensiblement similaire, occupant sensiblement la même position par rapport audit stator, et opposant aux particules d'air une résistance sensiblement identique tout en faisant tourner, en continu, ledit moyeu du rotor, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator.

<u>Formes desdites roues</u>

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est tel que :

- chacune desdites roues étant reliée audit moyeu du rotor ainsi qu'audits moyens de synchronisation par l'intermédiaire du moyeu de cette roue,
- pour chacune desdites roues comportant plusieurs pales, les pales de cette roue étant séparées les unes des autres,

en définissant :

- le moyeu de chacune desdites roues comme étant la partie de cette roue située à l'intérieur du cylindre de référence de cette roue ;

- les pales de chacune desdites roues comme étant les parties de cette roue situées à l'extérieur du cylindre de référence de cette roue ;
- le cylindre de référence de chacune desdites roues comme étant le cylindre imaginaire droit circulaire ayant comme axe, l'axe de rotation de cette roue, et comme section droite, un disque imaginaire de rayon RI, centré sur cet axe tout en étant perpendiculaire à cet axe,

RI étant une taille de rayon donnée.

Dans cette configuration, l'introduction de la notion du cylindre de référence permet de définir pour chacune desdites roues son moyeu (sa partie proche de son propre axe de rotation) et sa pale ou ses pales (sa partie ou ses parties périphériques, éloignées de son propre axe de rotation). Pour chacune desdites roues , le moyeu de cette roue permet de relier cette roue audit moyeu du rotor ainsi qu'audits moyens de synchronisation, alors que les pales de cette roue permettent de résister au vent et de transmettre les efforts de pression, qu'elles reçoivent de la part des particules d'air, au moyeu de cette roue qui à son tour les transmet audit moyeu du rotor pour le faire tourner autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator. Ainsi, le moyeu de chacune desdites roues peut avoir une forme quelconque qui restera valable, tant que ce moyeu reste à l'intérieur du cylindre de référence de la roue correspondante. Les principales fonctions du moyeu de chacune desdites roues étant de supporter les pales de cette roue et d'être monté tournant, autour de l'axe de cette roue, sur ledit moyeu du rotor, tout en étant relié audits moyens de synchronisation.
Quand une desdites roues contient plusieurs pales, les pales de cette roue sont séparées les unes des autres.

<u>Forme desdites pales</u>

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est tel que :

- pour chacune desdites pales, la projection orthogonale de cette pale sur le plan axial de la roue correspondante formant une surface plane ayant un contour externe fermé composé d'un arc de cercle et d'une courbe plane ouverte reliant les extrémités de cet arc de cercle, cet arc de cercle étant de rayon égal à RI et centré sur l'axe de rotation de la roue correspondante, cette courbe plane ouverte étant appelée **profil axial** de cette pale, cet arc de cercle étant appelé base du profil axial de cette pale ;
- pour chacune desdites roues, la couronne de cette roue coupant ledit plan de référence selon deux surfaces planes imaginaires symétriques l'une de l'autre par rapport à l'axe de rotation de cette roue, la surface plane imaginaire la plus éloignée de l'axe dudit dispositif ayant un contour externe fermé composé d'un segment de droite et d'une courbe plane ouverte reliant les extrémités de ce segment de droite, ce segment de droite étant parallèle à l'axe de rotation de cette roue et situé à une distance égale à RI de cet axe, cette courbe plane ouverte étant située du côté opposé à celui de l'axe de rotation de cette roue par rapport à ce segment de droite, cette courbe plane ouverte étant appelée **profil radial** de cette roue, ce segment de droite étant appelé base du profil radial de cette roue ;

en définissant :

- la couronne de chacune desdites roues comme étant le volume de révolution imaginaire, lié audit moyeu du rotor, que les pales de cette roue balayent, par rapport audit moyeu du rotor, lorsque cette roue tourne autour de son propre axe de rotation, par rapport audit moyeu du rotor ;
- le bord périphérique de chacune desdites pales comme étant la partie de cette pale dont la projection orthogonale sur le plan axial de la roue correspondante forme une bande le long du profil axial de cette pale.

Dans cette configuration, l'introduction de la notion de couronne permet de définir pour chacune desdites roues, un volume imaginaire de révolution, lié audit moyeu du rotor, que les pales de cette roue balayent, et à l'intérieur duquel ces pales restent incluses, lorsque cette roue tourne autour de son propre axe de rotation, par rapport audit moyeu du rotor. Ainsi, chacune desdites pales peut avoir une infinité de formes possibles tout en restant à l'intérieur d'une couronne donnée. La couronne de chacune desdites roues permet de définir le profil radial de cette roue.

-Selon une caractéristique, la disposition desdites roues, par rapport audit moyeu du rotor, et les dimensions desdites roues étant telles que les couronnes desdites roues sont séparées les unes des autres.

Dans une configuration où les couronnes desdites roues sont séparées les unes des autres, ceci permettra audit moyeu du rotor de tourner, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, et audites roues de tourner simultanément, chacune autour de son propre axe de rotation par rapport audit moyeu du rotor, sans que lesdites roues ou que lesdites pales puissent s'entrechoquer entre elles.

Pour chacune desdites pales, **l'enveloppe-cylindrique** de cette pale est définie, à tout instant, comme étant le volume commun entre la couronne de la roue correspondante et un volume cylindrique droit imaginaire, ayant comme section droite la projection orthogonale de cette pale sur le plan axial de la roue correspondante.
L'introduction de la notion d'enveloppe-cylindrique permet de définir pour chaque pale de chacune desdites roues un volume imaginaire cylindrique, lié à cette pale, à l'intérieur duquel cette pale reste incluse. L' enveloppe-cylindrique d'une pale donnée correspond au volume maximal que cette pale peut avoir lorsqu'elle correspond à un profil axial donné et lorsqu'elle appartient à une roue ayant un profil radial donné. L'enveloppe-cylindrique de chacune desdites pales étant définie par le profil axial de cette pale ainsi que par le profil radial de la roue correspondante.
L'enveloppe-cylindrique de chacune desdites pales suit la pale correspondante dans son mouvement de rotation autour de l'axe de rotation de la roue correspondante, tout en restant à l'intérieur de la couronne de la roue correspondante.
Quand une roue possède au moins deux pales, les enveloppes-cylindriques de deux de ses pales peuvent avoir une partie commune, tout en ayant ces deux pales complètement disjointes. Ce cas peut se présenter quand, par exemple, deux pales d'une même roue se chevauchent partiellement, selon une direction parallèle à l'axe de rotation de cette roue, tout en étant disjointes entre elles, auquel cas leurs projections orthogonales sur le plan axial de cette roue se recoupent entre elles.

-Selon une caractéristique, pour chacune desdites roues comportant plusieurs pales, les enveloppes-cylindriques des pales de cette roue sont séparées les unes des autres.
Dans cette configuration, pour chacune desdites roues, les pales de cette roue ne se chevauchent pas selon une direction parallèle à l'axe de rotation de cette roue.

-Selon une caractéristique, pour chacune desdites pales, la surface extérieure de cette pale et la surface extérieure de l'enveloppe-cylindrique de cette pale se confondent sensiblement entre elles dans la zone située strictement à l'extérieur du cylindre de référence de la roue correspondante.
Dans cette configuration, la forme de chacune desdites pales correspond sensiblement à la forme de l'enveloppe-cylindrique de cette pale.

Analyse du Profil Radial

-Selon une caractéristique, pour chacune desdites roues, **un point extrême** du profil radial de cette roue est défini comme étant un des points de ce profil radial dont la distance à l'axe de rotation de cette roue est maximale ;
pour chacune desdites roues, le profil radial de cette roue étant tel qu'il existe au moins un plan, lié audit moyeu du rotor, parallèle au plan axial de cette roue, coupant la base de ce profil radial, et coupant ce profil radial en un de ses points extrêmes, un tel plan est appelé **plan géométrique** de cette roue.

-Selon une caractéristique, pour chacune desdites roues, le profil radial de cette roue étant composé de deux courbes, appelées **courbes élémentaires**, associées à un point extrême de ce profil radial, ces courbes élémentaires étant telles que l'une d'elles relie une extrémité de la base de ce profil radial à ce point extrême, et l'autre courbe élémentaire relie ce même point extrême à l'autre extrémité de la base de ce profil radial, chacune de ces deux courbes élémentaires étant située d'un seul côté par rapport au plan géométrique passant par ce point extrême.

-Selon une caractéristique, pour chacune desdites roues, **une des deux courbes élémentaires** du profil radial de cette roue étant un segment de droite inclus dans le plan géométrique correspondant.
Dans cette configuration, pour chacune desdites roues dudit dispositif, les pales de cette roue pourraient avoir chacune un côté plat, pouvant être disposé de manière à ce qu'il soit du côté amont face au vent au moment où la pale en question sera bien positionnée par rapport au vent. De plus, ceci pourrait faciliter la fabrication desdites pales ainsi que leur intégration au sein dudit dispositif. Comme on le verra plus tard, ceci permettra d'améliorer l'étanchéité dudit dispositif et d'augmenter la différence de pression entre l'amont et l'aval.

-Selon une caractéristique, pour chacune desdites roues, les deux courbes élémentaires, du profil radial de cette roue, étant symétriques l'une de l'autre par rapport au plan géométrique correspondant.
Dans cette configuration, le côté amont et le côté aval de chacune desdites pales pourraient être symétriques l'une de l'autre par rapport à un plan géométrique associé à la roue correspondante.

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est tel que pour chacune desdites roues, l'épaisseur du profil radial de cette roue, à la distance **D** de l'axe de rotation de cette roue, est une fonction décroissante de **D**,
en définissant pour chacune desdites roues l'épaisseur du profil radial de cette roue, à la distance **D** de l'axe de rotation de cette roue, comme étant la longueur du plus long segment de droite, parallèle à l'axe de rotation de cette roue, situé à la distance **D** de cet axe, et dont les extrémités appartiennent à ce profil radial, **D** étant une variable représentant une distance.

Avec une telle caractéristique, plusieurs configurations possibles pourraient s'offrir à l'homme de l'art. Pour chacune desdites roues, l'épaisseur du profil radial de cette roue, à une distance D de l'axe de rotation de cette roue, représente aussi l'épaisseur de la couronne de cette roue à la même distance D de cet axe. Ainsi, quand on s'éloigne de l'axe de rotation d'une roue donnée, plusieurs configurations possibles pourraient s'offrir à l'homme de l'art :

- l'épaisseur du profil radial de cette roue peut rester constante jusqu'au niveau de l'ensemble des points extrêmes de ce profil radial auquel cas, chaque pale de cette

roue peut prendre la forme d'un morceau de plaque ayant une certaine épaisseur constante, et les points extrêmes de ce profil radial froment un segment de droite parallèle à l'axe de rotation de cette roue,

- l'épaisseur du profil radial peut décroître tout en passant par des paliers jusqu'au niveau de l'ensemble des points extrêmes de ce profil radial auquel cas, chaque pale de cette roue peut prendre la forme de plusieurs morceaux de plaques superposées permettant à cette pale d'avoir une épaisseur constante par paliers tout en étant décroissante en s'éloignant de l'axe de rotation de la roue correspondante, et les points extrêmes de ce profil radial froment un segment de droite parallèle à l'axe de rotation de cette roue, dans ce cas, l'épaisseur de la couronne de cette roue est décroissante par paliers et son bord le plus éloigné de l'axe de rotation de cette roue pourrait avoir un profil en escalier,
- l'épaisseur du profil radial peut décroître strictement jusqu'au niveau d'un point extrême unique de ce profil radial, auquel cas, l'épaisseur de la couronne de cette roue est décroissante strictement en s'éloignant de l'axe de rotation de la roue correspondante, de plus, le bord de cette couronne le plus éloigné de l'axe de rotation de cette roue pouvant avoir un profil en biseau ou bien en arrondi,
- l'épaisseur du profil radial peut décroître strictement le long de certaines plages et reste constante le long d'autres plages jusqu'au niveau de l'ensemble des points extrêmes de ce profil radial, en s'éloignant de l'axe de rotation de la roue correspondante,
- etc.

Ainsi, il existe une infinité de choix possibles pour le profil radial de chacune desdites roues. Le meilleur profil radial d'une roue donnée dépendra essentiellement de l'application envisagée et des caractéristiques du dispositif rotatif que l'on cherche à définir :

- plage de puissances, différence de la pression entre l'amont et l'aval, débits, vitesses, températures, etc,
- rendement recherché,
- précision de fabrication,
- matériaux utilisés : qualité, poids, résistance,...
- coûts de fabrication,
- etc.

-Selon une caractéristique, pour chacune desdites pales, l'épaisseur maximale de cette pale est plus petite que sa dimension radiale maximale, l'épaisseur maximale de cette pale étant par définition la plus grande épaisseur du profil radial de la roue correspondante, la dimension radiale maximale de cette pale étant par définition la distance entre le cylindre de référence de la roue correspondante et l'un des points de cette pale les plus éloignés de ce cylindre de référence.

Dans cette configuration, les pales pourront avoir une faible épaisseur, par rapport à leurs dimensions radiales, tout en étant assez robustes pour pouvoir supporter les efforts dus à la différence de pression des particules d'air, entre l'amont et l'aval, au niveau de leurs surfaces externes. Ceci permet de concevoir des roues de faible encombrement, donc légères, permettant de minimiser les pertes de puissance, liées au frottement au niveau des liaisons entre lesdites roues et ledit moyeu du rotor, afin de maximiser la puissance dudit dispositif.

-Selon une caractéristique, pour chacune desdites roues, le plan axial de cette roue coupe la base du profil radial de cette roue.

-Selon une caractéristique, pour chacune desdites roues, le plan axial de cette roue se confond avec un plan géométrique de cette roue.
Dans cette configuration, les pales de chacune desdites roues sont très proches du plan axial de cette roue, et pourraient être coupées par ce même plan. Ceci permet de ramener l'ensemble des masses de chacune desdites roues tout près du plan axial de cette roue et plus particulièrement tout près dudit cercle de référence dudit dispositif. Ceci contribuera à un meilleur équilibre dudit rotor et permettra de rendre ledit dispositif plus compact en ramenant l'ensemble des masses ou des poids desdites roues tout près dudit cercle de référence, et par conséquent tout près de l'axe dudit dispositif.

Analyse du Profil Axial

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est tel que pour chacune desdites pales, le profil axial de cette pale est composé d'un arc de cercle, appelé **arc externe**, et de deux segments de droite, appelés **segments latéraux,** chacun de ces segments latéraux joignant une extrémité de l'arc externe de ce profil axial à une extrémité de la base de ce profil axial, l'arc externe de ce profil axial étant centré sur l'axe de rotation de la roue correspondante, le rayon de l'arc externe de ce profil axial étant strictement plus grand que RI, les deux segments latéraux de ce profil axial étant disposés de part et d'autre d'une droite, passant par l'axe de rotation de la roue correspondante, située dans le plan axial de cette roue, et coupant la base de ce profil axial ainsi que l'arc externe de ce profil axial ;
en définissant pour chacune desdites pales :

- **le bord interne** de cette pale comme étant la partie de cette pale dont la projection orthogonale, sur le plan axial de la roue correspondante, forme une bande le long de la base du profil axial de cette pale ;
- **le bord externe** de cette pale comme étant la partie de cette pale dont la projection orthogonale, sur le plan axial de la roue correspondante, forme une bande le long de l'arc externe du profil axial de cette pale ;
- un **bord latéral** de cette pale comme étant la partie de cette pale dont la projection orthogonale, sur le plan axial de la roue correspondante, forme une bande le long de l'un des deux segments latéraux du profil axial de cette pale,

chacune desdites pales ayant ainsi deux bords latéraux, un bord interne et un bord externe.

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est tel que pour chacune desdites pales la direction de chacun des segments latéraux, du profil axial de cette pale, passe par l'axe de rotation de la roue correspondante ;
pour chacune desdites pales, l'angle défini par les deux segments latéraux du profil axial de cette pale et sous lequel ce profil axial est vu depuis l'axe de rotation de la roue correspondante étant appelé **angle d'ouverture** de cette pale.

-Selon une caractéristique, chacune desdites roues comportant une pale dont l'angle d'ouverture est supérieur ou égal à 180°.

Dans cette configuration, pour chacune desdites pales, le profil axial de cette pale devient symétrique, dans le plan axial de la roue correspondante, par rapport à la droite, incluse dans ce plan axial, qui passe par l'axe de rotation de cette roue et qui coupe la base de ce profil axial ainsi que l'arc externe de ce profil axial en leurs milieux respectifs, cette droite est aussi la bissectrice de l'angle d'ouverture de cette pale.

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est tel que pour chacune desdites pales :

- une partie ou la totalité du bord périphérique de cette pale ayant un profil en biseau , en arrondi ou en escalier,
- et/ou le bord externe de cette pale ayant un profil en biseau , en arrondi ou en escalier,
- et/ou chacun des bords latéraux de cette pale ayant un profil en biseau, en arrondi, ou en escalier.

-Selon une caractéristique, pour chacune desdites roues, le moyeu de cette roue étant un cylindre droit à section circulaire, l'axe de ce cylindre étant confondu avec l'axe de rotation de cette roue.
Dans ce cas de configuration, pour chacune desdites roues, l'épaisseur du moyeu de cette roue pouvant être du même ordre de grandeur que l'épaisseur de la couronne de cette roue au niveau du cylindre de référence de cette roue.

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est tel que :
- chacune desdites roues possède plusieurs pales,
- les pales de chacune desdites roues étant toutes sensiblement identiques, séparées les unes des autres, et réparties à intervalles angulaires réguliers, autour de l'axe de rotation de cette roue par rapport au moyeu de cette roue.

<u>Ledit moyeu du rotor</u>
-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est tel que :
- ledit moyeu du rotor comporte un arbre central sur lequel sont fixés des bras rigides, ledit arbre central étant monté tournant, autour de l'axe dudit dispositif, sur ledit stator, de telle manière que l'axe dudit arbre central se trouve confondu avec l'axe dudit dispositif ;
- pour chacune desdites roues, ledit rotor comporte en plus un moyen de liaison permettant à cette roue d'être montée tournante, autour de son propre axe de rotation, sur un desdits bras, au niveau de l'extrémité libre de ce bras, l'autre extrémité de ce bras étant fixée sur ledit arbre central.

Cette configuration dudit moyeu du rotor est donné à titre d'exemple non limitatif afin de montrer la faisabilité technique du dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention. Il est certain que l'homme de l'art peut imaginer d'autre structure pouvant faire office de moyeu du rotor et pouvant répondre à ses différentes fonctions, à savoir : être monté tournant autour de l'axe dudit dispositif sur ledit stator, et pouvoir supporter lesdites roues qui doivent être montées tournantes, chacune autour de son propre axe sur ledit moyeu du rotor. L'arbre central étant destinée à transmettre le mouvement de rotation dudit moyeu du rotor à des moyens de production externes ou bien à des moyens moteurs externe. Ainsi une infinité de solutions possibles s'offre à l'homme de l'art lui permettant de pouvoir concevoir un moyeu du rotor correctement dimensionné en fonction de l'application envisagée. L'homme de l'art pourrait s'inspirer de la forme des jantes en alliage des voitures modernes pour concevoir d'autres architectures dudit moyeu du rotor. On pourrait envisager le cas où chaque couple desdites roues est supporté par un seul bras fixé sur l'arbre central. On pourrait même envisager le cas où ledit moyeu du rotor est une structure rigide n'ayant aucune partie proche de l'axe dudit dispositif, ceci permettra de libérer la zone proche de cet axe, et la transmission du mouvement rotatif de ce type de moyeu du rotor, à des moyens de production ou à des moyens moteurs, pourrait être réalisée loin de l'axe dudit dispositif, à l'aide d'une grande roue dentée dont l'axe est confondu avec l'axe dudit dispositif.

Volume_torique de référence

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est tel que le rayon dudit cercle de référence est plus grand que le rayon du disque générateur d'un volume torique, appelé **volume_torique de référence**,
ledit volume_torique de référence est défini comme étant le volume torique imaginaire balayé par la rotation autour de l'axe dudit dispositif d'un disque imaginaire, appelé disque générateur, coplanaire avec l'axe dudit dispositif, centré sur la circonférence dudit cercle de référence, et dont le rayon équivaut à la distance entre la circonférence dudit cercle de référence et un des points du profil radial, de l'une desdites roues, les plus éloignés de l'axe dudit dispositif.

Ledit volume_torique de référence est bien sûr un volume imaginaire, il sert essentiellement, au même titre que ledit plan de référence dudit dispositif, que ledit cercle de référence, ou que les axes desdites roues, à avoir des repères dans l'espace permettant de comprendre plus facilement la modélisation dudit dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, et la disposition de ses différents éléments physiques tels que ledit moyeu du rotor, ledit stator ou que lesdites roues avec leurs pales.
Dans cette configuration, du fait que lesdites roues sont toutes sensiblement identiques, et que les positions à l'origine desdites roues sont toutes sensiblement identiques, alors les couronnes desdites roues sont toutes sensiblement identiques. C'est pourquoi, le rayon du disque générateur dudit volume_torique de référence peut être défini à l'aide du profil radial de n'importe laquelle desdites roues.
Ledit volume_torique de référence contient le volume que balaye chacune desdites roues, par rapport audit stator, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif, en entraînant avec lui chacune desdites roues dans un mouvement à double rotation. Dans cette configuration, du fait que le rayon du disque générateur dudit volume_torique de référence est plus petit que le rayon dudit cercle de référence, alors ledit volume_torique de référence ne coupe pas l'axe dudit dispositif.
En se fixant à l'avance la valeur du rayon dudit cercle de référence ainsi que la valeur du rayon du disque générateur dudit volume_torique de référence, ceci nous permet d'optimiser le dimensionnement desdites roues ainsi que de définir le meilleur positionnement de chacune desdites roues par rapport à son propre plan axial. Les dimensions de chacune desdites roues sont ainsi limitées du fait qu'elles doivent rester constamment à l'intérieur dudit volume_torique de référence, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif. Ceci impose, pour chacune desdites roues, en fonction de l'éloignement de celle-ci de son propre plan axial, des limites supérieures aux dimensions de son profil radial. Ainsi, on aura tout intérêt à rapprocher autant que possible chacune desdites roues de son propre plan axial, de manière à pouvoir donner à cette roue les plus grandes dimensions radiales possibles.
Afin que ledit dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, puisse fonctionner correctement tout en ayant un certain nombre de roues (nbr roues au total), les dimensions axiales de chacune desdites roues, c'est-à-dire les dimensions de cette roue selon une direction parallèle à son propre axe de rotation, doivent être limitées elles aussi, de manière à pouvoir laisser un certain espacement possible entre deux roues successives quelconques, disposées autour de l'axe dudit dispositif. Cet espacement étant nécessaire afin d'écarter tout risque d'interférence ou de frottement entre lesdites roues.
Il est évident que, plus le rayon du disque générateur dudit volume_torique de référence est proche de celui dudit cercle de référence, et plus ledit dispositif devient compact.

Ladite paroi_ceinture

-Selon une caractéristique, ledit rotor comporte en plus une paroi, appelée **paroi_ceinture** , ladite paroi_ceinture étant destinée à diriger les particules d'air vers les pales ; ladite paroi_ceinture étant montée solidaire dudit moyeu du rotor ou bien faisant partie dudit moyeu du rotor ; ladite paroi_ceinture entourant l'axe dudit dispositif et coupant ledit volume_torique de référence; ladite paroi_ceinture comportant **nbr fentes** disposées autour de l'axe dudit dispositif ; chacune desdites roues étant associée à une desdites fentes qu'elle traverse ; chacune desdites roues étant séparée de ladite paroi_ceinture, au niveau de la fente correspondante, par un jeu minimal permettant à cette roue de pouvoir tourner librement, autour de son propre axe de rotation par rapport audit moyeu du rotor, sans que cette roue puisse entrer en contact avec ladite paroi_ceinture.

-Selon une caractéristique, ladite paroi_ceinture est telle qu'une partie de sa surface extérieure, appelée **surface_ceinture** , a la forme d'une surface de révolution traversée par lesdites fentes, ladite surface_ceinture étant engendrée par la rotation autour de l'axe dudit dispositif d'une courbe plane coplanaire avec l'axe dudit dispositif, appelée courbe génératrice ; cette courbe génératrice étant telle que ladite surface_ceinture divise ledit volume_torique de référence en deux zones distinctes appelées respectivement zone interne et zone externe qui sont telles que quelque soit la position dudit moyeu du rotor par rapport audit stator :

- ladite zone interne contient :
  - la partie dudit moyeu du rotor se trouvant à l'intérieur dudit volume_torique de référence,
  - la partie desdits moyens de synchronisation se trouvant à l'intérieur dudit volume_torique de référence,
  - la partie de ladite paroi_ceinture se trouvant à l'intérieur dudit volume_torique de référence,
  - le moyeu de chacune desdites roues ;
- ladite zone externe étant destinée à accueillir en son sein les pales desdites roues, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator.

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est tel que :

- ladite zone externe entoure ladite zone interne de telle manière qu'il existe une partie de ladite zone externe plus éloignée de l'axe dudit dispositif que n'importe quelle partie de ladite zone interne,
- la courbe génératrice de ladite surface_ceinture étant telle que le volume de ladite zone externe est nettement plus grand que le volume de ladite zone interne.

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est tel que dans un plan contenant l'axe dudit dispositif, un disque générateur dudit volume_torique de référence ainsi que la courbe génératrice de ladite surface_ceinture, cette courbe génératrice étant composée d'un segment de droite (UV), d'un arc de cercle (VY) et d'un segment de droite (YZ), l'arc de cercle (VY) étant centré sur la circonférence dudit cercle de référence, la taille du rayon de l'arc de cercle (VY) étant plus grande que RI et plus petite que RT, les segments de droite (UV) et (YZ) coupant chacun la circonférence de ce disque générateur dudit volume_torique de référence, le segment de droite (UV) et l'arc de cercle (VY) ayant en commun l'extrémité (V), l'arc de cercle (VY) et le segment de droite (YZ) ayant en commun l'extrémité (Y) ;

RI étant la taille du rayon du disque générateur du cylindre de référence de l'une desdites roues, et RT étant la taille du rayon du disque générateur dudit volume_torique de référence

-Selon une caractéristique, la courbe génératrice de ladite surface_ceinture étant telle que :

- la droite contenant le segment de droite (UV) est parallèle à l'axe dudit dispositif et passe par le centre de l'arc de cercle (VY),
- la droite contenant le segment de droite (YZ) est parallèle à l'axe dudit dispositif et passe par le centre de l'arc de cercle (VY),
- l'arc de cercle (VY) étant disposé du côté opposé à l'axe dudit dispositif par rapport au segment de droite (UV).

Les principaux rôles de ladite surface_ceinture étant de :

- définir ladite zone externe au sein de laquelle lesdites pales pénètrent pour travailler et échanger efficacement de l'énergie mécanique avec les particules d'air,
- définir ladite zone interne au sein de laquelle lesdites pales pénètrent pour réduire leurs échanges d'énergie avec les particules d'air,
- réduire les fuites de particules d'air entre ladite zone externe et ladite zone interne,
- permettre aux particules d'air (du vent) d'être bien dirigées vers ladite zone externe au sein de laquelle, lesdites pales sont introduites pour ralentir l'écoulement de ces particules afin de récupérer efficacement la plus grande partie possible de leur énergie mécanique,
- permettre à ladite zone externe d'avoir un volume nettement plus grand que celui de ladite zone interne, afin de favoriser le passage d'un grand débit de particules d'air à travers ladite zone externe, ce qui favorisera la conversion d'une grande partie de la puissance cinétique du vent.

Quand une roue tourne autour de son propre axe de rotation, son moyeu reste constamment à l'intérieur de ladite zone interne, et seulement ses pales peuvent pénétrer à l'intérieur de ladite zone externe et en ressortir.

Du fait que ladite zone externe entoure ladite zone interne, le volume de ladite zone externe peut être, selon la configuration dudit dispositif, nettement plus grand que celui de ladite zone interne. Ceci permettra audit dispositif d'assurer un important débit de particules d'air à travers ladite zone externe et de récupérer une plus grande puissance mécanique de la part du vent. De même, ceci permettra au dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, de pouvoir fonctionner efficacement en ayant son axe de rotation disposé perpendiculairement à la direction du vent. Nous verrons dans la suite de cette description que dans de nombreuses configurations possibles, un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, pourra fonctionner avantageusement en ayant son axe de rotation disposé horizontalement, par rapport au sol, et parallèlement à la direction du vent.

Ladite surface_ceinture peut être une surface de révolution très simple telle qu'une surface conique, double-conique, cylindrique, ou une surface comportant deux parties cylindriques et une partie torique, etc.

Lorsqu'une roue est entraînée en rotation, autour de son propre axe, par lesdits moyens de synchronisation, chacune de ses pales traverse la fente correspondante pour faire saillie par rapport à ladite paroi_ceinture du côté de ladite surface_ceinture et s'introduit dans ladite zone externe, puis tout en continuant à tourner dans le même sens, autour de son propre axe de rotation, retraverse cette même fente pour pénétrer dans ladite zone interne. Ainsi, tout en tournant dans le même sens autour de son propre axe de rotation, chacune desdites pales quitte successivement ladite zone interne pour s'introduire dans ladite zone externe, puis quitte ladite zone externe pour pénétrer dans ladite zone interne et ainsi de suite.

Quand une pale se trouve, en totalité ou en partie, à l'intérieur de ladite zone externe, elle

présente au sein de celle-ci une surface plus ou moins grande, faisant saillie par rapport à ladite paroi_ceinture , du côté de ladite surface_ceinture , et offre ainsi une résistance plus ou moins grande à l'écoulement de l'air au sein de ladite zone externe. Ainsi, cette pale transmet les efforts dus à la pression de l'air au moyeu de sa roue qui, à son tour, les transmet audit moyeu du rotor pour le faire tourner, et simultanément lesdits moyens de synchronisation font tourner toutes les roues ainsi que leurs différentes pales. Ladite paroi_ceinture permet d'empêcher les particules d'air qui se trouvent au sein de ladite zone externe d'aller facilement vers ladite zone interne et inversement. Ceci permet audit dispositif de réduire les chutes de pression au sein de ladite zone externe, et de maximiser la différence de pression entre le côté amont et le côté aval de chacune desdites pales qui se trouve en totalité ou en partie à l'intérieur de ladite zone externe, et bien positionnée par rapport à la direction et au sens du vent.
Ainsi, ladite paroi_ceinture permet de bien diriger les particules d'air traversant ledit dispositif vers les pales au sein de ladite zone externe.
Lorsque ledit moyeu du rotor fait un tour complet autour de l'axe dudit dispositif, par rapport audit stator, chacune desdites pales balaye à l'intérieur de ladite zone externe **nbTR** volumes identiques, appelés **volumes balayés élémentaires**, qui sont liés audit stator et répartis autour de l'axe dudit dispositif à intervalles angulaires réguliers, par rapport audit stator. Pour chacune desdites pales, les nbTR volumes balayés élémentaires, relatifs à cette pales, peuvent être disjoints les uns des autres dans certaines conditions de configuration de cette pale.
Pour chacune desdites roues, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif, par rapport audit stator, les pales de cette roue balayent à l'intérieur de ladite zone externe **nbTR** x **nbp** volumes balayés élémentaires qui peuvent être disjoints les uns des autres dans certaines conditions de configuration des pales de cette roue, nbp étant le nombre des pales de chacune desdites roues ; nbp étant un nombre entier donné strictement positif. Il est clair que chacun des volumes balayés élémentaires dépend de la pale qui l'engendre. C'est pourquoi deux volumes balayés élémentaires engendrés par deux pales différentes pourraient être eux aussi différents.

Moyens d'équilibrage

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est tel que chacune desdites roues comporte en plus des **moyens d'équilibrage** lui permettant d'avoir son centre de gravité disposé sur son propre axe de rotation de manière à pouvoir tourner, autour de cet axe par rapport audit moyeu du rotor, sans engendrer de vibrations.

Pour que lesdites roues puissent tourner sans engendrer de vibrations, chacune autour de son propre axe de rotation, il est nécessaire de pouvoir positionner le centre de gravité de chacune desdites roues sur son axe de rotation. De préférence, les moyens d'équilibrage de chacune desdites roues sont intégrés au niveau de son moyeu, mais ils peuvent aussi être intégrés au niveau de ses pales. Le fait de pouvoir équilibrer une roue permet à celle-ci de pouvoir tourner autour de son axe, sans aucune vibration, à grande vitesse, voir à très grande vitesse. Ainsi on pourra utiliser les dispositifs rotatifs, selon l'invention, dans les applications de conversion de l'énergie cinétique du vent ainsi que dans les applications de propulsion aériennes. Ces dernières auront besoin de les faire tourner à très grande vitesse, comme c'est le cas avec les hélices des avions, les pales des rotors d'hélicoptères, les pales des soufflantes ou les pales des aéronefs de type VTOL (Vertical Take Off and Landing).

L'enveloppe

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est tel qu'il comporte en plus un ensemble de parois appelé **enveloppe**,

ladite enveloppe étant montée solidaire dudit stator, ladite enveloppe formant avec ladite paroi_ceinture au moins une cavité, appelée cavité élémentaire ;
chacune desdites cavités élémentaires pouvant contenir un volume associé à une desdites pales, appelé volume élémentaire ; chacun desdits volumes élémentaires est défini comme étant un volume imaginaire que la pale correspondante balaye à l'intérieur de ladite zone externe, lorsque ledit moyeu du rotor tourne, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, et que cette pale pénètre à l'intérieur de ladite zone externe et effectue un tour complet, autour de l'axe de rotation de sa roue par rapport audit moyeu du rotor, chacune desdites pales pouvant ainsi balayer nbTR volumes élémentaires ;
ladite enveloppe étant telle qu'elle est séparée de ladite paroi_ceinture par un jeu minimal permettant à ladite enveloppe de ne jamais entrer en contact avec ladite paroi_ceinture, lorsque ladite paroi_ceinture accompagne ledit moyeu du rotor dans son mouvement de rotation autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator ;
en définissant pour chacune desdites cavités élémentaires sa paroi_enveloppe comme étant l'ensemble des parois de cette cavité élémentaire qui appartient à ladite enveloppe, chacune desdites cavités élémentaire étant telle que sa paroi_enveloppe est séparée du volume élémentaire correspondant par un jeu minimal permettant à chacune desdites pales balayant ce volume élémentaire de ne jamais entrer en contact avec sa paroi_enveloppe ;
pour chacune desdites cavités élémentaires, sa paroi_enveloppe étant telle qu'elle comporte au moins une ouverture, appelée **ouverture d'admission**, et au moins une ouverture, appelée **ouverture de refoulement**, ces ouvertures étant disposées de manière à permettre aux particules d'air, lorsque ledit moyeu du rotor tourne dans un sens donné autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, de pouvoir pénétrer à l'intérieur de cette cavité élémentaire à travers les ouvertures d'admission correspondantes, et de pouvoir quitter cette cavité élémentaire à travers les ouvertures de refoulement correspondantes.

Les spécificités dudit dispositif font que chacune de ses pales balaye, à l'intérieur de ladite zone externe, nbTR volumes élémentaires dont la position de chacun d'eux reste fixe par rapport audit stator ; ceci permet à ladite enveloppe, qui est liée audit stator, de pouvoir former avec ladite paroi_ceinture au moins une cavité élémentaire pouvant contenir un volume élémentaire correspondant à une desdites pales. Dans le cas d'une configuration où toutes les roues sont sensiblement identiques et ont toutes la même position à l'origine ainsi que le même sens de rotation à l'origine, un même volume élémentaire peut correspondre à plusieurs pales, appartenant chacune à une roue différente. Si en plus, chacune desdites roues comporte nbp pales, nbp étant un nombre entier donné strictement positif, alors ladite enveloppe peut être configurée de manière à pouvoir former avec ladite paroi_ceinture jusqu'à **nbTR x nbp** cavités élémentaires qui seront suffisantes pour contenir tous les volumes élémentaires correspondants à toutes les pales dudit dispositif et ceci reste valable quelque soit le nombre de roues sensiblement identiques dudit dispositif.
Chacune desdites cavités élémentaires possède deux types de parois qui la délimitent, certaines de ses parois appartiennent à sa paroi_enveloppe, donc à ladite enveloppe, et elles sont stationnaires par rapport audit stator, et les autres parois appartiennent à ladite paroi_ceinture et sont donc mobiles en rotation autour de l'axe dudit dispositif, par rapport audit stator. Dans le cas d'une configuration où ladite paroi_ceinture comporte une **surface_ceinture** ayant la forme d'une surface de révolution, chaque cavité élémentaire a un volume constant du fait que la surface interne de sa paroi mobile, qui est une surface visible depuis l'intérieur de cette cavité, est une surface de révolution, mobile en rotation autour de son axe de révolution. Lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif et que lesdits moyens de synchronisation entraînent lesdites roues en rotation, chacune autour de son propre axe de rotation, chacune desdites pales qui pénètre à l'intérieur de l'une desdites cavités élémentaires traverse celle-ci puis la quitte sans être mise en contact avec aucune des parois de celle-ci, que cette paroi soit une paroi

stationnaire, appartenant donc à sa paroi_enveloppe, ou bien une paroi mobile, appartenant ainsi à ladite paroi_ceinture.
Dès qu'une pale pénètre à l'intérieur de l'une desdites cavités élémentaires et commence à traverser celle-ci, cette pale crée derrière elle, à l'intérieur de cette cavité élémentaire, une petite dépression qui sera comblée très vite par les particules d'air qui peuvent y pénétrer en traversant l'une de ses ouvertures d'admission, en provenance d'une zone de surpression située à l'extérieur de cette cavité élémentaire. Avant que cette même pale quitte définitivement cette cavité élémentaire, elle chasse devant elle les particules d'air de cette cavité élémentaire qui s'échapperont, de cette cavité élémentaire, en traversant l'une de ses ouvertures de refoulement pour aller vers une zone de dépression, située à l'extérieur de cette cavité élémentaire.
Pour chacune desdites cavités élémentaires, ses ouvertures d'admission permettent aux particules d'air se trouvant dans la zone de surpression, située en amont dudit dispositif, de pénétrer à l'intérieur de celle-ci afin que chacune desdites pales traversant cette cavité élémentaire ne puisse créer de dépression derrière elle qui soit susceptible de freiner ou de bloquer ledit moyeu du rotor dans sa rotation autour de l'axe dudit dispositif ; de même, pour chacune desdites cavités élémentaires, les ouvertures de refoulement de celle-ci permettent aux particules d'air se trouvant à l'intérieur de cette cavité élémentaire de s'échapper vers la zone de dépression, située en aval du dispositif, afin que chacune desdites pales traversant cette cavité élémentaire ne puisse créer de surpression devant elle qui soit susceptible de freiner ou de bloquer ledit moyeu du rotor dans sa rotation autour de l'axe dudit dispositif. De plus, pour chacune desdites cavités élémentaires, les ouvertures d'admission ainsi que les ouvertures de refoulement de celle-ci peuvent être dimensionnées de manière à pouvoir assurer un grand débit de particules d'air à travers cette cavité élémentaire.

Chacune desdites pales, traversant une cavité élémentaire donnée, reçoit de la part des particules d'air une pression plus forte du côté des ouvertures d'admission de cette cavité élémentaire, appelé côté amont, que du côté de ses ouvertures de refoulement, appelé côté aval. Ainsi, quand une pale pénètre à l'intérieur de l'une desdites cavités élémentaire, elle se trouve poussée par les particules d'air qui cherchent à quitter la zone de surpression amont pour aller vers la zone de dépression aval, en traversant cette cavité élémentaire. Contraintes de s'éloigner des ouvertures d'admission et de se rapprocher des ouvertures de refoulement, les pales font tourner ledit moyeu du rotor et lui fournissent du travail, autrement dit de l'énergie mécanique rotative. Chaque pale, qui traverse une desdites cavités élémentaires, travaille à l'image d'un piston qu'un fluide, en surpression, pousse à travers un cylindre pour aller vers l'autre bout de ce cylindre où se trouve une grande ouverture permettant au fluide, chassé par ce piston, d'être refoulé vers l'extérieur.

Lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif, tout fonctionne d'une manière bien synchronisée, comme s'il s'agissait d'un ensemble d'engrenages parfaitement réglé dans lequel les différents éléments tournants (paroi_ceinture, pales) n'entrent jamais en contact les uns avec les autres, et n'entrent pas non plus en contact avec ladite enveloppe qui est stationnaire. De plus, toutes les parties mobiles suivent chacune un mouvement de rotation continu et toujours dans le même sens. Ceci permet au dispositif rotatif, selon l'invention, de pouvoir fonctionner sans vibration et de récupérer la plus grande partie possible de la puissance mécanique du vent.

En plaçant un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, dans une position convenablement choisie face au vent, on permet ainsi audit dispositif de pouvoir:

- générer une zone de surpression en amont, du côté des ouvertures d'admission desdites cavités élémentaires, ainsi qu'une zone de dépression en aval, du côté des

ouvertures de refoulement desdites cavités élémentaires, de telle manière que la différence de pression ainsi créée, entre la zone de surpression et la zone de dépression, puisse être utilisée pour optimiser le couple moteur que lesdites roues transmettent audit moyeu du rotor pour le faire tourner autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator,

- assurer un débit optimal des particules d'air à travers lesdites cavités élémentaires, en passant successivement par les ouvertures d'admission, l'intérieur et enfin les ouvertures de refoulement desdites cavités élémentaires, tout en minimisant les chutes de pression liées aux éventuelles fuites de particules d'air entre l'amont et l'aval à travers les différents jeux dudit dispositif.

Ceci permettra d'optimiser la puissance mécanique rotative récupérable par le dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, à partir de l'énergie cinétique du vent .

D'après la formule étendue de **Bernoulli**, décrite ci-après, la pression des particules d'air en un point donné dépend essentiellement de la vitesse « macroscopique » des particules d'air en ce même point. C'est pourquoi, pour un vent incident donné, constant en orientation et en vitesse, la différence de pression, entre le côté amont et le côté aval de chaque pale traversant une desdites cavités élémentaires, dépend de la vitesse de rotation de cette pale autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, qui n'est autre que la vitesse de rotation dudit moyeu du rotor, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator. Ainsi, la différence de pression, entre l'amont et l'aval dudit dispositif, dépend directement de la vitesse de rotation dudit moyeu du rotor. Cette différence de pression décroît lorsque la vitesse de rotation dudit moyeu du rotor croît. Ceci semble évident du fait que plus ledit moyeu du rotor tourne vite, moins les pales résistent aux particules d'air, traversant lesdites cavités élémentaires, et plus faible sera la différence de pression entre l'amont et l'aval dudit dispositif. Ainsi, le couple moteur que reçoit ledit moyeu du rotor, de la part des particules d'air traversant ledit dispositif, décroît lorsque la vitesse dudit moyeu du rotor croît, du fait que ce couple moteur est proportionnel à la différence de pression entre l'amont et l'aval dudit dispositif.
Quant au débit des particules d'air traversant ledit dispositif, il est proportionnel à la vitesse de rotation dudit moyeu du rotor. Ainsi, le débit croît quand la vitesse de rotation dudit moyeu du rotor, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, croît.

La puissance mécanique récupérée par un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, est proportionnelle au produit des deux paramètres suivants :

- couple moteur appliqué audit moyeu du rotor,
- débit des particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires.

Ces deux paramètres dépendent directement de la vitesse de rotation **W** dudit moyeu du rotor. Le premier paramètre décroît lorsque la vitesse de rotation **W** dudit moyeu du rotor croît, alors que le second paramètre croît lorsque **W** croît. Ainsi, la puissance mécanique récupérée par le dispositif rotatif d'éolienne, sera maximale pour une vitesse de rotation **Wo** donnée, appelée vitesse de rotation optimale. Le couple moteur correspondant, à cette vitesse de rotation optimale, est appelé couple moteur optimal. La puissance maximale récupérable, la vitesse de rotation optimale Wo, ainsi que le couple moteur optimal dépendent essentiellement de la vitesse du vent incident et de la configuration dudit dispositif. Quand la vitesse du vent augmente, alors la puissance maximale récupérable, la vitesse de rotation optimale Wo, ainsi que le couple moteur optimal augmentent aussi. Ainsi pour qu'un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, puisse fonctionner efficacement, pour une certaine plage de vitesse du vent, on définira les caractéristiques de la charge (génératrice électrique, compresseur, pompe...), que ledit moyeu du rotor pourra entraîner efficacement en rotation en lui communiquant le maximum de puissance

mécanique rotative possible, sous la forme d'un couple moteur et d'une vitesse de rotation très proches des valeurs optimales.

Théorème de **Bernoulli**

Dans un écoulement non turbulent d'un gaz parfait en régime permanent, le long d'une ligne de courant et en négligeant les transferts de chaleur, on a la formule étendue suivante :

$$0.5 * ro * V^2 + ro * g * Z + (y/(y-1)) * P = constante$$

où :

V est la vitesse en un point

Z est l'altitude en un point

P est la pression en un point

ro est la masse volumique du gaz en un point

g est l'accélération de la pesanteur

y est le rapport des capacités calorifiques du gaz : Cp/Cv

L'air pouvant être considéré comme un gaz parfait diatomique.

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est tel que pour chacune desdites cavités élémentaires, la paroi_enveloppe de cette cavité élémentaire étant obtenue à partir d'une paroi appelée **paroi hélico-toroïdale**, en éliminant une partie de cette paroi-hélicoïdale de manière à éviter tout contact entre cette paroi_enveloppe et ladite paroi_ceinture, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator ;
pour chacune desdites cavités élémentaires, la paroi hélico-toroïdale correspondante étant une paroi engendrée par une surface plane liée à une desdites pales, lorsque cette surface plane accompagne cette pale dans son mouvement et que cette pale balaye le volume élémentaire correspondant à cette cavité élémentaire, cette surface plane étant incluse dans le plan axial de la roue correspondante à cette pale, cette surface plane entourant par l'extérieur le profil axial de cette pale tout en étant séparée de ce profil axial par un jeu minimal.

Dans cette configuration, le terme de paroi hélico_toroïdale a été choisi du fait que chaque point appartenant à la surface plane, génératrice d'une paroi hélico_toroïdale donnée, décrit une courbe tridimensionnelle ressemblant à une **hélice** déformée de manière à pouvoir appartenir complètement à la surface d'un **tore**, car ce point reste toujours à la même distance dudit cercle de référence. En connaissant le profil axial d'une pale, on peut facilement concevoir une paroi_enveloppe sous la forme d'une paroi hélico_toroïdale dont on retire une partie afin de constituer un jeu minimal entre cette paroi_enveloppe et ladite paroi_ceinture. C'est pourquoi on cherchera à définir les profils axiaux desdites pales de manière à faciliter la conception et la fabrication des paroi hélico_toroïdales correspondantes, tout en optimisant la surface de chacune desdites pales.

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est tel que pour chacune desdites cavités élémentaires, l'ensemble des ouvertures d'admission et l'ensemble des ouvertures de refoulement de sa paroi_enveloppe étant séparés entre eux et disposés par rapport à cette paroi_enveloppe de manière à pouvoir diviser cette cavité élémentaire en trois zones successives : **une zone d'admission, une zone de travail** et **une zone de refoulement** qui sont telles que lorsqu'une pale pénètre à l'intérieur de cette cavité élémentaire pour balayer le volume élémentaire correspondant, cette pale balaye d'abord la zone d'admission, puis la zone de travail et enfin la zone de refoulement, au sein de la zone d'admission cette pale est mise en regard d'au moins une ouverture d'admission, puis au sein de la zone de travail cette pale se trouve éloignée des ouvertures d'admission et des ouvertures de refoulement, et au sein de la zone de refoulement cette pale est mise en regard d'au moins une ouverture de refoulement.

Dans cette configuration, pour chacune desdites cavités élémentaires, les particules d'air pénètrent dans la zone d'admission à travers les ouvertures d'admission correspondantes, traversent la zone de travail pour aller vers la zone de refoulement, puis quittent la zone de refoulement à travers les ouvertures de refoulement correspondantes. Lors de cette traversée, les particules d'air rencontrent au moins une pale présentant à l'intérieur de cette cavité élémentaire une surface plus ou moins grande. La conversion d'une partie de l'énergie cinétique du vent, en énergie mécanique rotative, se fait essentiellement dans les zones de travail des différentes cavités élémentaires. La différence de pression entre le côté amont et le côté aval, de chaque pale traversant une desdites zones de travail, participe activement à la génération du couple moteur qui tend à faire tourner ledit moyeu du rotor autour de l'axe dudit dispositif, par rapport audit stator.

Pour chacune desdites cavités élémentaires, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator selon un sens donné :

- la roue qui s'approche de cette cavité élémentaire, fait entrer une de ses pales dans la zone d'admission correspondante, les particules d'air pénètrent dans cette zone d'admission à travers les ouvertures d'admission correspondantes, cette roue étant entraînée en rotation autour de son propre axe par lesdits moyens de synchronisation, tout en s'approchant de la zone de travail de cette cavité élémentaire, cette pale présente une surface, du côté amont, de plus en plus grande au sein de cette zone d'admission ;
- dans la zone de travail correspondante, les particules d'air exercent leur pression sur les deux côtés de cette pale, avec une pression plus forte en amont, du côté de la zone d'admission, qu'en aval, du côté de la zone de refoulement, ce qui tend à éloigner cette pale de la zone d'admission et à la rapprocher de la zone de refoulement, provoquant ainsi la rotation dudit moyeu du rotor, autour de l'axe dudit dispositif, et simultanément la rotation de cette pale, autour de l'axe de rotation de sa roue, grâce audits moyens de synchronisation. Ainsi la pale traverse cette zone de travail en fournissant du travail utile audit moyeu du rotor et en chassant devant elle les particules d'air qui se dirigent vers la zone de refoulement et qui commencent à s'échapper vers l'extérieur par au moins une ouverture de refoulement,
- en s'introduisant dans la zone de refoulement correspondante, cette pale continue à chasser devant les particules d'air qui quittent la zone de refoulement à travers les ouvertures de refoulement de cette cavité élémentaire, et simultanément cette pale commence à quitter cette zone de refoulement en traversant la fente correspondante, située au sein de ladite paroi_ceinture, pour pénétrer dans ladite zone interne.

-Selon une caractéristique, le nombre desdites roues et la disposition desdites roues, par rapport audit moyeu du rotor, étant tels que quelque soit la position dudit moyeu du rotor par rapport audit stator, la zone de travail de chacune desdites cavités élémentaires est constamment traversée par au moins une desdites pales.

Dans cette configuration, en rendant la zone de travail, de chacune desdites cavités élémentaires, active en permanence, le rendement dudit dispositif se trouve amélioré.
Ainsi, presque la totalité des particules d'air, traversant ledit dispositif à travers lesdites cavités élémentaires, participe efficacement à faire tourner ledit moyeu du rotor autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator. Une petite proportion du débit des particules d'air passe à travers les différents jeux dudit dispositif en provoquant une faible chute de pression, entre l'amont et l'aval, et en réduisant légèrement son rendement. Du fait que ces différents jeux sont nécessaires, pour pouvoir assurer un bon fonctionnement dudit dispositif, on cherchera à réduire ces jeux, autant que possible, de manière à pouvoir préserver audit dispositif un bon niveau de rendement et de sécurité.
Pour y arriver, on définira des caractéristiques techniques permettant d'offrir les meilleures garanties de fiabilité et de sécurité de fonctionnement pour ledit dispositif.
Pour les éoliennes destinées à convertir l'énergie cinétique d'un vent lent, on aura tout intérêt à utiliser des dispositifs rotatifs, selon l'invention, ayant des jeux de petites dimensions de manière à pouvoir faire travailler efficacement la plus grande proportion du débit des particules d'air traversant ces dispositifs.
Mais, pour les éoliennes destinées aux régions très ventées, on préférera des dispositifs rotatifs selon l'invention, ayant des jeux de tailles moyennes, de manière à pouvoir fonctionner à grande vitesse tout en permettant à certains éléments de pouvoir se déformer légèrement, sous l'effet d'une plus grande différence de pression entre l'amont et l'aval.

Les poches

-Selon une caractéristique, pour chacune desdites roues, ledit rotor comporte en plus un ensemble de parois appelé **poche**, la poche de chaque roue étant destinée à isoler cette roue des autres roues au sein de ladite zone interne ; pour chacune desdites roues, la poche de cette roue permettant d'empêcher les particules d'air traversant la fente correspondante à cette roue d'atteindre une autre roue à travers ladite zone interne ;
pour chacune desdites roues, la poche de cette roue étant montée solidaire dudit moyeu du rotor ou bien faisant partie dudit moyeu du rotor ;
pour chacune desdites roues, la poche étant telle qu'elle forme avec ledit moyeu du rotor et avec ladite paroi_ceinture une cavité, appelée cavité_poche, la cavité_poche de cette roue comportant comme seules ouvertures la fente correspondante à cette roue ainsi qu'au moins une ouverture, appelée ouverture_moyeu, les ouvertures_moyeu de la cavité_poche de cette roue permettant au moyeu de cette roue d'être relié, à travers elles, audit moyeu du rotor ainsi qu'audits moyens de synchronisation ;
pour chacune desdites roues, la poche de cette roue étant séparée des pales de cette roue par un jeu minimal permettant aux pales de cette roue de ne jamais entrer en contact avec la poche de cette roue lorsque cette roue tourne autour de son propre axe de rotation par rapport audit moyeu du rotor.

Les poches permettent d'isoler davantage lesdites roues entre elles au sein de ladite zone interne de manière à réduire, voire éliminer, les chutes de pression entre ladite zone externe et ladite zone interne. Ceci permet d'avoir une meilleure maîtrise des échanges d'énergie au sein des dispositifs rotatifs, selon l'invention, ainsi que d'améliorer leur rendement.
Dans une configuration particulière, pour chacune desdites roues, la poche correspondante

peut avoir la forme d'un volume de révolution, autour de l'axe de cette roue, dont on a éliminé une partie afin que cette poche soit disposée uniquement du côté de ladite zone interne par rapport à ladite surface_ceinture.
Quand ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, les poches desdites roues accompagnent ledit moyeu du rotor dans son mouvement de rotation. Au sein de ladite zone externe, chacune desdites pales balaye le volume élémentaire correspondant. Quand une desdites pales se trouve, en partie ou en totalité, au sein de ladite zone interne, les parois de la cavité_poche de la roue correspondante enveloppe la partie de cette pale, se trouvant à l'intérieur de ladite zone interne, tout en empêchant les particules d'air traversant la fente correspondante d'aller vers les autres roues à travers ladite zone interne. Ceci permet de réduire, voire d'éliminer, les chutes de pression, à travers lesdites fentes, entre ladite zone externe et ladite zone interne.

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne comporte en plus des **moyens d'interception** et/ou des **moyens d'évacuation**,
lesdits moyens d'interception permettant de canaliser les particules d'air entre l'extérieur et l'intérieur desdites cavités élémentaires, à travers au moins une section, appelée section d'entrée, située à l'extérieur de ladite enveloppe, ainsi qu'à travers les ouvertures d'admission desdites cavités élémentaires;
lesdits moyens d'évacuation permettant de canaliser les particules d'air entre l'intérieur et l'extérieur desdites cavités élémentaires, à travers les ouvertures de refoulement desdites cavités élémentaires, ainsi qu'à travers au moins une section, appelée section de sortie, située à l'extérieur de ladite enveloppe.

Dans une telle configuration, pour que le dispositif rotatif d'éolienne fonctionne correctement, lesdits moyens d'interception doivent avoir leurs sections d'entrée bien positionnées dans une zone de surpression, et lesdits moyens d'évacuation doivent avoir leurs sections de sortie bien positionnées dans une zone de dépression relative, et ceci de manière à pouvoir assurer un certain débit de particules d'air, entre cette zone de surpression et cette zone de dépression relative, à travers ledit dispositif en passant successivement par lesdites sections d'entrée, lesdites ouverture d'admission, lesdites cavités élémentaires, lesdites ouvertures de refoulement, et lesdites sections de sortie. Ces zones de surpression et de dépression pouvant être générées par ledit dispositif rotatif d'éolienne quand on le dispose, par rapport à la direction du vent, de manière à ce que lesdites sections d'entrée soient orientées face au vent et que lesdites sections de sortie soient orientées dans le vent. Ces zones de surpression et de dépression peuvent aussi être générées par tout autre dispositif ou structure.

Comme nous le verrons plus loin, dans certains cas de configuration, lesdits moyens d'interception peuvent avoir la forme d'un convergent de révolution ayant comme axe l'axe dudit dispositif. Aussi, lesdits moyens d'évacuation peuvent avoir la forme d'un divergent de révolution ayant comme axe l'axe dudit dispositif. Dans ce cas, ledit dispositif pourra être disposé de manière à ce que son axe soit dirigé horizontalement dans la direction du vent.

Lesdites pales travaillent comme 'des pistons dans des cylindres', en s'opposant à la pression, des particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires, qui s'exerce dans toutes les directions et dans tous les sens. C'est pourquoi, lesdites pales n'ont pas besoin d'avoir un profil aérodynamique, et n'ont pas besoin non plus d'avoir une orientation précise par rapport à la direction du vent, contrairement aux pales à profils aérodynamiques des éoliennes modernes, des rotors d'hélicoptères, des hélices d'avions, ou bien des

soufflantes des turboréacteurs qui ont toutes besoin de tourner autour d'un axe principal dirigé dans la direction du vent ou de l'écoulement généré.
Il devient alors possible de pouvoir placer ledit stator de telle manière que l'axe dudit dispositif soit dirigé verticalement, horizontalement, ou même obliquement par rapport à la direction du vent. Pour qu'un tel dispositif rotatif puisse fonctionner efficacement, il suffit qu'il :

- puisse avoir ses dites sections d'entrée disposées dans une zone de surpression, et ses dites sections de sortie disposées dans une zone de dépression relative,
- puisse assurer un important débit de particules d'air entre ses dites sections d'entrée et ses dites sections de sortie, à travers ses dites cavités élémentaires

Ainsi, les principaux éléments d'un dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention (stator, moyeu du rotor, roues, paroi_ceinture, poches, enveloppe) peuvent être installés à l'intérieur d'une structure, d'une maison, ou d'un immeuble pouvant les abriter du vent et des intempéries, tout en ayant lesdites ouvertures d'admission et lesdites ouvertures de refoulement reliées à l'extérieur de cette structure, respectivement par des moyens d'interception et par des moyens d'évacuation ayant respectivement leurs sections d'entrée et leurs sections de sortie disposées à l'extérieur de cette structure. Même s'il y a des turbulences au sein de cette zone de surpression (amont) ou de cette zone de dépression relative (aval), le dispositif peut continuer à fonctionner correctement du fait qu'il est peu sensible aux turbulences et que ses pales travaillent uniquement en s'opposant aux particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires. Les pales de ce dispositif sont peu sensibles aux turbulences en amont ou en aval, contrairement aux pales à profils aérodynamiques des éoliennes modernes, des rotors d'hélicoptères, des hélices d'avions, ou bien des soufflantes des turboréacteurs qui sont toutes extrêmement sensibles aux turbulences en amont comme en aval. Ceci constitue un avantage de taille et une rupture technologique en faveur des dispositifs rotatifs d'éolienne, selon l'invention, ainsi qu'en faveur des systèmes de propulsion aériens d'aéronefs intégrant les dispositifs rotatifs selon l'invention.

Lesdits moyens de synchronisation

-Selon une caractéristique, **lesdits moyens de synchronisation** comportant au moins une roue dentée, appelée organe_stator, lesdits organes_stator étant montés solidaires dudit stator, l'axe de chacun desdits organes_stator étant confondu avec l'axe (7) dudit dispositif ;
pour chacune desdites roues, lesdits moyens de synchronisation comportant en plus une roue dentée, appelée organe_roue, et un moyen d'entraînement mécanique, l'organe_roue de cette roue étant monté solidaire du moyeu de cette roue, l'axe de cet organe_roue étant confondu avec l'axe de rotation de cette roue,
le moyen d'entraînement mécanique de cette roue permettant d'asservir et de relier le mouvement de rotation de cette roue, autour de son propre axe de rotation par rapport audit moyeu du rotor, au mouvement de rotation dudit moyeu du rotor, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator ;
pour chacune desdites roues, le moyen d'entraînement mécanique correspondant comportant des éléments mécaniques mobiles en rotation, dont une roue dentée communiquant directement avec un desdits organes_stator, et une deuxième roue dentée communiquant directement avec l'organe_roue correspondant, chacun de ses éléments mécaniques étant monté tournant, autour d'un axe qui lui est propre, sur ledit moyeu du rotor.

Cette forme de réalisation desdits moyens de synchronisation permet d'asservir et de relier efficacement, d'une manière synchronisée, le mouvement de rotation de chacune desdites roues, autour de son propre axe de rotation par rapport audit moyeu du rotor, au

mouvement de rotation dudit moyeu du rotor, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, et de faire en sorte que leur fonctionnement correspond à celui d'un système mécanique à base d'engrenages, bien dimensionné et bien réglé, dont les éléments mobiles ne suivent que des mouvements de rotation. Ceci permettra audit dispositif rotatif, selon l'invention, de pouvoir tourner à grande vitesse, afin de convertir la plus grande partie de la puissance mécanique du vent en puissance mécanique rotative, récupérable sur ledit moyeu du rotor. Aussi, ceci permettra audit dispositif rotatif, selon l'invention, de pouvoir tourner à très grande vitesse, afin de convertir efficacement l'énergie mécanique rotative, fournie par des moyens moteurs, en une puissante force de poussée capable de participer activement à propulser un aéronef dans l'air.

En entraînant directement chacune desdites roues par le biais de son propre moyeu à l'aide desdits moyens de synchronisation, les pales desdites roues sont ainsi libérées de tout contact direct avec lesdits moyens de synchronisation.

Pour chacune desdites roues, le moyen d'entraînement mécanique correspondant permettant d'asservir et de relier le mouvement de rotation de cette roue (ou organe_roue correspondant), autour de son propre axe de rotation par rapport audit moyeu du rotor, au mouvement de rotation dudit moyeu du rotor, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator (ou organe_stator).

On peut envisager une autre configuration dans laquelle, lesdits moyens de synchronisation comportent au moins deux roues dentées montées solidaires dudit stator, chacune de ces roues dentées étant reliée à au moins une desdites roues.

On peut aussi envisager une autre configuration avec des moyens de synchronisation à base de roues dentées et de courroies crantées permettant d'asservir et de relier, d'une manière synchronisée, le mouvement desdites roues aux mouvement dudit moyeu du rotor.

L'homme de l'art peut envisager une infinité de configurations possibles desdits moyens de synchronisation ayant les mêmes fonctions de base.

Moyens d'étanchéité

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention comporte en plus des **moyens d'étanchéité**, lesdits moyens d'étanchéité permettant de réduire le débit des particules d'air pouvant passer à travers les jeux existants entre chacune desdites roues et ladite paroi_ceinture, et/ou entre ladite paroi_ceinture et ladite enveloppe, et/ou entre chacune desdites pales et ladite enveloppe ; lesdits moyens d'étanchéité comportant des éléments d'étanchéité, lesdits éléments d'étanchéité pouvant être de type labyrinthes ou de type segments avec ressorts logés dans des rainures ; lesdits éléments d'étanchéités étant installés sur les parois desdites fentes, et/ou sur le bord périphérique de chacune desdites pales, et/ou sur certaines parties de ladite enveloppe situées en regard de ladite paroi_ceinture, et/ou sur certaines parties de ladite paroi_ceinture situées en regard de ladite enveloppe.

Dans cette configuration, en réduisant le débit des particules d'air pouvant passer à travers les différents jeux dudit dispositif, lesdits moyens d'étanchéité permettent ainsi de réduire autant que possible les chutes de pression au sein dudit dispositif. Ceci permettra d'améliorer le couple moteur et d'augmenter la part de l'énergie cinétique du vent convertie, par ledit dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, en énergie mécanique rotative récupérable sur ledit moyeu du rotor.

Dans cette configuration, lorsque ledit moyeu du rotor tourne, les éléments d'étanchéité pourront assurer leur rôle principal, à savoir réduire autant que possible le débit des particules d'air à travers les différents jeux dudit dispositif, tout en permettant aux éléments mobiles dudit dispositif de pouvoir se déformer légèrement et ceci en toute sécurité.

Des moyens d'optimisation de la puissance et des moyens de réglage

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, comportant en plus des **moyens de réglage** et des **moyens d'optimisation de la puissance** ; lesdits moyens de réglage permettant d'augmenter ou de diminuer le débit des particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires ; lesdits moyens d'optimisation de la puissance permettant d'optimiser la puissance mécanique rotative, convertie par ledit dispositif, en réglant la vitesse de rotation dudit moyeu du rotor, en fonction de la direction et de la vitesse du vent, de la manière suivante :

- pour chaque vitesse de vent inférieure ou égale à Vn, lesdits moyens d'optimisation de la puissance agissent sur un ou plusieurs desdits moyens de réglage afin d'augmenter au maximum le débit des particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires, de manière à permettre audit moyeu du rotor d'avoir une vitesse de rotation la plus grande possible et la plus proche possible d'une vitesse de rotation Wn donnée,
- pour chaque vitesse de vent comprise entre Vn et Va, lesdits moyens d'optimisation de la puissance agissent sur un ou plusieurs desdits moyens de réglage afin de réduire le débit des particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires, de manière à pouvoir ralentir ledit moyeu du rotor et à ramener sa vitesse de rotation à la valeur Wn,
- pour chaque vitesse de vent supérieure à Va, lesdits moyens d'optimisation de la puissance agissent sur un ou plusieurs desdits moyens de réglage afin de réduire au maximum le débit des particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires, de manière à pouvoir ralentir ledit moyeu du rotor et l'arrêter complètement,

Vn étant appelée vitesse nominale du vent, Va étant appelée vitesse d'arrêt, Vn étant strictement plus petite que Va, Wn étant appelée vitesse de rotation nominale dudit moyeu du rotor,

lesdits moyens de réglage comportant des moyens de réglage du débit, et/ou des moyens de réglage de la pression, et/ou des moyens de réglage de l'orientation, et/ou des moyens de réglage des freins,

- lesdits moyens de réglage du débit permettant d'augmenter ou de réduire le débit des particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires, en agissant sur la taille des sections d'entrée, la taille des ouvertures d'admission, la taille des ouvertures de refoulement, ou la taille des sections de sortie ;
- lesdits moyens de réglage de la pression permettant d'augmenter ou de réduire le débit des particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires, en réduisant ou en augmentant le débit des particules d'air pouvant emprunter un ou plusieurs conduits de dérivation reliant directement lesdits moyens d'interception audits moyens d'évacuation, en dehors desdites cavités élémentaires ;
- lesdits moyens de réglage de l'orientation permettant d'augmenter ou de réduire le débit des particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires, en agissant sur l'orientation desdites section d'entrée et/ou desdites sections de sortie, par rapport à la direction du vent ;
- lesdits moyens de réglage des freins permettant de réduire ou d'augmenter le débit des particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires, en agissant sur un système de freinage relié audit moyeu du rotor, lesdits moyens de réglage des freins permettant aussi d'arrêter ledit moyeu du rotor.

Dans cette configuration, lesdits moyens d'optimisation de la puissance peuvent être reliés à des moyens de détection de la direction et de la vitesse du vent. Lesdits moyens de réglage peuvent comporter des servomoteurs commandés de manière à pouvoir accomplir efficacement leurs différentes fonctions.

Dans cette configuration, ledit dispositif comporte de nouveaux moyens lui permettant de pouvoir convertir la plus grande partie de l énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative qu'il peut transmettre à une charge telle qu'une génératrice électrique capable de convertir cette énergie mécanique rotative en énergie électrique. Pour obtenir les meilleurs rendement en toute sécurité, cette génératrice électrique doit fonctionner à sa puissance nominale Pn, pour laquelle elle a été dimensionnée.

Ainsi, ledit dispositif sera dimensionnée afin qu'il puisse produire une puissance mécanique nominale Pn en convertissant la puissance cinétique d'un vent soufflant à la vitesse nominale Vn. Quand ledit dispositif fonctionne de manière très optimale, cette puissance nominale sera disponible pour une vitesse de rotation nominale Wn dudit moyeu du rotor. C'est pourquoi lesdits moyens d'optimisation de la puissance chercheront toujours à ce que ledit moyeu du rotor, qui fait tourner la génératrice électrique, tourne à une vitesse la plus proche possible de Wn sans jamais la dépasser, afin que la puissance mécanique disponible sur ledit moyeu du rotor ne puisse pas dépasser la puissance nominale Pn de la génératrice électrique.

Ainsi, lesdits moyens d'optimisation de la puissance peuvent agir sur un ou plusieurs desdits moyens de réglage de manière à rapprocher la vitesse de rotation dudit moyeu du rotor de la vitesse nominale Wn. Mais, quand le vent devient très violent en dépassant une certaine valeur Va, lesdits moyens d'optimisation de la puissance agissent sur un ou plusieurs desdits moyens de réglage de manière à ralentir ledit moyeu du rotor et à l'arrêter, afin d'écarter les risques d'emballement ou de détérioration des équipements.

Quant le débit des particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires augmente (ou diminue), ledit moyeu du rotor tourne plus vite (ou moins vite) et la puissance convertie par ledit dispositif augmente (ou diminue).

Pour réduire ou augmenter le débit des particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires, lesdits moyens de réglage du débit peuvent diminuer ou augmenter, autant que possible, la taille d'une ou de plusieurs sections d'entrée, la taille d'une ou de plusieurs ouvertures d'admission, la taille d'une ou de plusieurs ouvertures de refoulement, ou la taille d'une ou de plusieurs sections de sortie. Ainsi, la taille de ces sections et de ces ouvertures doivent être réglables.

Pour augmenter ou réduire le débit des particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires, lesdits moyens de réglage de la pression permettent de réduire ou d'augmenter le débit des particules d'air traversant des conduits de dérivation reliant directement lesdits moyens d'interception audits moyens d'évacuation, sans passer par lesdites cavités élémentaires. Ainsi quand ce débit de dérivation augmente, la pression amont baisse d'intensité et le débit des particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires diminue. Ainsi, il est plus facile pour les particules d'air d'emprunter ces conduits de dérivation que de traverser lesdites cavités élémentaires au sein desquelles elles peuvent rencontrer de la résistance venant de la part desdites pales. Ainsi, les moyens de réglage de la pression agissent comme « un système de soupape de sécurité » permettant de limiter la différence de pression entre l'amont et l'aval à une certaine valeur acceptable, au delà de laquelle ces moyens de réglage interviennent pour réduire l'écart de pression et soulager lesdites pales travaillant au sein desdites cavités élémentaires.

En orientant lesdites sections d'entrée face au vent et lesdites sections de sortie dans le vent, on peut augmenter efficacement le débit des particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires. Et pour réduire plus ou moins ce débit, on peut orienter lesdites section d'entrée ou lesdites sections de sortie de manière à ce qu'elles ne soient plus vraiment face au vent ou dans le vent, main plus ou moins de biais par rapport à la direction du vent. C'est ainsi que lesdits moyens de réglage de l'orientation peuvent agir pour augmenter ou réduire le débit des particules d'air traversant lesdites cavités élémentaires.

Lesdits moyens de réglage des freins peuvent agir directement sur ledit moyeu du rotor en le freinant d'une manière contrôlée et réversible afin de pouvoir le ralentir et l'arrêter éventuellement.

Dans certaines configurations, on peut envisager que lesdits moyens d'interception puissent permettre audites sections d'entrée d'être orientées par rapport à la direction du vent sans que ledit stator soit affecté par ce mouvement. Aussi, on peut envisager que lesdits moyens d'évacuation puissent permettre audites sections de sortie d'être orientées par rapport à la direction du vent sans que ledit stator soit affecté par ce mouvement. Ainsi, lesdits moyens de réglage de l'orientation pourraient permettre audit dispositif de pouvoir s'adapter rapidement à tout changement de la direction du vent sans que les éléments essentiels dudit dispositif (stator, moyeu du rotor, roues, paroi_ceinture, poches, enveloppe) soient affectés par ce changement de direction. Ainsi, le dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, peut s'adapter facilement à l'environnement urbain au sein duquel, le vent peut être très turbulent et change souvent de direction et d'intensité. Il suffit donc que lesdits moyens d'interception ainsi que lesdits moyens d'évacuation soient bien dimensionnés pour que ledit dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, puisse convertir efficacement l'énergie cinétique du vent en milieu urbain. Ceci constitue un avantage de taille pour les dispositifs rotatifs d'éolienne, selon l'invention.

Lesdits moyens de réglage de l'orientation pourraient être des moyens d'orientation passifs, comportant une girouette par exemple, ou bien des moyens d'orientation actifs, utilisant un servomoteur commandé par lesdits moyens d'optimisation de la puissance, ou par un moyen de détection de la direction du vent.

Dans le cas où lesdites sections d'entrée ainsi que lesdites sections de sortie sont solidaires dudit stator, alors lesdits moyens de réglage de l'orientation agissent directement sur ledit stator afin de régler son orientation par rapport à la direction du vent, de manière à pouvoir orienter plus ou moins efficacement lesdites sections d'entrée ainsi que lesdites sections de sortie par rapport à la direction du vent.

Afin de bien comprendre l'invention, on a considéré jusqu'ici que ladite enveloppe était montée solidaire dudit stator et que ledit moyeu du rotor était monté tournant, autour de l'axe dudit dispositif, sur ledit stator.

<u>Ledit moyeu du rotor est stationnaire et ladite enveloppe est mobile</u>

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est tel que :

- ledit moyeu du rotor est monté solidaire dudit stator,
- ladite enveloppe est montée tournante, autour de l'axe dudit dispositif, sur ledit stator,
- lesdits moyens de synchronisation permettant d'asservir le mouvement de rotation de chacune desdites roues et de le synchroniser avec le mouvement de rotation de ladite enveloppe de telle manière que pour tout indice i compris entre 1 et nbr :
    - o lorsque ladite enveloppe tourne en continu dans un même sens, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, lesdits moyens de synchronisation contraignent la roue (Ri) de tourner simultanément en continu dans un même sens, autour de son propre axe de rotation (Ai) par rapport audit stator,
    - o à chaque fois et en même temps que ladite enveloppe effectue un tour complet, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, lesdits moyens de synchronisation contraignent la roue (Ri) d'effectuer nbTR tour(s) complet(s), autour de son propre axe de rotation (Ai) par rapport audit stator, nbTR étant un nombre entier donné strictement positif,

- lesdits moyens de synchronisation étant tels que lorsque la vitesse de rotation de ladite enveloppe est constante, la vitesse de rotation de chacune desdites roues est aussi constante.

Dans cette configuration, on a nbTM=1. En faisant tourner, autour de l'axe dudit dispositif, ladite enveloppe plutôt que ledit moyeu du rotor, qui supporte lesdites roues, on élimine ainsi tout risque de voir apparaître un effet gyroscopique au niveau desdites roues lors des éventuelles accélérations. De plus, la liaison entre ledit moyeu du rotor et ledit stator devient plus simple à concevoir et à fabriquer, donc plus économique. Aussi, du fait que lesdites roues sont montés tournantes, chacune autour de son propre axe, sur ledit moyeu du rotor, que ladite paroi_ceinture est montée solidaire dudit moyeu du rotor, et qu'en plus, la plus grande partie desdits moyens de synchronisation est montée sur ledit moyeu du rotor, ceci pourrait rendre ledit moyeu du rotor nettement plus lourd que ladite enveloppe. C'est pourquoi, ledit dispositif devient plus rentable en faisant tourner, autour de son axe, ladite enveloppe plutôt que ledit moyeu du rotor.
Dans cette configuration, lesdites cavités élémentaires, lesdites ouvertures d'admission, ainsi que lesdites ouvertures de refoulement suivent ensemble ladite enveloppe dans son mouvement de rotation, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator.

-Selon une caractéristique, lesdits organes_stator desdits moyens de synchronisation étant montés solidaires de ladite enveloppe et suivent donc ladite enveloppe dans son mouvement de rotation autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator.

Dans cette configuration, pour chacune desdites roues, l'organe_roue et le moyen d'entraînement mécanique de cette roue pouvant rester inchangés.

-Selon une caractéristique, ladite enveloppe comportant une partie, appelée **couronne_enveloppe**, ayant la forme d'une paroi de révolution autour de l'axe dudit dispositif, ladite couronne_enveloppe étant montée tournante, autour de l'axe dudit dispositif, par rapport au reste de ladite enveloppe ; un jeu minimal sépare ladite couronne_enveloppe du reste de ladite enveloppe.

Dans cette configuration, quelque soit la position de ladite couronne_enveloppe, autour de l'axe dudit dispositif, par rapport au reste de ladite enveloppe, lesdites cavités élémentaires ainsi que ladite enveloppe conservent leurs géométries ou formes du fait que ladite couronne_enveloppe a la forme d'une paroi ou d'un volume de révolution ayant comme axe, l'axe dudit dispositif. Cette caractéristique devient surtout possible dans le cas où le profil axial de chacune desdites pales comporte un arc externe centré sur l'axe de rotation de la roue correspondante. Auquel cas, ladite couronne_enveloppe peut prendre la forme d'une couronne torique. De plus, on peut envisager que lesdits moyens d'interception et/ou que lesdits moyens d'évacuation soient montés sur ladite couronne_enveloppe. Aussi, on peut envisager que ladite couronne_enveloppe soit solidaire dudit stator.

<u>Des moyens de filtrage</u>

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, comportant en plus des moyens de filtrage, lesdits moyens de filtrages permettant d'empêcher certains corps étrangers tels que des feuilles, des débris... ou des oiseaux de pénétrer à l'intérieur desdites cavités élémentaires.

Dans cette configuration, lesdits moyens d'interception et/ou lesdits moyens d'évacuation pouvant être équipés de grilles permettant d'empêcher les oiseaux, les feuilles... ou les débris de pénétrer à l'intérieur desdites cavités élémentaires. Ceci permettant d'éviter aux

oiseaux tout risque d'être blessés ou tués et audit dispositif tout risque d'être bloqué ou endommagé.

Des moyens de transmission

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, comportant en plus des moyens de transmission permettant de coupler ledit moyeu du rotor (ou ladite enveloppe) à au moins un dispositif rotatif externe, chacun desdits dispositifs rotatifs externes permettant d'utiliser l'énergie mécanique rotative.

Des moyens de production / Des moyens moteurs

-Selon une caractéristique, ledit dispositif rotatif, selon l'invention, comportant en plus des moyens de production et/ou des moyens moteurs, lesdits moyens de production permettant d'utiliser l'énergie mécanique rotative disponible sur ledit moyeu du rotor (ou sur ladite enveloppe) de manière à pouvoir générer de l'électricité, de l'air comprimé ou tout autre vecteur d'énergie ; lesdits moyens moteurs permettant de fournir audit moyeu du rotor (ou à ladite enveloppe) de l'énergie mécanique rotative de manière à pouvoir le (ou la) faire tourner autour de l'axe dudit dispositif, et générer un écoulement d'air entre lesdites ouvertures d'admission et lesdites ouvertures de refoulement ou inversement.

Propulseurs aériens d'aéronefs

-Selon une caractéristique, plusieurs dispositifs rotatifs selon l'invention sont intégrés à un dispositif destiné à la propulsion aérienne d'aéronefs.

Installation d'une puissance éolienne de plusieurs MW

La puissance cinétique du vent traversant une section donnée est proportionnelle à la surface de cette section et au cube de la vitesse du vent.

Pour concevoir une installation éolienne de plusieurs Mégawatts de puissance, qui soit basée sur les dispositifs rotatifs d'éolienne, selon l'invention, dont les plus performants ont une forme toroïdale, on aura tout intérêt à les utiliser sous forme de modules éoliens qu'on monte sur une structure, appelée structure_support, ayant des emplacements prévus pour recevoir ces modules éoliens, cette structure_support pouvant être montée tournante, autour d'un axe vertical, sur le haut d'une tour de manière à pouvoir l'orienter par rapport à la direction du vent. Des moyens d'optimisation de la puissance, reliés à des moyens de réglage, permettant d'orienter cette structure_support par rapport à la direction du vent, en fonction de la direction du vent et de sa vitesse. Chacun de ces modules éoliens pourra comporter au moins un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, avec des moyens de production de l'électricité, de l'air comprimé, ou d'autre vecteur d'énergie. De préférence, la structure_support ayant la forme d'une grand panneau comportant un grand nombre d'emplacements, chacun de ces emplacements étant prévu pour recevoir un module éolien selon l'invention. Ces emplacements pouvant avoir une distribution matricielle à deux dimensions. Le profil de cette srtucture_support selon une direction perpendiculaire à son plan général pouvant avoir une forme quelconque : circulaire, ovale, rectangulaire... Le profil de ces modules éoliens pouvant avoir la forme d'un carrée ou d'un hexagone régulier, ce qui facilitera leur montage sur la structure_support, leur stockage, leur transport, ainsi que leur fabrication.

Une telle installation éolienne apportera de nombreux avantages. On pourra concevoir des installations éoliennes modulaires avec des puissance pouvant aller de quelques KW à plusieurs MW et ceci en utilisant les mêmes modules éoliens de base à haut rendement énergétique. La puissance de chacun de ces modules éoliens pouvant aller de 100 W à quelques KW.

La puissance maximale concevable d'une telle installation dépendra uniquement des limitations liées à la conception et à la fabrication de la structure_support. Pour une éolienne tripales moderne à axe horizontal, la puissance maximale concevable dépend des limitations liées à la conception et à la fabrication de son rotor qui peut dépasser les 60 tonnes pour une puissance de 5 MW, alors q'avec une installation éolienne de plusieurs MW selon l'invention, le rotor de chacun des modules éoliens ne pèse que quelques Kg. Ceci constitue un avantage de taille en faveur des installation éoliennes selon l'invention. De plus, concevoir, fabriquer et puis tester un prototype d'un module éolien selon l'invention est nettement plus rapide et plus économique que de concevoir, fabriquer et puis tester un nouveau prototype d'éolienne géante de plusieurs MW de puissance. N'oublions pas non plus l'effet des grandes séries qui pourra réduire considérablement le prix de fabrication des modules éoliens selon l'invention.

Procédés de fabrication, Structures, Matériaux…

Réduction du poids desdites roues

L'intérêt d'une forme de réalisation où l'épaisseur de chacune desdites pales est décroissante en allant de son bord interne vers son bord externe, réside dans la possibilité de pouvoir alléger les pales sans compromettre ni leurs performances ni leurs niveaux de sécurité. Lors du fonctionnement dudit dispositif, les pales de chacune desdites roues seront soumises à des efforts qu'elles doivent pouvoir supporter et transmettre au moyeu de leur roue qui les transmettra à son tour audit moyeu du rotor pour le faire tourner. Afin de pouvoir assurer audit dispositif un certain niveau de sécurité de fonctionnement, la déformation de chacune desdites pales, due aux efforts de pression appliqués par les particules d'air sur les surfaces externes de cette pale, doit être maîtrisée et comprise dans des limites acceptables. L'homme de l'art et l'ingénieur savent très bien, d'après leurs connaissances de la résistance des matériaux, qu'ils pourront envisager, en toute sécurité, pour chacune desdites pales, d'avoir plus d'épaisseur et de matière près de son bord interne qu'au niveau de son bord externe, et aussi plus d'épaisseur et de matière au niveau de la zone intermédiaire située entre ses deux bords latéraux qu'au niveau de ces mêmes bords latéraux.

Ceci permettra à chacune desdites pales d'être allégée au niveau de son poids, tout en gardant ses performances mécaniques et son niveau de sécurité. En diminuant le poids de chacune desdites pales, on diminue le poids total de chacune desdites roues ainsi que les efforts de frottement au niveau des liaisons entre chacune desdites roues et ledit moyeu du rotor et entre ledit moyeu du rotor et ledit stator. Ainsi le rendement global dudit dispositif s'en trouvera amélioré.

Contrairement aux pales des éoliennes modernes à axe horizontal, aux pales des rotors des hélicoptères, aux pales des hélices d'avion, ou bien aux pales de la soufflante d'un turboréacteur d'avion qui ont tous besoin d'avoir des profils aérodynamiques pour fonctionner correctement et dont la fabrication est complexe, faisant appel à des matériaux très spéciaux et très coûteux, les pales d'un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, ont des formes relativement plus simples, pouvant ressembler dans certains cas à de simples plaques découpées ou bien à une superposition de plusieurs plaques découpées. Ceci permet de rendre leur fabrication plus simple et moins coûteuse, ainsi que de pouvoir recourir dans certains cas à des matériaux existants en standard sur le marché avec une large panoplie de choix possible. Il y a aussi la possibilité de pouvoir les fabriquer en polymères ou en composites, ce qui permettra de les alléger davantage et d'abaisser les coûts des grandes séries.

Réalisation desdites pales

-Selon une caractéristique, chacune desdites roues étant constituée d'une seule pièce ou de plusieurs pièces assemblées, chacune de ces pièces étant constitué d'un seul matériau ou bien d'un mélange de plusieurs matériaux.

Les matériaux utilisés dépendront largement des caractéristiques recherchées dudit dispositif et de son application. Les matériaux qui peuvent être utilisés sont : le bois, les polymères, l'acier, l'aluminium, le titane, les fibres de carbone, les alliages, les composites, ...
Les parois de ladite enveloppe peuvent être fabriqués à l'aide de composites (polymères ou métalliques) selon différentes techniques : moulées, drapées ou tissées. Pour pouvoir répondre efficacement aux exigences de l'application envisagée telle que la conversion de l'énergie cinétique du vent ou la propulsion aérienne d'aéronefs, le choix des matériaux et des procédés de fabrication devient de plus en plus crucial. Les matériaux étant souvent considérés comme les premiers «verrous technologiques» d'une solution technique efficace.
La fabrication des dispositifs rotatifs d'éolienne, selon l'invention, peut être envisagée à une échelle industrielle de petite, moyenne ou grande série, permettant ainsi d'abaisser les coûts de fabrication et de rendre encore plus compétitive la conversion de l'énergie éolienne. Les pales des éoliennes peuvent être fabriquées en matière plastiques ou polymères avec une armature comportant, comme élément de renfort, des pièces métalliques (plaques perforées ou à relief) ou composites, afin qu'elles puissent supporter les efforts dus à la pression des particules d'air, tout en limitant leurs déformations.
Evidemment, pour qu'un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, puisse être utilisé dans une application de propulsion aérienne d'aéronefs, le choix des matériaux se portera plutôt sur des produits hauts de gamme pouvant encaisser d'importantes charges en se déformant légèrement. Mais l'architecture et le principe de fonctionnement d'un tel dispositif de propulsion restent les mêmes que ceux d'un dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention.

Structure enveloppée desdites pales
-Selon une caractéristique, pour chacune desdites pales, cette pale est réalisée sous la forme d'une structure rigide enveloppée par une peau, cette structure rigide étant montée sur le moyeu de la roue correspondante, cette peau enveloppant complètement ou partiellement cette structure rigide de manière à donner à la pale sa forme externe et à lui permettre de travailler efficacement, cette peau pouvant être choisie parmi les matériaux minces et rigides, les matériaux minces et souples auquel cas la peau sera tendue, ou bien cette peau comportera un assemblage de plusieurs types de matériaux minces.

Avec ce type de réalisation desdites pales, on peut réduire considérablement le poids des pales et par conséquent celui des roues tout en conservant leurs niveaux de performances et de sécurité. Ceci permet d'améliorer le rendement global dudit dispositif rotatif tout en réduisant le poids de ses roues et probablement son coût. On pourra utiliser à titre indicatif des matériaux alvéolés avec une structure en nids d'abeille prise en sandwich entre deux plaques, minces et rigides, en matière plastique ou bien en aluminium. En guise de peau, on pourra aussi utiliser de la toile que l'on tend, ce qui permettra de réduire considérablement le poids desdites roues tout en améliorant le rendement des dispositifs rotatifs d'éoliennes selon l'invention.

Chacune desdites roues est faite en une seule pièce
Dans le cas où chacune desdites roues est constituée d'une seule pièce, la forme du moyeu et la forme des pales de chacune desdites roues pourraient être obtenues par différents procédés de fabrication tels que le moulage, l'injection, la découpe, etc. Dans un cas de

configuration très particulier, on pourrait même fabriquer chacune desdites roues en prenant un panneau et en découpant dedans une pièce ayant l'épaisseur du panneau et la forme d'une roue avec son moyeu et ses pales. Ce panneau pourrait être en bois, en plastique rigide, ou bien en aluminium ayant une structure légère en nid d'abeilles prise en sandwich entre deux feuilles d'aluminium. La possibilité de pouvoir ainsi simplifier la fabrication desdites roues pourrait rendre les dispositifs rotatifs d'éolienne, selon l'invention, très économiques tout en gardant un bon niveau de rendement énergétique.

Les avantages offerts par les dispositifs rotatifs selon l'invention

Lorsqu'un ou plusieurs dispositifs rotatifs, selon l'invention, sont utilisés dans un système éolien destiné à convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative, utilisable dans de nombreuses applications, ces dispositifs rotatifs offrent de nombreux avantages tels que :

- Compacité et stabilité : un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, est particulièrement compacte, compte tenu de la possibilité d'avoir une forme toroïdale, et stable du fait de la possibilité d'avoir une répartition symétrique et équilibrée des masses de ses différents éléments tournants.
- Grande efficacité pour une large plage de vitesses du vent : Etant donné que les éléments mobiles d'un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, suivent uniquement des mouvements de rotation continus, tout en étant bien équilibrés, ceci lui permet de s'adapter efficacement à une large plage de vitesses du vent. Du fait qu'il isole efficacement les particules d'air de l'amont de celles de l'aval tout en permettant aux particules d'air de l'amont, en surpression, d'aller rejoindre les particules d'air de l'aval, en dépression relative, en traversant ses cavités élémentaires, un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, permet de convertir efficacement l'énergie cinétique d'un vent lent comme celle d'un vent très rapide. Lors de cette traversée, certaines pales s'introduisent au sein desdites cavités élémentaires pour réduire au maximum les fuites des particules d'air entre l'amont et l'aval de manière à maintenir une différence de pression optimale entre le côté amont et le côté aval de chacune des pales traversant la zone de travail de chacune desdites cavités élémentaires, permettant ainsi aux pales qui « travaillent » de fournir un couple moteur optimal audit moyeu du rotor. Aussi, la grande taille de ses ouvertures d'admission et de ses ouvertures de refoulement favorise le passage d'un débit d'air optimal à travers ses cavités élémentaires. Les possibilités d'optimisation du couple moteur et du débit des particules d'air à travers ses cavités élémentaires, font qu'un dispositif rotatif, selon l'invention, peut être adapté de manière à offrir un excellent niveau de rendement pour une large plage de vitesses du vent.
- Réduction des turbulences à la sortie : l'air évacué à la sortie des ouvertures de refoulement a une vitesse plus faible que celle du vent incident ainsi qu'un faible niveau de turbulence, du fait que les cavités élémentaires sont séparées les unes des autres, chacune d'elles canalisant efficacement l'air qui la traverse entre l'amont et l'aval, les pales étant entraînées par la différence de pression, entre l'air en amont en surpression et l'air en aval en dépression, poussent à leur tour l'air situé en aval vers les grandes ouvertures de refoulement, un peu comme un piston dans un cylindre qui pousse l'air vers l'ouverture se trouvant au bout du cylindre. Ce faible niveau de turbulences à la sortie participe à l'amélioration du rendement des éoliennes selon l'invention.
- Faible sensibilité aux turbulences en entrée : les dispositifs rotatifs d'éoliennes, selon l'invention, sont peu sensibles au turbulences de l'air entrant car les pales, qui sont entraînées dans les zones de travail desdites cavités élémentaires, sont poussées par l'air amont en surpression, même si celui-ci est turbulent, pour refouler l'air aval en dépression vers les ouvertures de refoulement. Les pales de l'invention sont un peu comme des pistons qui agissent dans des cylindres, elles utilisent leurs surfaces extérieures pour être poussées par l'air entrant et pour refouler l'air sortant, et n'utilisent pas du tout les forces aérodynamiques, comme c'est le cas avec les pales de la plupart des éoliennes actuelles à axe horizontal. Cette faible sensibilité des dispositifs rotatifs, aux turbulences de l'air en entrée, permettra aux éoliennes selon l'invention de bien s'intégrer dans le milieu urbain, au sein duquel le vent peut être très turbulent.

- Augmentation de la capacité installée : la réduction des turbulences à la sortie des éoliennes selon l'invention, et leur faible sensibilité au turbulences de l'air entrant, permet d'installer un plus grand nombre d'éoliennes ou d'ensembles d'éoliennes selon l'invention sur une même surface de terrain, ce qui permettra aux promoteurs des parcs éoliens d'optimiser les investissements et de produire plus efficacement de l'énergie.
- Modularité : Les dispositifs d'éoliennes, selon l'invention, peuvent être utilisés sous forme de modules éoliens. Ceci permet de constituer rapidement et facilement un ensemble éolien de grande puissance, comportant un grand nombre d'éoliennes selon l'invention. Ce qui permet de rationaliser le processus de fabrication, de stockage, de transport, de montage et de maintenance des modules éoliens. De même, des économies d'échelle peuvent être réalisées au niveau de la plupart des composants de ces éoliennes, contribuant à abaisser le coût de l'énergie électrique d'origine éolienne et à la rendre plus compétitive.
- Réduction des nuisances sonores : les dispositifs rotatifs d'éoliennes, selon l'invention, devraient être moins bruyants que les éoliennes actuellement connus à axe horizontal, du fait que la vitesse des bouts de leurs pales est nettement plus faible que celle des éoliennes actuelles à axe horizontal dont les dimensions ne cessent de croître. De plus, leurs pales tournent à l'intérieur des cavités élémentaires dont les parois internes peuvent être tapissées à l'aide de matériaux spéciaux capables d'absorber certaines fréquences du bruit.

Lorsqu'un ou plusieurs dispositifs rotatifs, selon l'invention, sont utilisés dans un système de propulsion pour aéronef, ils offrent de nombreux avantages tels que :

- Réduction de la taille des propulseurs : le haut rendement mécanique des dispositifs rotatifs, selon l'invention, pour une très large plage de régimes y compris les faibles régimes, ouvre de nouvelles voies permettant de concevoir de nouveaux propulseurs pour les aéronefs tout en étant très performants et de faibles dimensions. La forme compacte et toroïdale de l'invention facilite son intégration dans les systèmes de propulsion des aéronefs modernes (avions, hélicoptères, drones...) et lui permet de se substituer avantageusement à leurs hélices, leurs soufflantes ou leurs rotors.
- Concept inédit et innovant : l'invention permet d'envisager la conception et la fabrication de nouveaux propulseurs très performants pouvant équiper de nouveaux aéronefs qui pourront effectuer des missions inenvisageables avec l'état actuel de la technique. En effet, les constructeurs de l'aéronautique étudient exclusivement les efforts aérodynamiques exercés par les particules d'air sur les pales, lorsque celles-ci tournent à grande vitesse, afin de les dimensionner pour pouvoir équiper les nouveaux systèmes de propulsion. Or, cette technologie commence à atteindre ses propres limites qui se traduisent par un rendement faible à bas régime, un rendement moyen à haut régime, une forte génération de bruit, de vibration et de turbulence, ainsi que par une grande sensibilité à la turbulence incidente. Par contre, les dispositifs rotatifs selon l'invention utilisent le phénomène d'aspiration de l'air à travers des cavités élémentaires, séparées les unes des autres, et balayées chacune par des pales rotatives isolant efficacement l'amont de l'aval. Ceci procure aux dispositifs rotatifs, selon l'invention, un haut niveau de rendement énergétique ou propulsif pour une très large plage de régimes, y compris le bas régime, un faible niveau de bruit et de vibration, un faible niveau de turbulence de l'air refoulé en aval, ainsi qu'une faible sensibilité aux turbulences de l'air aspiré en amont.
- Réduction des turbulences à la sortie : l'air éjecté à la sortie des ouvertures de refoulement ont un faible niveau de turbulence, du fait que les cavités élémentaires sont séparées les unes des autres, chacune canalise efficacement l'air qui la traverse

entre l'amont et l'aval et les pales poussent l'air vers les grandes ouvertures de refoulement, un peu comme un piston dans un cylindre qui pousse l'air vers l'autre bout du cylindre. Ce faible niveau de turbulences à la sortie participera à l'amélioration du rendement des systèmes de propulsion aériens et à la réduction de leur consommation énergétique.

- Faible sensibilité aux turbulences en entrée : les dispositifs rotatifs, selon l'invention, sont peu sensibles au turbulences de l'air entrant car les pales entraînées dans les zones de travail des cavités élémentaires ne font qu'aspirer l'air en amont, même si celui-ci est turbulent, pour être refoulé par les pales suivantes vers les ouvertures de refoulement. Les pales de l'invention sont un peu comme des pistons qui agissent dans des cylindres, elles utilisent leurs surfaces extérieures pour aspirer l'air vers les cavités élémentaires, et n'utilisent pas du tout les forces aérodynamiques, comme c'est le cas avec les pales des hélices, les aubes ou les pales des soufflantes, ou bien les longues pales des rotors des hélicoptères. Cette faible sensibilité des dispositifs rotatifs, selon l'invention, aux turbulences de l'air en entrée, permettra aux systèmes de propulsion aériens d'améliorer leur efficacité ainsi que leur sécurité en cas de vol de l'aéronef dans le sillage d'un autre aéronef ou bien en cas de vol de l'aéronef dans un milieu urbain turbulent.
- Vitesse de fonctionnement optimisée : Du fait que les éléments mobiles du dispositif ne suivent que des mouvements de rotation continus, ceci procure à ce nouveau dispositif de propulsion la possibilité de tourner à très grande vitesse et de générer efficacement un écoulement d'air ainsi q'une poussée. Même à faible et à moyen régimes, ce nouveau dispositif de propulsion promet d'avoir un très bon niveau de rendement, ce qui peut le rendre très appréciable pour certaines applications aéronautiques où l'on cherche à être efficace et peu bruyant à moyen régime, au moment du décollage et/ou de l'atterrissage. Ceci n'est pas le cas des systèmes de propulsion actuels tels que les hélices, les rotors des hélicoptères ou les soufflantes des turboréacteurs dont le rendement mécanique de propulsion est faible, voir inexistant, à bas régime, ce qui fait augmenter le seuil minimum du régime moteur permettant le décollage ou l'atterrissage et par conséquent le niveau sonore aux abords des aéroports qui reste important.
- Economie d'énergie et amélioration de l'autonomie : Du fait que l'air en amont est isolé de l'air en aval par les pales, qui travaillent dans les zones de travail desdites cavités élémentaires, ceci contribue à rendre le dispositif rotatif de propulsion, selon l'invention, très efficace. Ce qui permet aux aéronefs d'économiser de l'énergie et d'augmenter leur autonomie, tout en réduisant la puissance nécessaire ainsi que le poids de leurs moteurs (turbines à gaz, moteurs électriques...). Ceci permettra à moyen terme d'accélérer le développement des aéronefs à propulsion électriques.
- Réduction des nuisances sonores : les dispositifs, selon l'invention, devraient être moins bruyants que les systèmes de propulsion à base d'hélices, de soufflantes ou de rotors. Ceci est dû au fait que leur rendement mécanique ou propulsif est excellent pour une très large plage de régimes et que leurs pales tournent à l'intérieur des cavités élémentaires dont les parois internes peuvent être tapissées à l'aide de matériaux spéciaux capables d'absorber certaines fréquences sonores.
- Meilleure maîtrise de l'écoulement de l'air par rapport au fuselage : Du fait que les cavités élémentaires des dispositifs rotatifs, selon l'invention, sont isolées les unes des autres, ceci permet d'améliorer les systèmes de propulsion en offrant la possibilité de relier, par l'intermédiaire de conduits, leurs ouvertures d'admission à une ou à plusieurs zones d'entrée d'air, et/ou leurs ouvertures de refoulement à une ou à plusieurs zones de sortie d'air, ces conduits pouvant être disposés de manière à réduire les interférences entre l'air admis ou refoulé et les ailes, le fuselage ou les

autres parties de la structure de l'aéronef. Ceci permettra de réduire les nuisances sonores et d'améliorer le confort des passagers.

L'intérêt de développer les dispositifs rotatifs, selon l'invention, s'étend au-delà des seules applications de conversion de l'énergie cinétique du vent ou de la propulsion aérienne d'aéronefs. Les dispositifs rotatifs, selon l'invention, sont dotés de caractéristiques dont la portée est universelle. Ils permettront à de nombreux systèmes mécaniques, produisant ou consommant de l'énergie mécanique rotative, d'améliorer sensiblement leurs rendements. Ils pourront être utilisés dans toutes les applications qui convertissent l'énergie mécanique d'un fluide (énergie cinétique, énergie de pression) en énergie mécanique rotative, pouvant entraîner des moyens de production (génératrice électrique...). Inversement, les dispositifs rotatifs, selon l'invention, pourront servir dans toutes les applications qui utilisent l'énergie mécanique rotative, fournie par des moyens moteurs, afin d'engendrer un écoulement de fluide en augmentant son énergie mécanique (énergie cinétique, énergie de pression).

Ainsi, on pourra intégrer avantageusement les dispositifs rotatifs, selon l'invention, dans :

- les systèmes de conversion de l'énergie cinétique d'un courant d'eau, marin ou fluvial, en énergie mécanique rotative,
- les systèmes de propulsion marins pour bateaux, navires, sous-marins...
- les turbines hydrauliques,
- les systèmes de ventilation des bâtiments, des tunnels, des machines...
- les pompes à chaleur,
- les systèmes d'aspiration utilisés dans les aspirateurs, les hôtes aspirantes...
- les systèmes de transport de liquides, ou de gaz comprimé,
- les systèmes de soufflerie industriels, les tunnels d'essais aérodynamiques, les bassins d'essais hydrodynamiques,
- les compresseurs, les pompes, les turbines à gaz, les turbines à vapeur, les micro-turbines,
- les moteurs pneumatiques, les moteurs hydrauliques,
- les turbocompresseurs des moteurs à explosion, les compresseurs des systèmes de réfrigération d'air conditionné ou de piles à combustibles, etc.

La liste des systèmes pouvant intégrer les dispositifs rotatifs, selon l'invention, est très longue du fait que l'écoulement des fluides est utilisé dans un très grand nombre d'applications et de systèmes.

Les principaux avantages des dispositifs rotatifs, selon l'invention, sont :

- un haut niveau de rendement pour une très large plage de régimes, y compris le régime au ralenti,
- un fonctionnement purement rotatif et sans vibration,
- un fonctionnement générant peu de turbulences en aval,
- une faible sensibilité aux turbulences en amont,
- une canalisation maîtrisée du fluide traversant l'invention, entre l'amont et l'aval.

L'avantage le plus important des dispositifs rotatifs, selon l'invention, est la possibilité d'offrir un excellent niveau de rendement pour une très large plage de régimes, y compris le régime au ralenti, contrairement à ce que peuvent offrir les rotors des éoliennes à axe horizontal ou vertical, les hélices des avions, les rotors des hélicoptères ou les soufflantes des turboréacteurs qui n'atteignent leur rendement optimal que pour une plage de régimes très restreinte .

Dotés de tous ces avantages, les dispositifs rotatifs, selon l'invention, permettront d'améliorer les performances de certaines technologies dites « matures » comme celle de l'hydroélectricité, en les rendant très efficaces pour une très large plage de régimes et surtout pour le régime au ralenti. Ils permettront aussi de rendre plus performantes certaines technologies, jugées par le passé comme étant peu efficaces. Ceci permettra à de nombreux projets industriels de devenir compétitifs et viables économiquement, comme par exemple les projets de :

- stockage de l'énergie à grand échelle, sous la forme d'une énorme quantité d'air comprimé stockée dans des cavernes géologiques ou dans des réservoirs (nécessitant l'utilisation de compresseurs ayant un excellent rendement pour une large plage de régimes), ou bien sous la forme d'une grande quantité d'eau retenue par un barrage hydraulique (nécessitant l'utilisation de pompes ayant un excellent rendement pour une large plage de régimes),
- stockage et séquestration du CO2 dans des cavernes géologiques (nécessitant l'usage de compresseurs ayant un excellent rendement pour une large plage de régimes),
- production de l'énergie électrique à partir de l'énergie thermique stockée par des matériaux comme les briques réfractaires par exemple (nécessitant l'utilisation de compresseurs ainsi que de turbines ayant un haut niveau de rendement pour une large plage de régimes), à partir de l'énergie de pression de l'air comprimé stocké dans un réservoir (nécessitant l'utilisation de turbines pneumatiques très efficaces pour une large plage de régimes), ou bien à partir de l'énergie de pression de l'eau retenue par un barrage hydraulique (nécessitant l'utilisation de turbines hydrauliques très efficaces pour une large plage de régimes),
- production de l'énergie électrique à partir de l'énergie d'un fluide lent ou à faible pression (nécessitant l'utilisation de turbines très efficaces à faible régime) comme par exemple :
    - l'énergie potentielle de l'eau d'un barrage ayant une petite hauteur de chute,
    - l'énergie géothermique à basse pression,
    - l'énergie thermique des océans dont le processus industriel utilise la différence de la température de l'eau des océans, entre la surface et 1000m de profondeur, pour augmenter légèrement la pression d'un fluide de travail avant de le faire passer à travers une turbine,
    - l'énergie cinétique des courants marins ou fluviaux peu rapides,
    - l'énergie cinétique des vents lents dont le potentiel mondial est considérable.

Ainsi, les dispositifs rotatifs, selon l'invention, pourront être utilisés avantageusement dans de nombreux systèmes produisant, transportant, stockant ou utilisant l'énergie.

A titre d'exemple, une turbine à gaz qui intégrerait des dispositifs rotatifs, selon l'invention, dans ses étages de compression et de détente, offrirait un excellent niveau de rendement pour une très large plage de régimes, y compris le régime au ralenti. Une telle turbine à gaz offrirait de nombreux avantages inédits qui lui permettraient d'être utilisée avantageusement dans les moyens de transport routiers, aériens, marins ou ferroviaires ainsi que dans les moyens de production de l'énergie électrique ou de l'énergie mécanique rotative. Une telle turbine à gaz pourra motoriser avantageusement des voitures, des motos, des bus, des camions, des engins de travaux publics, des tracteurs, des avions, des hélicoptères, des drones, des navires, des bateaux, des trains, etc.

A l'arrêt d'une voiture motorisée par une telle turbine à gaz, celle-ci pourra continuer à fonctionner correctement en tournant au ralenti, au rythme de quelques tours par minute seulement, contrairement à ce qui se passe avec un moteur thermique à explosion dont le

régime au ralenti nécessite un rythme de l'ordre de 1000 tours par minute, qui sont nécessaires afin d'éviter de caler et compenser les énormes efforts de frottement liés au mouvement alternatif de ses pistons. Aussi, une telle turbine à gaz offrira la possibilité de pouvoir utiliser son frein moteur, grâce au haut niveau de rendement de sa partie compresseur, pour une très large de régimes, y compris le régime au ralenti, et la possibilité de pouvoir s'adapter facilement à un grand nombre de carburants (essence, gasoil, biocarburant, Hydrogène, BTL, GPL, CTL, Gaz naturel, etc.) dont la combustion en continu pourra être plus complète et efficace.

De plus, en dissociant sa partie turbine de sa partie compresseur, une telle turbine à gaz pourra utiliser de l'air comprimé, stockée dans des bouteilles, pour permettre la combustion du carburant, en faisant fonctionner uniquement sa partie turbine. Ceci permettra de réduisant de presque 50% sa consommation de carburant. Cette solution pourrait être intéressante pour l'environnement et pour la qualité de l'air de nos villes, à condition que l'énergie utilisée pour produire cet air comprimé soit neutre en émission de gaz à effet de serre et de polluants. Cette solution sera très intéressante économiquement pour tous les moyens de transport et surtout pour les camions, les bus et les navires qui peuvent embarquer facilement de nombreuses bouteilles d'air comprimé à 300 voire à 700 bars de pression.

Une telle turbine à gaz constituera une réelle rupture technologique. Elle permettra de réduire les nuisances sonores des moyens de transport, tout en offrant un confort de conduite inégalé, sans vibrations, un puissant couple moteur au ralenti, un excellent rendement au ralenti, un rapport élevé puissance/masse, une importante économie d'énergie, ainsi qu'une forte réduction des émissions de polluants et de gaz à effet de serre.

Du fait que les dispositifs rotatifs, selon l'invention, puissent apporter autant de solutions techniques efficaces à autant d'applications industrielles liées à la production, au stockage, au transport et à l'utilisation de l'énergie, ceci renforce davantage leurs caractères universels et rend urgent le développement de leur technologie.

Dans la suite de cette description et par souci de clarté et de simplicité, on se limitera essentiellement à l'application relative à la conversion de l'énergie cinétique du vent par les dispositifs rotatifs selon l'invention.

D'autres caractéristiques et avantages des dispositifs rotatifs, selon l'invention, apparaîtront au cours de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif, faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

Les figures 1 à 57 représentent une première configuration du dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention où :

- les figures 1, 2 et 3 représentent une vue schématique respectivement de dessus, de face et en perspective du nouveau dispositif montrant uniquement la disposition de son axe de rotation, de son cercle de référence, de ses roues, des axes de rotation de ses roues, de son demi-axe repère (OX) et de la direction du vent (1000) ;
- les figures 4a, 4b, 4c, 4d, et 4e représentent une vue schématique de dessus du dispositif rotatif d'éolienne de la figure 1 montrant la position de ses roues lorsque son moyeu du rotor tourne autour de son axe de rotation d'un angle égal respectivement à 0°, 9°, 18°, 27°, et à 36° à partir de sa position de la figure 1 ;
- la figure 4f représente une vue schématique de dessus du dispositif rotatif d'éolienne de la figure 1 montrant simultanément, sur un seul dessin, toutes les positions prises par ses roues lorsque son moyeu du rotor tourne autour de son axe de rotation et fait successivement 0°, 9°, 18°, 27°, et 36° à partir de sa position de la figure 1 ;
- les figures 5a, 5b, 5c, 5d, et 5e représentent une vue schématique de face du dispositif rotatif d'éolienne de la figure 2 montrant la position de ses roues lorsque son moyeu du rotor tourne autour de son axe de rotation d'un angle égal respectivement à 0°, 9°, 18°, 27°, et à 36° à partir de sa position de la figure 2 ;
- la figure 5f représente une vue schématique de face du dispositif rotatif d'éolienne de la figure 2 montrant simultanément, sur un seul dessin, toutes les positions prises par ses roues lorsque son moyeu du rotor tourne autour de son axe de rotation et fait successivement 0°, 9°, 18°, 27°, et 36° à partir de sa position de la figure 2 ;
- les figures 6a, 6b, 6c, 6d, et 6e représentent une vue schématique en perspective du dispositif rotatif d'éolienne de la figure 3 montrant la position de ses roues lorsque son moyeu du rotor tourne autour de son axe de rotation d'un angle égal respectivement à 0°, 9°, 18°, 27°, et à 36° à partir de sa position de la figure 3 ;
- la figure 6f représente une vue schématique en perspective du dispositif rotatif d'éolienne de la figure 3 montrant simultanément, sur un seul dessin, toutes les positions prises par ses roues lorsque son moyeu du rotor tourne autour de son axe de rotation et fait successivement 0°, 9°, 18°, 27°, et 36° à partir de sa position de la figure 3 ;
- la figure 7a représente une vue schématique en perspective dudit dispositif montrant uniquement la roue (R1),
- la figure 7b représente une vue schématique de face de la roue (R1), composée de son moyeu (M1) et son unique pale (P1R1) ;
- la figure 7c représente le profil axial et la base du profil axial de la pale (P1R1) dans le plan axial de sa roue (R1) ;
- la figure 7d représente une vue schématique en perspective de la couronne (C1) de la roue (R1), engendrée par la pale (P1R1) lorsque celle-ci tourne autour de l'axe (A1) par rapport audit moyeu du rotor ;

- la figure 7e représente une vue schématique de face de la couronne (C1) de la roue (R1) ;
- la figure 7f représente une vue schématique en perspective de la moitié inférieure de la couronne (C1) de la figure 7d coupée en deux par ledit plan de référence dudit dispositif ;
- la figure 7g représente le profil radial et la base du profil radial de la roue (R1) dans ledit plan de référence dudit dispositif ;

- la figue 8a représente une vue schématique de face du dispositif de la figure 2 montrant uniquement les roues (R1) et (R5) ainsi que la disposition du disque (18) générateur de son volume_torique de référence (17) ;
- les figures 8b, 8c et 8d représentent une vue schématique respectivement de dessus, en perspective et de face du volume_torique de référence (17) engendré par le disque générateur (18) de la figure 8a ;
- les figures 8e et 8f représentent une vue schématique respectivement de dessus et en perspective dudit dispositif montrant une partie de la surface extérieure dudit volume_torique de référence, ainsi que lesdites roues occupant de nombreuses positions possibles, au sein dudit volume_torique de référence (17), lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif ;

- les figures 9, 10 et 11 représentent une vue schématique respectivement de dessus, de face et en perspective du dispositif rotatif d'éolienne des figures 1 à 3 montrant en plus la disposition d'une paroi_ceinture (20) avec ses fentes;

- les figures 12a, 12b, 12c, 12d, et 12e représentent une vue schématique de face du dispositif rotatif d'éolienne de la figure 10 montrant la paroi_ceinture (20) ainsi que la position de ses roues lorsque son moyeu du rotor tourne autour de son axe de rotation d'un angle égal respectivement à 0°, 9°, 18°, 27°, et à 36° à partir de sa position de la figure 10 ;
- la figure 12f représente une vue schématique de face du dispositif rotatif d'éolienne de la figure 10 montrant simultanément la paroi_ceinture (20) ainsi que toutes les positions prises par ses roues, lorsque son moyeu du rotor tourne autour de son axe de rotation et fait successivement 0°, 9°, 18°, 27°, et 36° à partir de sa position de la figure 10 ;
- les figures 12g, 12h, 12j, et 12k représentent une vue schématique respectivement en perspective de face, de dessus, de droite, et en perspective de droite du dispositif rotatif d'éolienne de la figure 10 montrant, sur un seul dessin, toutes les positions prises par ses roues, lorsque son moyeu du rotor tourne autour de son axe de rotation et fait successivement 0°, 9°, 18°, 27°, et 36° à partir de sa position de la figure 10 ;

- les figures 13, 14 et 15 représentent une vue schématique respectivement de dessus, de face et en perspective du dispositif rotatif d'éolienne des figures 9 à 11 montrant en plus la disposition de l'enveloppe (30) ;

- les figures 16 et 17 représentent une vue schématique respectivement de face et en perspective du dispositif rotatif d'éolienne suivant la coupe M-M' de la figure 13, montrant dans la partie haute qui a été gardée, la disposition de son enveloppe (30) par rapport à sa paroi_ceinture (20) ainsi que par rapport à ses roues ;

- la figue 18a représente une vue schématique de face du dispositif de la figure 2 montrant uniquement la disposition de la surface plane (IJKL) génératrice de la

paroi_ceinture (20), de la surface plane (32) génératrice de sa paroi hélico_toroïdale (31), et de la courbe (33) permettant de découper la paroi hélico_toroïdale (31) afin d'obtenir l'enveloppe (30) des figures 13 à 15 ;

- la figure 18b représente une vue schématique de dessus du dispositif rotatif d'éolienne de la figure 1 montrant en plus la disposition, par rapport à ses roues, d'une paroi hélico_toroïdale complète (31) engendrée par la surface plane (32) de la figure 18a lorsque cette surface plane accompagne la roue (R1) dans son mouvement à double rotation ;

- les figures 19 et 20 représentent une vue schématique respectivement de face et en perspective du dispositif de la figure 18b, montrant la disposition, par rapport à ses roues, de la paroi hélico_toroïdale complète (31) ;
- la figure 21 représente une vue schématique de face suivant la coupe N-N' de la figure 18b montrant, dans la partie haute qui a été gardée, la disposition de la paroi hélico_toroïdale complète (31) par rapport aux roues visibles (R1), (R8), (R7), et (R5) ;
- la figure 22 représente une vue schématique de gauche suivant la coupe Q-Q' de la figure 18b montrant, dans la partie droite qui a été gardée, la disposition de la paroi hélico_toroïdale complète (31) par rapport aux roues visibles (R3), (R2), (R1), (R8) et (R7) ;

- les figures 23, 24, 25 et 26 représentent une vue schématique respectivement de dessus, en perspective de face, de droite, et en perspective de gauche montrant seulement l'enveloppe (30) du dispositif rotatif d'éolienne des figures 13 à 15 ;

- la figure 27 représente une vue schématique de dessus du dispositif rotatif d'éolienne de la figure 13 montrant la partie (37) qu'on a gardée de l'enveloppe (30) et qui correspond au secteur angulaire (OW2, OW3) de la figure 13 ;
- les figures 28, 29 et 30 représentent une vue schématique respectivement de dessus, de face et de l'arrière du dispositif rotatif d'éolienne de la figure 27 comportant en plus des moyens d'interception (51) ainsi que des moyens d'évacuation (52) reliés à la partie gardée (37) de l'enveloppe (30) ;
- la figure 31a représente une vue schématique en perspective de devant du dispositif rotatif d'éolienne des figures 28 à 30 ;
- les figures 31b, 31c et 31d représentent une vue schématique en perspective de devant respectivement des moyens d'évacuation (52), du dispositif de la figure 27 et des moyens d'interception (51).

- la figure 32 représente une vue schématique en perspective de devant du dispositif rotatif d'éolienne de la figure 31a montrant simultanément toutes les positions prises par ses roues lorsque son moyeu du rotor tourne autour de son axe de rotation (7) et fait successivement 0°, 9°, 18°, 27°, et 36° par rapport à sa position de la figure 31a ;
- la figure 33 représente une vue schématique en perspective de gauche montrant uniquement la partie gardée (37) de l'enveloppe (30) de la figure 27;
- la figure 34 représente une vue schématique en perspective de gauche du dispositif rotatif d'éolienne de la figure 31a montrant uniquement la partie gardée (37) de l'enveloppe (30) reliée aux moyens d'interception (51) ainsi qu'aux moyens d'évacuation (52);

- les figures 35, 36 et 37 représentent une vue schématique respectivement de face, de dessus et en perspective du dispositif rotatif d'éolienne des figures 1 à 3,

montrant en plus une configuration dudit moyeu du rotor comportant un arbre central et des bras rigides (Bi) supportant lesdites roues,

- les figures 38, 39 et 40 représentent une vue schématique respectivement de face, de dessus et en perspective du dispositif rotatif d'éolienne des figures 1 à 3, montrant une autre configuration dudit moyeu du rotor comportant une base annulaire plane et des barres rigides (B'i) supportant lesdites roues,

- les figures 41 et 42 représentent une vue schématique respectivement de dessus et en perspective du dispositif rotatif d'éolienne des figures 35 à 37, montrant en plus la disposition d'une configuration desdits moyens de synchronisation par rapport audit moyeu du rotor ;
- les figures 43, 44 et 45 représentent une vue schématique respectivement de dessus, de face et en perspective d'une partie du dispositif rotatif d'éolienne des figures 41 à 42, montrant uniquement les éléments dudit moyeu du rotor et desdits moyens de synchronisation qui sont liés à la roue (Ri), avec i=1 ;

- les figures 46, 47 et 48 représentent une vue schématique respectivement de face, de dessus et en perspective du dispositif rotatif d'éolienne des figures 35 à 37, montrant en plus pour chacune desdites roues la disposition de sa poche ;
- les figures 49, 50 et 51 représentent une vue schématique respectivement de face, de dessus et en perspective du dispositif rotatif d'éolienne des figures 46 à 48, montrant en plus ladite paroi_ceinture (20) ;

- les figures 52, 53 et 54 représentent une vue schématique respectivement de dessus, de face et en perspective d'une partie du dispositif rotatif d'éolienne des figures 46 à 48, montrant uniquement la poche (Hi) et les éléments dudit moyeu du rotor et desdits moyens de synchronisation qui sont liés à la roue (Ri), avec i=1 ;
- la figure 55 représente une vue schématique de dessus du dispositif rotatif d'éolienne des figures 49 à 51, montrant en plus lesdits moyens de synchronisation ;
- les figures 56 et 57 représentent une vue schématique respectivement de face et en perspective de la poche (Hi) des figures 52 à 54, montrant seulement cette poche, son ouverture_moyeu (VMi) ainsi que son ouverture principale (VHi), avec i=1.

Les figures 58a à 58k représentent une autre configuration desdites roues. Ces figures montrent uniquement la roue (Ri) du nouveau dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention, i étant un indice donné compris entre 1 et nbr. La roue (Ri) comportant une seule pale (P1Ri) ayant une face plate du côté amont et son épaisseur décroît en s'éloignant de son axe de rotation (Ai). Ainsi :

- la figure 58a représente une vue schématique en perspective de la roue (Ri) de cette variante du dispositif rotatif d'éolienne, montrant la face plate de sa pale (P1Ri) ;
- la figure 58b représente une vue schématique en perspective de la roue (Ri) de cette variante du dispositif rotatif d'éolienne, montrant l'autre face de sa pale (P1Ri) ;
- la figure 58c représente une vue schématique de face de la roue (Ri), selon son axe de rotation (Ai), côté amont ;
- la figure 58d représente une vue schématique de dos de la roue (Ri), selon son axe de rotation (Ai), côté aval ;
- la figure 58e représente le profil axial et la base du profil axial de la pale (P1Ri) ;
- la figure 58f représente une vue schématique en perspective de la couronne (Ci), de la roue (Ri) des figures 58a à 58d, engendrée par la pale (P1Ri) lorsque celle-ci tourne autour de l'axe (Ai) par rapport audit moyeu du rotor ;

- la figure 58g représente une vue schématique de face de la couronne (Ci) de la roue (Ri) ;
- la figure 58h représente une vue schématique de dessus de la couronne (Ci) de la roue (Ri), montrant une partie dudit cercle de référence (10);
- la figure 58j représente une vue schématique en perspective de la moitié inférieure de la couronne (Ci), coupée en deux par ledit plan de référence dudit dispositif ;
- la figure 58k représente le profil radial et la base du profil radial de la roue (Ri).

Les figures 59a à 59j représentent une autre configuration desdites roues. Ces figures montrent uniquement la roue (Ri) du nouveau dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention, i étant un indice donné compris entre 1 et nbr. La roue (Ri) comportant une seule pale (P1Ri). La roue (Ri) ayant son profil radial symétrique par rapport à son plan axial. Ainsi :

- la figure 59a représente une vue schématique en perspective de la roue (Ri) de cette variante du dispositif rotatif d'éolienne, montrant la face côté amont de sa pale (P1Ri) ;
- la figure 59b représente une vue schématique en perspective de la roue (Ri) de cette variante du dispositif rotatif d'éolienne, montrant la face côté aval de sa pale (P1Ri);
- la figure 59c représente une vue schématique de face de la roue (Ri), selon son axe de rotation (Ai), montrant la face côté amont de sa pale (P1Ri) ;
- la figure 59d représente une vue schématique de dos de la roue (Ri), selon son axe de rotation (Ai), montrant la face côté aval de sa pale (P1Ri) ;
- la figure 59e représente une vue schématique en perspective de la couronne (Ci), de la roue (Ri) des figures 59a à 59d, engendrée par la pale (P1Ri) lorsque celle-ci tourne autour de l'axe (Ai) par rapport audit moyeu du rotor ;
- la figure 59f représente une vue schématique de face de la couronne (Ci) de la roue (Ri) ;
- la figure 59g représente une vue schématique de dessus de la couronne (Ci) de la figure 59e, montrant une partie dudit cercle de référence (10) ;
- la figure 59h représente une vue schématique en perspective de la moitié inférieure de la couronne (Ci), coupée en deux par ledit plan de référence dudit dispositif ;
- la figure 59j représente le profil radial et la base du profil radial de la roue (Ri).

Les figures 60a à 60k représentent une autre configuration desdites roues. Ces figures montrent uniquement la roue (Ri) du nouveau dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention, i étant un indice donné compris entre 1 et nbr. La roue (Ri) comportant une seule pale (P1Ri) ayant une face plate du côté amont, le profil radial de la roue (Ri) décroît en s'éloignant de son axe de rotation (Ai) selon une configuration en escalier. Ainsi :

- la figure 60a représente une vue schématique en perspective de la roue (Ri) de cette variante du dispositif rotatif d'éolienne, montrant la face côté amont de sa pale (P1Ri) ;
- la figure 60b représente une vue schématique en perspective de la roue (Ri) de cette variante du dispositif rotatif d'éolienne, montrant la face côté aval de sa pale (P1Ri);
- la figure 60c représente une vue schématique de face de la roue (Ri), selon son axe de rotation (Ai), montrant la face côté amont de sa pale (P1Ri) ;
- la figure 60d représente une vue schématique de dos de la roue (Ri), selon son axe de rotation (Ai), montrant la face côté aval de sa pale (P1Ri) ;

- la figure 60e représente une vue schématique en perspective de la couronne (Ci), de la roue (Ri) des figures 60a à 60d, engendrée par la pale (P1Ri) lorsque celle-ci tourne autour de l'axe (Ai) par rapport audit moyeu du rotor ;
- la figure 60f représente une vue schématique de face de la couronne (Ci) de la roue (Ri) ;
- la figure 60g représente une vue schématique de dos de la couronne (Ci) de la roue (Ri), montrant la structure en escalier de cette couronne ;
- la figure 60h représente une vue schématique de dessus de la couronne (Ci) de la figure 60e, montrant une partie dudit cercle de référence (10);
- la figure 60j représente une vue schématique en perspective de la moitié inférieure de la couronne (Ci), coupée en deux par ledit plan de référence dudit dispositif ;
- la figure 60k représente le profil radial et la base du profil radial de la roue (Ri).

Les figures 61 à 64 représentent une autre configuration desdites roues et de ladite paroi_ceinture où :

- la figure 61 représente, dans un plan contenant l'axe (7) du nouveau dispositif rotatif d'éolienne, une vue schématique d'un disque générateur (18) dudit volume_torique de référence et d'une surface plane (UVYZZ'Y'V'U') génératrice de ladite paroi_ceinture ;
- la figure 62 représente une vue schématique de la courbe (UVYZ) génératrice de ladite surface_ceinture , montrant la disposition de ladite zone interne (26) et de ladite zone externe (27) par rapport audit volume_torique de référence et de son disque générateur (18) ;
- la figure 63 représente, dans le plan de la figure 62, une vue schématique de face d'une roue (Ri) montrant sa disposition par rapport au disque générateur (18) ;
- la figure 64 représente le profil axial de la pale (P1Ri) de la roue (Ri) de la précédente figure ;

Les figures 65a à 65d représentent une autre configuration du dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention où :

- les figures 65a, 65b et 65c représentent une vue schématique respectivement de face, de dessus et en perspective d'un nouveau dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention caractérisé en ce qu'il comporte 8 roues, comportant chacune une seule pale ayant un angle d'ouverture de 180°, ainsi qu'une paroi_ceinture (20) de révolution engendrée par une surface plane similaire à celle de la figure 61;
- la figure 65d représente une vue schématique de face du dispositif rotatif d'éolienne suivant la coupe A-A' de la figure 65b, montrant le profil axial de la pale (P1R1) dont l'angle d'ouverture est de 180° ;

Les figures 66a à 66d représentent une autre configuration du dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention où :

- les figures 66a, 66b et 66c représentent une vue schématique respectivement de face, de dessus et en perspective d'un nouveau dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, similaire à celui de la précédente configuration mais caractérisé en ce que l'angle d'ouverture de chacune desdites pales est de 225° ;
- la figure 66d représente une vue schématique de face du dispositif rotatif d'éolienne suivant la coupe A-A' de la figure 66b, montrant le profil axial de la pale (P1R1) dont l'angle d'ouverture est de 225°.

Les figures 67a à 71d représentent une autre configuration du dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention où :

- les figures 67a, 67b et 67c représentent une vue schématique respectivement de face, de dessus et en perspective d'un nouveau dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, similaire à celui de la précédente configuration mais caractérisé en ce que l'angle d'ouverture de chacune desdites pales est de 270° ;
- la figure 67d représente une vue schématique de face dudit dispositif suivant la coupe A-A' de la figure 67b, montrant le profil axial de la pale (P1R1) ainsi que celui de la pale (P1R5) ayant chacun un angle d'ouverture de 270° ;

- les figures 68a, 68b, 68c et 68d représentent une vue schématique dudit dispositif respectivement selon la direction (D3), (D2), (D1) et (D4), montrant sur un même dessin les positions des 8 roues relatives à plusieurs positions occupées par ledit moyeu du rotor par rapport audit stator, les directions (D3), (D2), (D1) et (D4) étant représentées par des flèches sur la figure 67b ;
- la figure 68e représente une vue schématique en perspective dudit dispositif, montrant, sur un même dessin, les positions des 8 roues relatives à plusieurs positions occupées par ledit moyeu du rotor par rapport audit stator ;

- les figures 69a, 69b, 69c et 69d représentent une vue schématique respectivement de dessus, de face, de droite et en perspective dudit dispositif, montrant sur un même dessin les positions des 8 roues relatives à plusieurs positions occupées par ledit moyeu du rotor par rapport audit stator, ledit dispositif comportant en plus une enveloppe possédant deux ouvertures d'admission et deux ouverture de refoulement ;
- les figures 69e et 69f représentent une vue schématique respectivement de dessus et en perspective du dispositif, montrant sur un même dessin les positions des 8 roues relatives à plusieurs positions occupées par ledit moyeu du rotor par rapport audit stator, ledit dispositif comportant en plus des moyens d'interception (901) et des moyens d'évacuation (902) comportant des parois cylindriques de révolution ;

- les figures 70a, 70b, 70c et 70d représentent une vue schématique respectivement de dessus, de face, de droite et en perspective dudit dispositif, montrant sur un même dessin les positions des 8 roues relatives à plusieurs positions occupées par ledit moyeu du rotor par rapport audit stator, ces figures montrant en plus certaines parties de ladite enveloppe ;
- la figure 70e représente une vue schématique, dans un plan contenant l'axe (7) dudit dispositif, d'un disque générateur (18) dudit volume_torique de référence, d'une courbe plane (UVYZ) génératrice de ladite surface_ceinture et d'une surface plane (307) génératrice de la paroi torique (300) appartenant à ladite enveloppe ;
- la figure 70f représente une vue schématique en perspective dudit dispositif, montrant la paroi torique (300) sans les ouvertures d'admission et sans les ouvertures de refoulement ;

- les figures 71a, 71b, 71c et 71d représentent une vue schématique respectivement de dessus, de face, de droite et en perspective dudit dispositif, montrant les positions des 8 roues relatives à une seule position occupée par ledit moyeu du rotor par rapport audit stator, ces figures montrant en plus certaines parties de ladite enveloppe.

Les figures 72a à 80d représentent une autre configuration du dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention où :

- les figures 72a, 72b, 72c et 72d représentent une vue schématique respectivement de face, de dessus, de droite et en perspective du nouveau dispositif, comportant 4 roues ayant chacune une seule pale ;
- la figure 72e représente dans un plan, contenant l'axe (7) dudit dispositif, le profil axial (ABCD) de la pale (P1R1) de la roue (R1), la surface plane (310) et la surface plane (311) génératrices d'une paroi hélico_toroïdale ;
- la figure 72f représente dans un plan, contenant l'axe (7) dudit dispositif, la surface plane (310), la surface plane (311) bordée par la courbe plane fermée (A'B'C'D'), la courbe plane (312) génératrice de ladite surface_ceinture, ainsi que la courbe plane (313) permettant de découper la paroi hélico_toroïdale ;

- les figures 73a, 73b, et 73c représentent une vue schématique respectivement de dessus, de face et de droite du dispositif rotatif d'éolienne, montrant le rotor tourné de 22,5° par rapport à sa position des figures 72a à 72d, selon le sens de la flèche (4) de la figures 72b ;
- la figure 73d représente une vue schématique de face du dispositif, montrant la paroi torique complète (307) avant d'être divisée en deux parois toriques (303) et (304) dans lesquelles les ouvertures d'admission et de refoulement seront pratiquées ;
- les figures 73e et 73f représentent une vue schématique du dispositif suivant la coupe respectivement A-A'et B-B' de la figure 73a ;

- la figure 74a représente une vue schématique de dessus du dispositif, montrant uniquement les 4 roues, la paroi_ceinture (20) et les parois internes (305) et (306) ;
- la figure 74b représente une vue schématique éclatée en perspective de face du dispositif, montrant les 4 roues la paroi_ceinture (20), la paroi interne (306), la paroi torique amont (303) avec ses ouvertures d'admission (305A) et (306A), et la paroi torique avale (304) avec ses ouvertures de refoulement (305R) et (306R) ;
- la figure 74c représente une vue schématique éclatée de face du dispositif, montrant les roues (R1) et (R2), la paroi_ceinture (20), la paroi interne (306), la paroi torique amont (303) avec ses ouvertures d'admission (305A) et (306A), et la paroi torique avale (304) avec ses ouvertures de refoulement (305R) et (306R) ;
- la figure 74d représente une vue schématique éclatée de droite du dispositif, montrant les roues (R1) et (R4), la paroi_ceinture (20), les parois internes (305) et (306), la paroi torique amont (303) avec son ouverture d'admission (306A), et la paroi torique avale (304) avec son ouverture de refoulement (306R) ;

- les figures 75a, 75b, 75c et 75d représentent une vue schématique de dessus du dispositif, selon la figure 74a, montrant la position des 4 roues par rapport audit stator, qui est lié à l'axe (OX) ainsi qu'aux parois internes (305) et (306), lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) selon le sens de la flèche (4) de la figure 72b et fait respectivement un angle de 0°, 22.5°, 45° et 67.5° à partir de sa position de la figure 74a ;
- les figures 76a, 76b, 76c et 76d représentent une vue schématique de face du dispositif, selon la figure 74c mais sans la paroi torique amont (303) ni la paroi torique avale (304), montrant la position des roues par rapport audit stator, qui est lié aux parois internes (305) et (306), lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) selon le sens de la flèche (4) de la figure 72b et fait respectivement un angle de 0°, 22.5°, 45° et 67.5° à partir de sa position de la figure 74c ;

- les figures 77a, 77b, 77c et 77d représentent une vue schématique en perspective de face du dispositif, selon la figure 74b mais sans la paroi torique amont (303) ni la paroi torique avale (304), montrant la position des roues, par rapport audit stator qui est lié aux parois internes (305) et (306), lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) selon le sens de la flèche (4) de la figure 72b et fait respectivement un angle de 0°, 22.5°, 45° et 67.5° à partir de sa position de la figure 74b ;
- la figure 77e représente une vue schématique en perspective de face du dispositif, selon les figures 77a à 77d, montrant simultanément et sur un même dessin les positions des roues, par rapport audit stator qui est lié aux parois internes (305) et (306), lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) selon le sens de la flèche (4) et fait successivement un angle de 0°, 22.5°, 45° et 67.5° à partir de sa position de la figure 74b ;
- les figures 78a, 78b, 78c et 78d représentent une vue schématique du dispositif respectivement de dessus, de face, de droite et en perspective de face, montrant uniquement la paroi_ceinture (20) avec ses fentes ainsi que les parois internes (305) et (306) ;

- les figures 79a, 79b, 79c et 79d représentent une vue schématique de face du dispositif, selon la figure 72a, montrant les positions des roues par rapport audit stator, qui est lié aux parois internes (305) et (306) ainsi qu'aux parois toriques amont (303) et avale (304), lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) selon le sens de la flèche (4) de la figure 72b et fait respectivement un angle de 0°, 22.5°, 45° et 67.5° à partir de sa position de la figure 72a ;
- les figures 80a, 80b, 80c et 80d représentent une vue schématique de droite du dispositif, selon la figure 72c, montrant les positions des roues par rapport audit stator, qui est lié aux parois internes (305) et (306) ainsi qu'aux parois toriques amont (303) et avale (304), lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) selon le sens de la flèche (4) de la figure 72b et fait respectivement un angle de 0°, 22.5°, 45° et 67.5° à partir de sa position de la figure 72c.

Les figures 81a à 87c représentent une autre configuration du dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention où :

- les figures 81a, 81b, 81c représentent une vue schématique respectivement de dessus, de face et en perspective du nouveau dispositif comportant 8 roues (R1) à (R8), chacune desdites roues possédant 4 pales ;
- les figures 81d et 81e représentent une vue schématique éclatée respectivement de face et en perspective du dispositif, selon les figures 81a à 81c, montrant quelques unes des roues (R1) à (R8), la paroi_ceinture (20), quelques unes des parois internes (411) à (418), la paroi torique amont (401) avec ses ouvertures d'admission (421A) à (428A) et la paroi torique avale (402) avec ses ouvertures de refoulement (421R) à (428R) ;

- la figure 82a représente dans un plan, contenant l'axe (7) dudit dispositif, le profil axial des 4 pales (P1R1), (P2R1), (P3R1), et (P4R1) de la roue (R1), la surface plane (310) et les surfaces planes (311a), (311b), (311c) et (311d) génératrices d'une paroi hélico_toroïdale ;
- la figure 82b représente dans un plan, contenant l'axe (7) dudit dispositif, la surface plane (310), les surfaces planes (311a), (311b), (311c) et (311d), la courbe plane (312) génératrice de ladite surface_ceinture, ainsi que la courbe plane (313) permettant de découper la paroi hélico_toroïdale ;

- les figures 83a, 83b et 83d représentent une vue schématique respectivement de face, de dessus et en perspective du dispositif, montrant uniquement ladite paroi_ceinture (20)avec ses fentes ainsi que lesdites roues ;
- la figure 83c représente une vue schématique de face du dispositif, suivant la coupe A-A' de la figure 83b ;
- la figure 83e représente une vue schématique en perspective du dispositif, montrant uniquement ladite surface_ceinture (20) avec ses fentes;
- la figure 83f représente une vue schématique en perspective du dispositif, suivant la coupe A-A' de la figure 83b, montrant uniquement une partie de ladite paroi_ceinture (20) ainsi que quelques unes desdites roues ;
- la figure 83g représente une vue schématique en perspective du dispositif, suivant la coupe A-A' de la figure 83b, montrant uniquement une partie de ladite paroi_ceinture (20) ;

- les figures 84a, 84b et 84c représentent une vue schématique de dessus du dispositif lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif selon le sens de la flèche (4) de la figure 81a et fait un angle respectivement de 0°, 15° et 30° à partir de sa position de la figure 81a ;
- les figures 85a, 85b et 85c représentent une vue schématique de face du dispositif suivant la coupe B-B' respectivement de la figure 84a, 84b et 84c, montrant la roue (R1) avec ses 4 pales et son moyeu (M1), ainsi que la roue (R5) avec ses 4 pales et son moyeu (M5) ;

- les figures 86a, 86b et 86c représentent une vue schématique en perspective du dispositif, montrant uniquement ladite paroi_ceinture (20), les parois internes et les roues, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif selon le sens de la flèche (4) de la figure 81a et fait un angle respectivement de 0°, 15° et 30° à partir de sa position de la figure 81e ;
- les figures 87a, 87b et 87c représentent une vue schématique, en perspective du dispositif, identique respectivement à celle de la figure 86a, 86b et 86c, montrant en plus la paroi torique amont (401) avec ses ouvertures d'admission et la paroi torique avale (402) avec ses ouvertures de refoulement.

Les figures 88a à 89c représentent une autre configuration du dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention où :

- les figures 88a, 88b et 88c représentent une vue schématique de dessus du nouveau dispositif lorsque ladite enveloppe tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif selon le sens de la flèche (4'), par rapport audit moyeu du rotor, monté solidaire dudit stator, et fait un angle respectivement de 0°, 15° et 30° à partir de sa position de la figure 88a ;
- les figures 89a, 89b et 89c représentent une vue schématique de face du dispositif suivant la coupe B-B' respectivement de la figure 88a, 88b et 88c, montrant la roue (R1) avec ses 4 pales et son moyeu (M1), ainsi que la roue (R5) avec ses 4 pales et son moyeu (M5).

Les figures 90a à 90e représentent une autre configuration du dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention où :

- les figures 90a, 90b, 90c, 90d et 90e représentent une vue schématique respectivement en perspective côté amont, de face, de l'arrière, en perspective côté

aval et de gauche d'un nouveau dispositif comportant une enveloppe ayant 8 ouvertures d'admission et 8 ouvertures de refoulement, des moyens d'interception à section carrée et des moyens d'évacuation à section carrée.

Les figures 91a à 91e représentent une autre configuration du dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention où :

- les figures 91a, 91b, 91c, 91d et 91e représentent une vue schématique respectivement en perspective côté amont, de face, de l'arrière, en perspective côté aval et de gauche d'un nouveau dispositif rotatif d'éolienne comportant une enveloppe ayant 8 ouvertures d'admission et 8 ouvertures de refoulement, des moyens d'interception à section hexagonale et des moyens d'évacuation à section hexagonale.

Les figures 92a à 92e représentent une autre configuration du dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention où :

- les figures 92a, 92b, 92c, 92d et 92e représentent une vue schématique respectivement en perspective côté amont, de face, de l'arrière, en perspective côté aval et de gauche d'un nouveau dispositif rotatif d'éolienne comportant une enveloppe ayant 8 ouvertures d'admission et 8 ouvertures de refoulement, des moyens d'interception à section circulaire et des moyens d'évacuation à section circulaire.

Les figures 93a à 95d représentent une autre configuration du dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention où :

- les figures 93a, 93b, 93c et 93d représentent une vue schématique respectivement en perspective côté amont, en perspective côté aval, de face et de l'arrière d'un nouveau dispositif rotatif d'éolienne, à axe vertical, monté sur un mât, et comportant une enveloppe ayant 2 ouvertures d'admission et 2 ouvertures de refoulement, des moyens d'interception, des moyens d'évacuation ainsi que des moyens d'orientation ;
- la figure 94 représente une vue schématique éclatée du dispositif rotatif d'éolienne selon les figures 93a à 93d ;
- les figures 95a, 95b, 95c et 95d représentent une vue schématique en perspective côté amont du dispositif lorsque les moyens d'orientation font tourner les moyens d'interception ainsi que les moyens d'évacuation, autour de l'axe (7) du dispositif selon de sens de la flèche (556) de la figure 95a, d'un angle respectivement de 0°, 15°, 30° et 45° par rapport à leur position de la figure 93a.

Les figures 96a à 97b représentent une autre configuration du dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention où :

- les figures 96a, 96b et 96c représentent une vue schématique respectivement en perspective côté amont, de dessus et de gauche d'un nouveau dispositif rotatif d'éolienne, à axe vertical, monté sur un mât, et comportant une enveloppe ayant 2 ouvertures d'admission et 2 ouvertures de refoulement, des moyens d'interception, des moyens d'évacuation ainsi que des moyens d'orientation ;
- la figure 97 et 97b représentent une vue schématique respectivement de gauche et en perspective de gauche du dispositif rotatif d'éolienne des figures 96a à 96c, montrant une partie des moyens d'interception et une partie des moyens

d'évacuation suivant la coupe A-A' de la figure 96b, le reste du dispositif n'étant pas affecté par cette coupe.

Les figures 98a à 99 représentent deux configuration de nouvelles éoliennes modulaires comportant chacune de nombreux dispositifs rotatifs d'éolienne selon l'invention où :

- les figures 98a, 98b et 98c représentent une vue schématique respectivement de face, de gauche et de dessus d'une éolienne modulaire composée d'une structure_support (600) montée tournante autour d'un axe vertical (607), sur le haut d'une tour (601), la structure_support (600) comportant une multitude d'emplacements, recevant chacun un dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, correspondant à la configuration des figures 90a à 90e ;
- les figures 98d et 98e représentent une vue schématique respectivement de face et en perspective de l'éolienne modulaire des figures 98a à 98c, montrant la structure_support avec ses emplacements vides ;
- la figure 99 représente une vue schématique de face d'une autre éolienne modulaire similaire à la précédente mais avec une structure_suppoort moins large et plus haute, possédant des emplacements disposés au dessus de la tour.

Les figures 100 et 101 représentent deux configurations de nouveaux systèmes de propulsion pour hélicoptères comportant chacun de nombreux dispositifs rotatifs selon l'invention où :

- la figure 100 représente une vue schématique de gauche d'un hélicoptère pour lequel on a remplacé son rotor principal par une structure_support (620) et son rotor de queue par un dispositif rotatif selon l'invention, la structure_support (620) comportant une multitude d'emplacements à section circulaire, recevant chacun un dispositif rotatif, selon l'invention, correspondant à la configuration des figures 92a à 92e ;
- la figure 101 représente une vue schématique de dessus d'un hélicoptère pour lequel on a remplacé son rotor principal par une structure_support (630) comportant 6 emplacements à section circulaire, recevant chacun un dispositif rotatif, selon l'invention, correspondant à la configuration des figures 92a à 92e.

Les figures 102a à 103c représentent deux configurations de nouveaux turbopropulseurs comportant chacun un dispositif rotatif selon l'invention où :

- les figures 102a et 102b représentent une vue schématique respectivement en perspective du côté amont et de gauche d'un nouveau turbopropulseur pour lequel on a remplacé l'hélice par un dispositif rotatif selon l'invention, correspondant à la configuration des figures 81a à 87c, ou bien à celle des figures 88a à 89c ;
- les figures 103a, 103b et 103c représentent une vue schématique respectivement en perspective du côté amont, de gauche et en perspective du côté aval du turbopropulseur des figures 102a et 102b, comportant en plus des moyens d'interception et des moyens d'évacuation.

Les figures 104a à 106b représentent une configuration d'un nouveau turboréacteur comportant un dispositif rotatif selon l'invention où :

- les figures 104a et 104b représentent une vue schématique respectivement en perspective du côté amont et en perspective du côté gauche d'un nouveau turboréacteur pour lequel on a remplacé la soufflante par un dispositif rotatif selon

l'invention, correspondant à la configuration des figures 81a à 87c, ou bien à celle des figures 88a à 89c ;

- la figure 105 représente une vue schématique du côté gauche du turboréacteur des figures 104a et 104b, montrant uniquement sa turbine à gaz (660) reliée au dispositif rotatif, sa nacelle ayant été cachée ;
- les figures 106a et 106b représentent une vue schématique respectivement en perspective du côté gauche et de gauche du turboréacteur des figures 104a et 104b, sa nacelle ayant été écorchée suivant une coupe verticale.

Les figures 107 à 109 représentent trois configurations d'avions de ligne équipés de nouveaux turboréacteurs ou turbopropulseurs. Ainsi :

- la figure 107 représente une vue schématique, en perspective du côté amont, d'un avion de ligne équipé de deux turboréacteurs selon la configuration des figures 104a à 106b ;
- la figure 108 représente une vue schématique de droite d'un avion de ligne équipé de turbopropulseurs selon la configuration des figures 102a et 102b;
- la figure 109 représente une vue schématique de droite d'un avion de ligne équipé de turbopropulseurs selon la configuration des figures 103a à 103c.

Configuration de base

Dans la forme de réalisation selon les figures 1 à 57, une première configuration du dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention est proposée. Dans cette configuration de base, le dispositif comporte de nombreux éléments, moyens et options permettant à l'homme de l'art de se familiariser rapidement avec les dispositifs rotatifs d'éoliennes selon l'invention. Ceci lui permettra de comprendre plus facilement d'autres configurations plus complexes et plus performantes qui seront présentées dans la suite de cette description.

Pour cette configuration de base, on considère que le vent suit une direction horizontale constante, ce vent étant représenté sur les figures 1, 4f et 13 par une série de flèches désignée par la référence (1000).

Dans cette configuration de base, le nombre des roues du dispositif rotatif d'éolienne est égal à 8 (nbr=8), chacune desdites roues comportant une seule pale (nbp=1), et pour tout indice i compris entre 1 et nbr on a nbTMi=nbTRi= 1.

D'après les figures 1 à 3, un dispositif rotatif d'éolienne (1), selon l'invention, comporte un stator et un rotor, ledit stator étant destiné à supporter ledit rotor, ledit stator étant prévu pour être monté sur un support, sur une structure ou sur un socle, ledit rotor comportant une structure rigide, appelée moyeu du rotor, et 8 structures (R1), (R2),... , (R8) appelées roues, chacune de ces roues comportant une seule pale, lesdites pales étant destinés à résister à l'écoulement de l'air traversant ledit dispositif, ledit moyeu du rotor étant monté tournant, autour de l'axe (7) dudit dispositif, sur ledit stator, ledit stator n'est pas illustré sur ces figures mais il est lié à l'axe (7) dudit dispositif ainsi qu'au demi-axe repère (OX) représenté sur les figures 1 à 3, pour tout indice i, compris entre 1 et 8, la roue (Ri) est montée tournante, autour d'un axe de rotation (Ai) qui lui est propre, sur ledit moyeu du rotor, ledit moyeu du rotor n'est pas illustré sur ces figures mais il est lié aux axes (A1), (A2), ..., (A8) desdites roues ainsi qu'à l'axe (7) dudit dispositif, les axes (A1), (A2), ..., (A8) sont tous inclus dans un même plan perpendiculaire à l'axe (7) dudit dispositif, appelé plan de référence dudit dispositif, ledit plan de référence contenant le demi-axe repère (OX) ;

ce dispositif rotatif d'éolienne étant caractérisé en ce qu'il comporte en plus des moyens de synchronisation, lesdits moyens de synchronisation permettant d'asservir le mouvement de rotation de chacune desdites roues, autour de son propre axe par rapport audit moyeu du rotor, et de le synchroniser avec le mouvement de rotation dudit moyeu du rotor, autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator, de telle manière que lorsque ledit moyeu du rotor tourne en continu, dans un même sens, pour chaque indice i compris entre 1 et 8, lesdits moyens de synchronisation contraignent la roue (Ri) de tourner simultanément en continu, dans un même sens, et pour chaque tour effectué par ledit moyeu du rotor (nbTMi=1), la roue (Ri) effectue en même temps un tour (nbTRi=1) ;

de plus, lesdits moyens de synchronisation étant tels que lorsque la vitesse de rotation dudit moyeu du rotor est constante, la vitesse de rotation de chacune desdites roues est aussi constante.

Sur les premières figures illustrant cette configuration de base, ledit stator, ledit moyeu du rotor, lesdits moyens de synchronisation ainsi que les poches n'ont pas été illustrés afin de ne pas alourdir ces figures, pour mieux comprendre le principe de fonctionnement de chaque dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention. Deux réalisations dudit moyeu du rotor sont illustrés, à titre d'exemple non limitatif, sur les figures 35 à 40. Une réalisation desdits moyens de synchronisation est illustrée sur les figures 41 à 45. Une réalisation des poches est illustrée sur les figures 46 à 57.

Dans cette configuration de base, ce dispositif rotatif d'éolienne est caractérisé en ce que lesdites roues étant toutes sensiblement identiques ; les axes (Ai) desdites roues, i compris entre 1 et 8, étant tous tangents à un même cercle (10), appelé cercle de référence, ledit cercle de référence (10) étant inclus dans ledit plan de référence dudit dispositif et centré sur l'axe (7) dudit dispositif au point (O). De plus, les axes de rotation (A1), (A2),..., (A8) desdites roues étant régulièrement répartis d'un point de vue angulaire autour de l'axe (7) dudit dispositif. L'écart angulaire entre deux axes de rotation successifs (Ai) et (A_{i+1}) étant égal à 45°.

Sur la figure 3, on a représenté le demi-axe repère (OX) coupant l'axe (7) au point (O) et coupant ledit cercle de référence (10) au point (S), le point (S) étant appelé point origine, ce point origine (S) étant ainsi lié audit stator. Pour chaque roue (Ri), i compris entre 1 et 8, le point de tangence (Ti) de cette roue est défini comme étant l'unique point commun entre l'axe de rotation (Ai) de cette roue et ledit cercle de référence (10), la position à l'origine de cette roue est définie comme étant la position qu'occupe cette roue par rapport audit stator lorsque le point de tangence (Ti) de cette roue se trouve confondu avec le point origine (S). Les points de tangence (T1), (T2),..., (T8) desdites roues étant tous liés audit moyeu du rotor. Ainsi quand ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif, par rapport audit stator, l'ensemble des points de tangence (T1), (T2),..., (T8) desdites roues, tourne aussi autour de l'axe (7) dudit dispositif tout en étant lié audit moyeu du rotor.
Sur les figures 1, 2 et 3, la roue (R1) occupe sa position à l'origine du fait que son point de tangence (T1) se trouve confondu avec le point origine (S).

Pour chaque roue (Ri), i compris entre 1 et 8, le plan axial de cette roue est défini comme étant le plan contenant l'axe (7) dudit dispositif et le point de tangence (Ti) de cette roue ;

Dans cette configuration, toutes les roues sont relativement plates. De plus, pour tout indice i compris entre 1 et 8, le plan axial de la roue (Ri) coupe cette roue dans son épaisseur, voir la roue (R1) de la figure 1.

Pour chacune desdites roues, le sens de rotation à l'origine de cette roue est défini comme étant le sens de rotation de cette roue, autour de son propre axe par rapport audit stator, au moment du passage de cette roue par sa position à l'origine quand ledit moyeu du rotor tourne selon un sens donné, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator.

Comme on peut le constater sur la figure 2, le sens de rotation à l'origine de la roue (R1) est illustré par la flèche (5) lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif, par rapport audit stator, selon le sens de la flèche (4) de la figure 1.

Lesdites roues étant montées sur ledit moyeu du rotor de manière à ce que leurs positions à l'origine sont toutes sensiblement identiques. Pour chacune desdites roues (Ri), son montage sur ledit moyeu du rotor par rapport audit stator doit être réglé de manière à ce qu'au moment précis où son point de tangence (Ti) se confond avec le point origine (S), cette roue occupe une position donnée par rapport audit stator qui est la même position quelque soit la roue en question ou bien quelque soit la valeur de l'indice (i).

Lesdits moyens de synchronisation sont tels que lesdites roues ont toutes le même sens de rotation à l'origine.

Fonctionnement du dispositif

Sur les figures 1à 3, ledit stator est positionné de telle manière que l'axe (7) dudit dispositif est disposé verticalement et le demi-axe repère (OX) se trouve disposé à l'horizontale perpendiculairement à la direction du vent (1000) ; la roue (R1) occupant sa position à l'origine ; le point de tangence (T5) de la roue (R5) étant diamétralement opposé au point de tangence (T1) de la roue (R1), par rapport à l'axe (7) dudit dispositif ; en plus, l'unique pale de la roue (R1) se trouve dans sa position la plus écartée possible de l'axe (7) dudit dispositif, comme on peut le constater sur les figures 1, 2 et 3, et en même temps l'unique pale de la roue (R5) se trouve dans sa position la plus proche de l'axe (7) dudit dispositif.
Les deux roues (R1) et (R5) sont positionnées de la même façon par rapport à la direction du vent, elles pourraient recevoir chacune de la part du vent la même force. La résultante des forces, dues à la pression du vent, qui est appliquée sur la roue (R1) est nettement plus écartée de l'axe (7) dudit dispositif que celle appliquée sur la roue (R5), ce qui tend à faire tourner ledit moyeu du rotor, autour de l'axe (7), selon le sens de la flèche (4) de la figure 1. De même, les deux roues (R2) et (R4) pourraient recevoir chacune de la part du vent presque la même force, mais la force appliquée sur la roue (R2) est nettement plus écartée de l'axe (7) dudit dispositif que celle appliquée sur la roue (R4). La même comparaison s'appliquerait pour les deux roues (R8) et (R6), voir la figure 2.
Ainsi, vue la dissymétrie de la disposition des différentes roues par rapport à l'axe (7) dudit dispositif, quand on les regarde de face depuis l'amont (voir figure 2), les efforts de pression des particules d'air, appliqués sur lesdites roues, génèrent un couple moteur qui tend à faire tourner ledit moyeu du rotor, autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator, selon le sens de la flèche (4) de la figure 1.
Dans cette configuration, lesdites roues étant disposées par rapport audit moyeu du rotor de telle manière que leurs positions à l'origine sont toutes sensiblement identiques. De plus, lesdits moyens de synchronisation étant tels que la vitesse de rotation de chacune desdites roues, autour de son propre axe par rapport audit moyeu du rotor, est proportionnelle et même égale à la vitesse de rotation dudit moyeu du rotor, autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator.
Aussi, lesdits moyens de synchronisation sont tels que lorsque ledit moyeu du rotor tourne en continu, dans un même sens, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, lesdites roues suivent toutes le même mouvement par rapport audit stator de telle manière que quand chacune desdites roues passe par sa position à l'origine, le sens de rotation de cette roue, autour de son propre axe par rapport audit stator, est indépendant de la roue considérée.

Sur la figure 4a, vue de dessus, la roue (R1) occupe sa position à l'origine. Sur les figures 4b, 4c, 4d et 4e, on voit, de dessus, les différentes positions occupées par les 8 roues, par rapport audit stator, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif et fait respectivement 9°, 18°, 27° et 36° par rapport à sa position de la figure 4a. Ledit stator étant lié au demi-axe repère (OX) et à l'axe (7) dudit dispositif. Ledit moyeu du rotor étant lié audits points de tangence (T1), (T2), ... et (T8), ainsi qu'à l'axe (7) dudit dispositif.
Quand ledit moyeu du rotor tourne encore dans le même sens et fait 9° supplémentaire par rapport à la figure 4e (au total il aurait tourné de 45° par rapport à la figure 4a), la roue (R2) occupera sa position à l'origine, qui correspond à la même position qu'occupait la roue (R1) de la figure 4a, par rapport audit stator ; de même, la roue (R3) occupera la position qu'occupait la roue (R2) de la figure 4a, par rapport audit stator ; la roue (R4) occupera la position qu'occupait la roue (R3) de la figure 4a, par rapport audit stator ; ... la roue (Ri) occupera la position qu'occupait la roue (Ri_{-1}) de la figure 4a, par rapport audit stator ; ... ; la roue (R8) occupera la position qu'occupait la roue (R7) de la figure 4a, par rapport audit stator. Ceci est rendu possible du fait que :

- toutes les roues sont sensiblement identiques,

- toutes les roues possèdent sensiblement la même position à l'origine,
- lesdits moyens de synchronisation étant tels que lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif, dans le sens de la flèche (4) de la figure 1, le sens de rotation de chacune desdites roues, autour de son propre axe de rotation par rapport audit stator, au moment précis du passage de cette roue par sa position à l'origine, est le même sens quelque soit la roue considérée, ce sens de rotation étant symbolisé par la flèche (5) pour la roue (R1) de la figure 2,
- lesdits moyens de synchronisation étant tels que lorsque ledit moyeu du rotor effectue un tour complet autour de l'axe (7) dudit dispositif, par rapport audit stator, chacune desdites roues est contrainte de tourner, autour de son propre axe par rapport audit moyeu du rotor, et d'effectuer un tour complet ; de plus, à tout instant, la vitesse de rotation de chacune desdites roues, autour de son propre axe de rotation par rapport audit moyeu du rotor, est la même pour toutes les roues.
- les points de tangence (T1), (T2),..., (T8) desdites roues étant régulièrement répartis d'un point de vue angulaire autour de l'axe (7) dudit dispositif, et l'écart angulaire entre deux points de tangence successifs (Ti) et (Ti+1) étant égal à 45°.

Ainsi, lorsque ledit moyeu du rotor tourne, à vitesse constante, autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator, lesdites roues occuperont, à intervalle de temps régulier, chacune, à son tour, sa position à l'origine selon l'ordre suivant : (R1), (R2), ..., (R7), (R8), (R1), (R2), ..., (R7), (R8), (R1), (R2), ..., (R7), (R8), etc.

Sur la figure 4f, on a représenté une vue schématique de dessus du dispositif rotatif d'éolienne de la figure 1 montrant simultanément, et sur un seul dessin, toutes les positions prises par ses roues lorsque son moyeu du rotor occupe ses différentes positions relatives aux figures 4a, 4b, 4c, 4d et 4e. La figure 4f donne ainsi une idée de ce que peut être une vue schématique de dessus du volume balayé par chacune desdites roues lorsque ledit moyeu du rotor fait un tour complet autour de l'axe (7) dudit dispositif. Pour avoir une idée encore plus précise de ce volume balayé par chacune desdites roues, il suffit d'imaginer que sur un seul dessin on montre toutes les positions prises par lesdites roues lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif d'un angle égal respectivement à 0°, 1°, 2°, ..., 45° à partir de sa position de la figure 4a. Lesdites roues étant, dans cet exemple, sensiblement identiques. Le volume balayé par une roue donnée, par rapport audit stator, étant le plus petit volume imaginaire lié audit stator qui contient constamment cette roue lorsque ledit moyeu du rotor fait un tour complet autour de l'axe (7) dudit dispositif, par rapport audit stator, et que cette roue soit entraînée simultanément par ledit moyeu du rotor et par lesdits moyens de synchronisation, le premier la faisant tourner autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator, les seconds la faisant tourner autour de son propre axe de rotation par rapport audit moyeu du rotor de manière synchronisée.

Les figures 5a, 5b, 5c, 5d et 5e montrent chacune une vue schématique de face du dispositif rotatif d'éolienne correspondant respectivement aux figures 4a, 4b, 4c, 4d et 4e. La figure 5f correspond à une vue schématique de face du dispositif de la figure 4f montrant simultanément, et sur un seul dessin, toutes les positions prises par lesdites roues lorsque ledit moyeu du rotor occupe ses différentes positions relatives aux figures 5a, 5b, 5c, 5d et 5e. La figure 5f donne ainsi une idée de ce que peut être une vue schématique de face du volume balayé par chacune desdites roues lorsque ledit moyeu du rotor fait un tour complet autour de l'axe (7) dudit dispositif.

Les figures 6a, 6b, 6c, 6d et 6e montrent chacune une vue schématique en perspective du dispositif rotatif d'éolienne correspondant respectivement aux figures 4a, 4b, 4c, 4d et 4e.

La figure 6f correspond à une vue schématique en perspective du dispositif de la figure 4f montrant simultanément, et sur un seul dessin, toutes les positions prises par lesdites roues lorsque ledit moyeu du rotor occupe ses différentes positions relatives aux figures 6a, 6b, 6c, 6d et 6e. La figure 6f donne ainsi une idée de ce que peut être une vue schématique en perspective du volume balayé par chacune desdites roues lorsque ledit moyeu du rotor fait un tour complet autour de l'axe (7) dudit dispositif.

Dans cette configuration particulière, le volume balayé par chacune desdites roues pourrait être représenté comme étant le plus petit volume lié audit stator et contenant constamment lesdites roues lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif, par rapport audit stator, et effectue seulement 45° en continue, dans un même sens, à partir de n'importe quelle position de départ.

Sur les figures 4f, 5f et 6f on voit bien la dissymétrie, par rapport à l'axe (7) dudit dispositif, du volume balayé par la ou lesdites roues, quand on le regarde selon la direction et le sens du vent (1000) depuis une position située à l'amont dudit dispositif. Tant que la direction et le sens du vent demeurent inchangés, cette dissymétrie permanente permettra au vent de faire tourner ledit moyeu du rotor toujours dans le même sens, autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator. Ce sens de rotation étant représenté par la flèche (4) sur la figure 4a. Le nombre desdites roues pourraient être différent de 8 et la répartition des axes de rotation propres desdites roues pourrait être irrégulière d'un point de vue angulaire autour de l'axe (7) dudit dispositif. Mais, la répartition régulière des axes de rotation desdites roues, ou desdits points de tangence, autour de l'axe (7) dudit dispositif permet audit moyeu du rotor de pouvoir tourner d'une façon régulière et de présenter, à tout moment, au moins une roue dont la pale est bien positionnée par rapport au vent et bien écartée de l'axe (7) dudit dispositif afin de pouvoir maintenir un couple moteur minimum appliqué audit moyeu du rotor pour le faire tourner selon le sens de la flèche (4) de la figure 4a.

Formes desdites roues et desdites pales

Sur les figures 7a et 7b, on a représenté la roue (R1) comme étant composée de deux parties reliées solidairement entre elles : une partie appelée moyeu (M1) située à l'intérieur du cylindre de référence de cette roue, et une partie appelée pale (P1R1) située à l'extérieur de ce cylindre de référence. Pour chacune desdites roues, on définit le cylindre de référence de cette roue comme étant un cylindre imaginaire droit circulaire ayant comme axe, l'axe de rotation de cette roue, et comme section droite, un disque imaginaire de rayon RI, centré sur cet axe tout en étant perpendiculaire à cet axe, RI étant une taille de rayon donnée ; pour chacune desdites roues, sa partie située à l'intérieur de son cylindre de référence étant appelée le moyeu de cette roue ; pour chacune desdites roues, ses parties situées à l'extérieur de son cylindre de référence étant appelées les pales de cette roue.
Pour chacune desdites roues (Ri), i compris entre 1 et 8, le moyeu (Mi) de cette roue est monté tournant, autour de l'axe de rotation (Ai) de cette roue, sur ledit moyeu du rotor ; la roue (Ri) est reliée audits moyens de synchronisation à travers seulement son moyeu (Mi) de manière à ce que lesdits moyens de synchronisation puissent asservir et relier, d'une façon synchronisée, le mouvement de rotation de cette roue, autour de son propre axe (Ai) par rapport audit moyeu du rotor, au mouvement de rotation dudit moyeu du rotor, autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator.
Par souci de clarté, on a représenté le moyeu (M1) de la roue (R1) comme étant un volume cylindrique plein, mais le moyeu de la roue (R1) peut avoir une forme quelconque qui restera valable tant qu'il peut supporter la pale (P1R1), permettre à la roue (R1) d'être montée tournante, autour de son propre axe (A1), sur ledit moyeu du rotor, et enfin permettre à la roue (R1) d'être reliée audits moyens de synchronisation.

Physiquement, le moyeu (M1) et la pale (P1R1) peuvent correspondre à deux structures différentes solidarisées entre elles, ou bien à une seule structure pouvant être constitué d'un seul matériau ou d'un alliage de matériaux.
Dans cette configuration dudit dispositif, pour chacune desdites roues, le moyeu de cette roue sert à assurer la liaison entre cette roue et ledit moyeu du rotor, ainsi qu'à assurer la liaison entre cette roue et lesdits moyens de synchronisation, alors que la pale de cette roue sert uniquement à assurer la résistance au vent et à transmettre les efforts dus à la pression des particules d'air, sur sa surface externe, au moyeu de cette roue, qui à son tour les transmet audit moyeu du rotor pour le faire tourner autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator.

Sur les figure 7d et 7e, on a représenté la couronne (C1) de la roue (R1) qui est définie comme étant le volume de révolution imaginaire, lié audit moyeu du rotor, que l'unique pale (P1R1) de cette roue balaye, par rapport audit moyeu du rotor, lorsque cette roue tourne autour de son propre axe de rotation (A1). Sur la figure 7d, le point de tangence (T1) est l'unique point en commun entre l'axe de rotation (A1) de la roue (R1) et ledit cercle de référence (10). La droite (OT1) passe par le point (O) et le point de tangence (T1). Le point (O) étant le point d'intersection entre l'axe (7) dudit dispositif et ledit plan de référence. Le plan axial de la roue (R1) étant le plan qui contient constamment l'axe (7) dudit dispositif et la droite (OT1).
Ledit plan de référence coupe la couronne (C1) en deux parties égales. Sur la figure 7f, on a représenté seulement une de ces deux parties de la couronne (C1) qui définit dans ledit plan de référence deux surfaces planes imaginaires symétriques par rapport à l'axe de rotation (A1) de la roue (R1).
Sur la figure 7g, le rectangle (EFGH) représente une de ces deux surfaces planes imaginaires, la plus éloignée de l'axe (7) dudit dispositif. Le rectangle (EFGH) ayant un contour externe fermé composé d'un segment de droite (EH) et d'une courbe plane ouverte (EFGH) reliant les extrémités de ce segment de droite, le segment de droite (EH) étant parallèle à l'axe de rotation (A1) de cette roue et situé à une distance égale à RI de cet axe, la courbe plane ouverte (EFGH) étant située du côté opposé à celui de l'axe de rotation (A1) de cette roue par rapport à la droite contenant le segment (EH), la courbe plane ouverte (EFGH) est appelée profil radial de la roue (R1), le segment de droite (EH) est appelé base du profil radial de la roue (R1) ;
D'après la figure 7c, pour la roue (R1), la projection orthogonale de sa pale (P1R1) sur le plan axial de cette roue forme une surface plane (ABCD) ayant un contour externe fermé composé d'un arc de cercle (AD) et d'une courbe plane ouverte (ABCD) reliant les extrémités de cet arc de cercle, l'arc de cercle (AD) étant de rayon égal à RI et centré sur l'axe de rotation (A1) de cette roue, la courbe plane ouverte (ABCD) est appelée profil axial de la pale (P1R1), l'arc de cercle (AD) est appelé base du profil axial de la pale (P1R1) ; pour la pale (P1R1), la partie de cette pale dont la projection orthogonale, sur le plan axial de sa roue (R1) forme une bande très proche de son profil axial (ABCD) étant appelé bord périphérique de cette pale.
D'après la figure 7c, le profil axial de la pale (P1R1) de la roue (R1) est composé d'un arc de cercle (BC), appelé arc externe, et de deux segments de droite (AB) et (CD), appelés segments latéraux, chacun de ces segments latéraux joignant une extrémité de l'arc externe de ce profil axial à une extrémité de la base de ce profil axial, l'arc externe de ce profil axial étant centré sur l'axe de rotation (A1) de la roue (R1), le rayon de l'arc externe de ce profil axial étant strictement plus grand que RI, RI étant la taille du rayon de la base de ce profil axial (AD), les deux segments latéraux de ce profil axial étant disposés de part et d'autre de la droite (AX1), passant par l'axe de rotation (A1) de cette roue et située dans le plan axial de cette roue, la droite (AX1) coupant la base (AD) de ce profil axial ainsi que l'arc externe (BC) de ce profil axial ; la partie de la pale (P1R1) dont la projection

orthogonale, sur le plan axial de la roue (R1), est très proche de la base (AD) de son profil axial étant appelé bord interne de cette pale ; la partie de la (P1R1) pale dont la projection orthogonale, sur le plan axial de la roue (R1), est très proche de l'arc externe (BC) de son profil axial étant appelé bord externe de cette pale ; la partie de la pale (P1R1) dont la projection orthogonale, sur le plan axial de la roue (R1), est très proche du segment latéral (AB) ou du segment latéral (CD) de son profil axial étant appelée bord latéral de cette pale, chacune desdites pales ayant ainsi deux bords latéraux, un bord interne et un bord externe. Le bord périphérique de la pale (P1R1) étant ainsi composé de son bord externe et de ses deux bords latéraux. Le profil du bord périphérique de la pale (P1R1) est constant à angles droits, similaire à celui du bord d'une plaque de métal ou de bois.
Dans cette configuration dudit dispositif, les segments latéraux (AB) et CD) sont symétriques par rapport à la droite (AX1) qui coupe la base du profil axial de la pale (P1R1) et l'arc externe (BC) en leurs milieux respectifs.

Pour chacune desdites pales, l'enveloppe-cylindrique de cette pale est définie, à tout instant, comme étant le volume commun entre la couronne de la roue correspondante et un volume cylindrique droit imaginaire, lié à cette pale, traversant complètement cette couronne, et ayant comme section droite, dans le plan axial de la roue correspondante, la projection orthogonale de cette pale sur le plan axial de la roue correspondante.

Dans cette configuration, la surface extérieure de la pale (P1R1) et la surface extérieure de son enveloppe-cylindrique se confondent sensiblement entre elles dans la zone située strictement à l'extérieur du cylindre de référence de la roue (R1).
Ainsi, la forme extérieure de la pale (P1R1) correspond sensiblement à la forme extérieure de son enveloppe-cylindrique. L'enveloppe-cylindrique d'une pale donnée représente le volume maximal que cette pale peut avoir lorsqu'elle correspond à un profil axial donné et qu'elle appartient à une roue ayant un profil radial donné.

Dans cette configuration et d'après les figures 1, 7d et 7g, la disposition desdites roues par rapport audit moyeu du rotor et les dimensions desdites roues étant telles que les couronnes desdites roues sont séparées les unes des autres. Ceci permet à chacune desdites roues de tourner autour de son propre axe de rotation et audit moyeu du rotor de tourner autour de l'axe (7) par rapport audit stator, sans que cette roue puisse entrer en contact avec une autre roue.

D'après la figure 7g, le segment de droite (FG) est parallèle à l'axe de rotation (A1) de la roue (R1). Ainsi tout point appartenant à ce segment de droite est un point extrême du profil radial (EFGH) de la roue (R1). Le point (I), situé à l'intersection du segment (FG) et de la droite (OT1), est un point extrême du profil radial EFGH. Par définition, pour chacune desdites roues, un point extrême du profil radial de cette roue étant un des points de ce profil radial dont la distance à l'axe de rotation de cette roue est maximale.
Le plan contenant la droite (OT1) et l'axe (7) dudit dispositif, qui n'est autre que le plan axial de la roue (R1), coupe la base du profil radial de cette roue au point (J) et coupe le profil radial de cette roue au point extrême (I). Par définition ce plan est un plan géométrique de la roue (R1).
Pour la roue (R1), le profil radial (EFGH) de cette roue étant composé de deux courbes (EFI) et (IGH), appelées courbes élémentaires, associées au point extrême (I) de ce profil radial, ces courbes élémentaires étant telles que l'une d'elles relie l'extrémité (E) de la base de ce profil radial à ce point extrême, et l'autre courbe élémentaire relie le même point extrême (I) à l'autre extrémité (H) de la base de ce profil radial, chacune de ces deux courbes élémentaires étant située d'un seul côté par rapport au plan géométrique

passant par le point extrême (I). dans cette configuration, le plan géométrique de la roue (R1) passant par le point extrême (I) n'est autre que le plan axial de cette roue.

D'après la figure 7g, le profil radial de cette roue étant tel qu'en s'éloignant de l'axe de rotation de cette roue, l'épaisseur de ce profil radial reste constant et égale à la taille du segment de droite (EH), l'épaisseur de ce profil radial à la distance D de l'axe de rotation de cette roue est définie comme étant la longueur du plus long segment de droite, parallèle à l'axe de rotation de cette roue, situé à la distance D de cet axe, et dont les extrémités appartiennent à ce profil radial, D étant une variable représentant une distance.

D'après la figure 7g, l'épaisseur maximale de la pale (P1R1) de la roue (R1) est plus petite que sa dimension radiale maximale, l'épaisseur maximale de cette pale étant par définition la plus grande épaisseur du profil radial de la roue correspondante, la dimension radiale maximale de cette pale étant par définition la distance entre le cylindre de référence de la roue (R1) et l'un des points de cette pale les plus éloignés de ce cylindre de référence. L'épaisseur maximale de cette pale étant égale à la taille du segment de droite (EH), et la dimension radiale maximale de cette pale est égale à la taille du segment de droite (IJ).

D'autres formes de roues et de pales seront décrites et illustrées plus loin. Elles permettront à l'homme de l'art de mieux apprécier les innombrables possibilités de développement des dispositif rotatifs selon l'invention pour la conversion de l'énergie cinétique du vent et/ou pour la propulsion des aéronefs.

Volume_torique de référence

D'après la figure 7f, les extrémités (F) et (G) du profil radial de la roue (R1) sont à la même distance de l'axe (7) dudit dispositif. De plus, ces extrémités sont les points, du profil radial de la roue (R1), les plus éloignés de l'axe (7) dudit dispositif. C'est pourquoi, la distance entre ledit cercle de référence (10) et le point (F), ou le point (G), peut représenter le rayon du disque générateur dudit volume_torique de référence. Cette distance étant égale à OF-OT1=OG-OT1.

On définit le volume_torique de référence dudit dispositif comme étant le volume torique imaginaire engendré par la rotation autour de l'axe (7) dudit dispositif d'un disque imaginaire, appelé disque générateur, coplanaire avec l'axe (7) dudit dispositif, centré sur ledit cercle de référence (10), et dont le rayon équivaut à la distance entre ledit cercle de référence (10) et un des points, du profil radial de l'une desdites roues, les plus éloignés de l'axe (7) dudit dispositif.

Sur la figure 8a, on a représenté ce disque générateur (18), coplanaire avec l'axe (7) dudit dispositif, centré sur ledit cercle de référence (10) au point de tangence (T1), et dont le rayon équivaut à la distance suivante : OF-OT1= OG-OT1 (voir ci-dessus)
Sur les figures 8b, 8c et 8d on a représenté ledit volume_torique de référence (17) engendré par le disque générateur (18) de la figure 8a. Le volume_torique de référence (17) est le plus petit tore imaginaire, dont le disque générateur est coplanaire de l'axe (7) et centré sur ledit cercle de référence (10), pouvant contenir constamment lesdites roues lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif, par rapport audit stator, et que chacune desdites roues est entraînée dans un mouvement à double rotation.

Sur les figures 8e et 8f , on voit comment ledit volume_torique de référence (17) contient le volume balayé par chacune desdites roues, et comment lesdites roues évoluent au sein de ce volume imaginaire en occupant de nombreuses positions possibles lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator. Ainsi, lesdites

roues évoluent à l'intérieur du volume_torique de référence (17), au sein duquel pourront avoir lieu des échanges d'énergie entre lesdites pales et les particules d'air.
L'objectif principal de l'invention est de canaliser efficacement les particules d'air (du vent), à travers une partie de ce volume_torique de référence (17), de manière à pouvoir récupérer par l'intermédiaire desdites pales la plus grande partie de la puissance mécanique du vent.

Dans cette configuration, les figures 8a, 8b, 8c et 8e montrent que le volume_torique de référence (17) de ce dispositif ne coupe pas son axe (7). Le rayon de son disque générateur (18) est plus petit que le rayon de son cercle de référence (10). Ceci permet de libérer la zone centrale, près de l'axe (7) dudit dispositif, afin de pouvoir y installer, par exemple, un arbre d'entraînement pouvant être lié audit moyeu du rotor.

La paroi_ceinture

D'après les figures 9, 10 et 11, le dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, comporte en plus une paroi (20), appelée paroi_ceinture, destinée à diriger les particules d'air vers lesdites pales ; ladite paroi_ceinture (20) étant montée solidaire dudit moyeu du rotor ; ladite paroi_ceinture (20) entourant l'axe (7) dudit dispositif, ladite paroi_ceinture (20) comportant 8 fentes (F1), (F2), ..., (F8) disposées autour de l'axe (7) dudit dispositif ; pour tout indice i compris entre 1 et 8, la fente (Fi) étant associée à la roue (Ri) qui la traverse, un jeu de distance minimal sépare, au niveau de la fente (Fi), ladite paroi_ceinture (20) de la roue (Ri), de manière à permettre à cette roue (Ri) de tourner librement, autour de son propre axe de rotation (Ai) par rapport audit moyeu du rotor, sans que cette roue (Ri) puisse entrer en contact avec ladite paroi_ceinture (20).

Dans cette configuration particulière, et d'après les figures 9 à 11, la paroi_ceinture (20) est en plus une paroi de révolution, engendré par le rectangle (IJKL) de la figure 8a, lorsque ce rectangle tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif, le rectangle (IJKL) étant coplanaire avec l'axe (7) dudit dispositif, et ses grands côtés (IL) et (JK) étant parallèles à l'axe (7) dudit dispositif. Comme c'est montré sur la figure 8a, le rectangle (IJKL), générateur de ladite paroi_ceinture (20), coupe le disque générateur (18) dudit volume_torique de référence(17). Ainsi ladite paroi_ceinture (20) coupe ledit volume_torique de référece (17).

D'après les figures 8a, 9, 10 et 11, ladite paroi_ceinture (20) est telle que la partie de sa surface externe qui est engendrée par la rotation, autour de l'axe (7) dudit dispositif, du grand côté (JK) du rectangle (IJKL), est une surface de révolution. Cette surface de révolution, appelée surface_ceinture, est traversée par lesdites fentes ; ladite surface_ceinture divise ledit volume_torique de référence (17) en deux zones distinctes appelées respectivement zone interne (26) et zone externe (27) ;
ladite zone interne (26) étant telle qu'elle contient la partie dudit moyeu du rotor qui se trouve à l'intérieur dudit volume_torique de référence (17) ; ladite zone interne (26) contient aussi la partie de ladite paroi_ceinture (20) qui se trouve à l'intérieur dudit volume_torique de référence (17); de plus, ladite zone interne (26) contient le moyeu de chacune desdites roues. Ainsi, ladite zone externe (27) est destinée à accueillir en son sein les pales desdites roues, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator, et que lesdits moyens de synchronisation entraînent chacune desdites roues en rotation autour de son propre axe par rapport audit moyeu du rotor.

D'après la figure 8a, le grand côté (JK) coupe le disque générateur (18) en deux parties : une partie proche de l'axe (7) dudit dispositif et une partie plus éloignée que la précédente

de l'axe (7) dudit dispositif. De même, ladite zone interne (26) est plus proche de l'axe (7) dudit dispositif que ladite zone externe (27). Sur la figure 8a, ladite zone interne (26) correspond à la partie hachurée du disque générateur (18) et ladite zone externe (27) correspond à la partie non hachurée de ce cercle.

Ladite zone externe (27) entoure ladite zone interne (26) de telle manière qu'il existe une partie de ladite zone externe (27) plus éloignée de l'axe dudit dispositif que n'importe quelle partie de ladite zone interne (26).

Ladite zone externe (27) ne contient aucune partie dudit moyeu du rotor ni aucune partie de ladite paroi_ceinture (20) ni les moyeux desdites roues. Ladite zone externe (27) ne reçoit en son sein que lesdites pales. Les particules d'air seront canalisées à travers ladite zone externe (27) au sein de laquelle, lesdites pales pénètrent pour résister au vent et récupérer la plus grande partie de sa puissance mécanique.

Sur les figures 10 et 11, on a montré, à titre d'exemple, un support (6) sur lequel, ledit stator peut être montée.

Les figures 12a, 12b, 12c, 12d et 12e montrent chacune une vue schématique de face du dispositif rotatif d'éolienne de la figure 10, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif et fait respectivement 0°, 9°, 18°, 27° et 36° par rapport à sa position de la figure 10. Les figures 12a, 12b, 12c, 12d et 12e montrent aussi comment ladite paroi_ceinture (20) accompagne ledit moyeu du rotor dans sa rotation autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator. Ces figures montrent en plus comment chacune desdites roues tourne autour de son propre axe, par rapport audit moyeu du rotor, tout en étant entraînée en rotation autour de l'axe (7) par ledit moyeu du rotor (qui est solidaire de ladite paroi_ceinture (20)) sans jamais entrer en contact avec ladite paroi_ceinture (20) au niveau de la fente correspondante.
La figure 12f correspond à une vue schématique de face du dispositif rotatif d'éolienne montrant simultanément, et sur un seul dessin, toutes les positions prises par lesdites roues lorsque ledit moyeu du rotor occupe ses différentes positions relatives aux figures 12a à 12e.
Sur la figure 12f, le volume que balaye chacune desdites pales, au sein de ladite zone externe (27), a été grisé afin d'être mis en valeur. Ce volume balayé par lesdites pales est un volume imaginaire lié audit stator. Ce volume sera appelé volume élémentaire.

Les figures 12g, 12h, 12j, et 12k donnent aussi une idée de la forme tridimensionnelle de ce volume élémentaire, balayé par chacune desdites pales au sein de ladite zone externe (27).

<u>L'enveloppe</u>
D'après les figures 13, 14 et 15, le dispositif rotatif d'éolienne comporte en plus un ensemble de parois (30), appelé enveloppe, ladite enveloppe (30) étant montée solidaire dudit stator, ladite enveloppe (30) formant avec ladite paroi_ceinture (20) une cavité, appelé cavité élémentaire, contenant une partie de ladite zone externe (27), appelée volume élémentaire ; ce volume élémentaire étant le volume imaginaire que balaye une desdites pales, par exemple la pale (P1R1) de la roue (R1), à l'intérieur de ladite zone externe (27), lorsque ledit moyeu du rotor tourne, autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator, et que cette pale pénètre dans ladite zone externe (27) et effectue un tour complet, autour de l'axe de rotation de sa roue par rapport audit moyeu du rotor ;
ce volume élémentaire est représenté sous la forme d'un volume gris, balayé par les pales du dispositif sur la figure 12f ; un jeu de distance minimal sépare ladite enveloppe (30) de

ladite paroi_ceinture (20) de manière à n'avoir jamais de contact entre elles, lorsque ladite paroi_ceinture (20) accompagne ledit moyeu du rotor dans son mouvement de rotation, autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator ; pour cette cavité élémentaire, l'ensemble des parois de celle-ci qui appartiennent à ladite enveloppe (30) étant appelé la paroi_enveloppe de cette cavité élémentaire ; pour cette cavité élémentaire, un jeu de distance minimal sépare sa paroi_enveloppe du volume élémentaire correspondant de manière à n'avoir jamais de contact entre cette paroi_enveloppe et les pales balayant ce volume élémentaire.

Dans cette configuration de base, lorsque ledit moyeu du rotor effectue un tour complet autour de l'axe (7) dudit dispositif, chacune desdites pales balaye un seul volume élémentaire au sein de ladite zone externe (27). Ce volume élémentaire est le même pour toutes lesdites pales. Il existe une infinité de choix possible pour l'enveloppe (30) permettant de former avec ladite paroi_ceinture (20) une cavité élémentaire, pouvant contenir l'unique volume élémentaire qu'on peut voir de face sur la figure 12f, et qu'on peut deviner sur les figures 12g à 12k. Ce volume élémentaire a été rendu gris sur la figure 12f.

Les figures 23, 24, 25 et 26 représentent chacune une vue schématique respectivement de dessus, en perspective de face, de droite, et en perspective de gauche montrant uniquement l'enveloppe (30). Ladite enveloppe (30) épouse la forme du volume élémentaire tout en gardant un jeu minimal entre ses parois et ce volume élémentaire, afin que les pales qui viendront balayer ce volume élémentaire ne puissent pas avoir de contact avec les parois de l'enveloppe (30).
Les figures 16 et 17 montrent la disposition de ladite enveloppe (30) par rapport à ladite paroi_ceinture (20) ainsi que par rapport à la roue (R1) ; un jeu minimal sépare les parois de ladite enveloppe(30) de la roue (R1) ; un autre jeu minimal sépare ladite enveloppe (30) de ladite paroi_ceinture (20).

D'après la figure 13, les demi-axes (OW1), (OW2), (OW3) et (OW4) sont inclus dans ledit plan de référence dudit dispositif. Ladite enveloppe (30) est situé à l'intérieur du secteur angulaire (OW1, OW4) qui est défini comme étant l'espace situé entre les deux demi-plans suivants :

- le demi-plan bordé par l'axe (7) et contenant le demi-axe (OW1),
- le demi-plan bordé par l'axe (7) et contenant le demi-axe (OW4).

Le secteur angulaire (OW1, OW4) contient le secteur angulaire (OW2, OW3). Les deux demi-axes (OW2) et (OW3) étant disposés symétriquement l'un de l'autre par rapport au demi-axe repère (OX) et formant entre eux un angle de 45°. Cette valeur d'angle correspond à celle de l'angle aigu séparant les plans axiaux de deux roues successives quelconques. Ainsi, la partie de la cavité élémentaire, située à l'intérieur du secteur angulaire (OW2,OW3), est constamment traversée par au moins une desdites pales, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator.
Le secteur angulaire (OW2, OW3) est défini comme étant l'espace situé entre les deux demi-plans suivants :

- le demi-plan bordé par l'axe (7) et contenant le demi-axe (OW2),
- le demi-plan bordé par l'axe (7) et contenant le demi-axe (OW3).

Dans cette configuration et d'après les figures 27 et 31c, ladite enveloppe (30) comporte deux ouvertures, l'une est appelée ouverture d'admission, et l'autre appelée ouverture de refoulement qui sont telles que l'ouverture d'admission est obtenue en retirant de ladite enveloppe (30) toute la partie située à l'intérieur du secteur angulaire (OW1,OW2), et l'ouverture de refoulement est obtenue en retirant de ladite enveloppe (30) toute la partie

située à l'intérieur du secteur angulaire (OW3,OW4) ; ces ouvertures permettent aux particules d'air de pouvoir pénétrer à l'intérieur de la cavité élémentaire à travers l'ouverture d'admission, et de pouvoir quitter cette cavité élémentaire à travers l'ouverture de refoulement, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator, selon le sens de la flèche (4) de la figure 28.

Dans cette configuration, l'ouverture d'admission et l'ouverture de refoulement étant séparées entre elles et disposées par rapport à l'enveloppe (30) de manière à pouvoir diviser la cavité élémentaire en trois zones successives : une zone d'admission correspondante au secteur angulaire (OW1,OW2), une zone de travail correspondante au secteur angulaire (OW2,OW3) et une zone de refoulement correspondante au secteur angulaire (OW3,OW4) de la figure 27 qui sont telles que lorsqu'une pale pénètre à l'intérieur de cette cavité élémentaire pour balayer le volume élémentaire correspondant, cette pale balaye d'abord la zone d'admission, puis la zone de travail et enfin la zone de refoulement ; au sein de la zone d'admission, cette pale est mise en regard de l'ouverture d'admission, et au sein de la zone de refoulement cette pale est mise en regard de l'ouverture de refoulement, alors qu' au sein de la zone de travail, cette pale se trouve éloignée de l'ouverture d'admission et de l'ouverture de refoulement.

Dans cette configuration, le nombre des roues dudit dispositif étant tel que quelque soit la position dudit moyeu du rotor par rapport audit stator, la zone de travail de la cavité élémentaire est constamment traversée par au moins une desdites pales.

Les figure 27 et 31c montrent la partie (37) qu'on a gardée de ladite enveloppe (30) après avoir pratiquer dans les parois de cette dernière l'ouverture d'admission et l'ouverture de refoulement. La partie (37) qu'on a gardée de ladite enveloppe (30) forme avec ladite paroi_ceinture (20) une partie de la cavité élémentaire qui n'est autre que sa zone de travail. Cette zone de travail est constamment traversée par au moins une pale. Ainsi la partie (37) et ladite paroi_ceinture (20) permettent de relier efficacement, un peu comme un « conduit » ou un « tuyau », l'amont dudit dispositif à son aval. Les particules d'air peuvent ainsi pénétrer à l'intérieur de la cavité élémentaire, à travers l'ouverture d'admission, traverser la zone de travail, et quitter cette cavité élémentaire à travers l'ouverture de refoulement. En traversant la zone de travail, les particules d'air poussent efficacement chaque pale qui s'y trouve et lui cèdent une partie de leur énergie mécanique que ledit moyeu du rotor récupère en tournant autour de l'axe (7) dudit dispositif. Presque la totalité des particules d'air traversant ledit dispositif, à travers la zone de travail, fournit de l'énergie mécanique rotative audit moyeu du rotor. Une petite quantité de ces particules d'air passe à travers les différents jeux dudit dispositif en provoquant une faible chute de pression, entre l'amont et l'aval, et réduit légèrement son rendement. Du fait que ces différents jeux sont nécessaires, pour pouvoir assurer audit dispositif un fonctionnement rotatif sans frottement, on cherchera à réduire ces jeux, autant que possible, de manière à pouvoir préserver audit dispositif un bon niveau de rendement et un certain niveau de sécurité.
En rendant la zone de travail active en permanence, le rendement dudit dispositif s'en trouve ainsi amélioré.

D'après les figures 28 à 34, ledit dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, comporte en plus des moyens d'interception et des moyens d'évacuation. Lesdits moyens d'interception sont représentés par une structure (51) possédant de nombreuses parois agencées de manière à canaliser les particules d'air entre l'extérieur et l'intérieur de la cavité élémentaire, à travers une section (61), appelée section d'entrée, ainsi qu'à travers

l'ouverture d'admission, la section d'entrée (61) étant située à l'extérieur de ladite enveloppe (30);
lesdits moyens d'évacuation sont représentés par une structure (52) possédant de nombreuses parois agencées de manière à canaliser les particules d'air entre l'intérieur et l'extérieur de la cavité élémentaire, à travers l'ouverture de refoulement, ainsi qu'à travers une section (62), appelée section de sortie, située à l'extérieur de ladite enveloppe (30).

Sur les figures 29, 30, 31a, 31d, 32 et 34, les contours de la section d'entrée (61) et de la section de sortie (62) ont été rendus foncés afin de mettre ses sections en valeur. Comme on peut le constater sur ces figures, l'aire de la section d'entrée (61) est plus grande que celle de l'ouverture d'admission, ceci permet audit moyen d'interception (51) de créer une grande zone de surpression au niveau de la section d'entrée (61) et de faciliter le passage d'une grande quantité de particules d'air, qui cherche à se détendre, en traversant la section d'entrée (61) pour aller vers l'ouverture d'admission. De même, l'aire de la section de sortie (62) est plus grande que celle de l'ouverture de refoulement, ceci permet audit moyen d'évacuation (52) de créer une grande zone de dépression au niveau de la section de sortie (62) et de faciliter le passage d'une grande quantité de particules d'air, qui cherche à se détendre, en traversant l'ouverture de refoulement pour aller vers la section de sortie (62).
Dans cette configuration, toutes les particules d'air qui traversent ledit dispositif, en y pénétrant à travers la section d'entrée (61), et en quittant ce dispositif à travers la section de sortie (62), sont bien canalisées à travers la zone de travail de la cavité élémentaire. Elles font tourner efficacement ledit moyeu du rotor dans le sens de la flèche (4) de la figure 28 et fournissent ainsi audit dispositif rotatif d'éolienne de l'énergie mécanique rotative.

La paroi hélico_toroïdale
Ladite enveloppe (30) des figures 13 à 15 étant obtenue à partir d'une paroi (31), appelée paroi hélico_toroïdale, en éliminant une partie de cette paroi-hélicoïdale de manière à éviter tout contact entre ladite enveloppe (30) et ladite paroi_ceinture (20), lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator ; la paroi hélico_toroïdale (31) est représentée sur les figures 18b, 19 et 20 ;
d'après les figures 18a et 18b, la paroi hélico_toroïdale (31) étant une paroi engendrée par une surface plane (32), liée à la pale (P1R1), lorsque cette surface plane (32) accompagne la pale (P1R1) dans son mouvement et que cette pale balaye le volume élémentaire dudit dispositif ; la surface plane (32) étant incluse dans le plan axial de la roue (R1) dont dépend la pale (P1R1) ; la surface plane (32) entourant par l'extérieur le profil axial de la pale (P1R1); un jeu de distance minimal sépare la surface plane (32) du profil axial de la pale (P1R1).
Ladite enveloppe (30) est finalement obtenue à partir la paroi hélico_toroïdale (31), en découpant cette paroi hélico_toroïdale (31) par une surface de révolution en deux parties distinctes : une première partie coupant ladite zone interne (26) sera complètement éliminée ; la deuxième partie coupant ladite zone externe (27) sera gardée pour constituer ladite enveloppe (30). Cette surface de révolution étant engendrée par la rotation autour de l'axe (7) dudit dispositif de la courbe (33) de la figure 18a. Comme on peut le constater sur la figure 18a, la courbe (33) est un segment de droite, coplanaire avec l'axe (7) dudit dispositif et parallèle au segment de droite (JK) qui permet de générer ladite surface_ceinture. Le segment de droite (33) étant plus éloigné de l'axe (7) dudit dispositif que le segment de droite (JK). Ceci permet de constituer un jeu minimal séparant ladite enveloppe (30) de ladite paroi_ceinture (20). De plus, dans la partie de ladite enveloppe (30) la plus proche de ladite paroi_ceinture (20), le jeu séparant ces deux parois étant constant. Ceci permet de réduire les fuites des particules d'air à travers ce jeu.

Les figures 21 et 22 montrent la disposition de la paroi hélico_toroïdale (31) par rapport audites roues, ainsi que le jeu minimal séparant, dans le plan axial de chacune des roues (R1), (R5), (R3) et ((R7), cette paroi hélico_toroïdale du profil axial de la pale correspondante.

Les figures 16 et 17 nous montrent bien que pour garder un jeu minimal entre ladite enveloppe (30) et la pale (P1R1), lorsque cette pale balaye le volume élémentaire dudit dispositif, il sera nécessaire que cette pale soit disposée correctement par rapport au plan axial de sa roue (R1) et que ses dimensions axiales (son épaisseur) soient correctement définies. Ceci reste valable pour chacune desdites pales qui balaye ce volume élémentaire.

Dans cette configuration de base, ledit dispositif rotatif d'éolienne comportant un seul volume élémentaire et une seule cavité élémentaire. Nous verrons dans la suite qu'on peut concevoir des dispositifs rotatifs d'éolienne, selon l'invention, compacts et très efficaces, comportant de nombreux volumes élémentaires et de nombreuses cavités élémentaires. Auquel cas ladite enveloppe sera obtenue à partir de plusieurs parois hélico_toroïdales, correspondant chacune à un des volumes élémentaires.

Le moyeu du rotor

Les figures 35, 36 et 37 montrent une réalisation pratique dudit moyeu du rotor dans laquelle ledit moyeu du rotor comporte un arbre central (70) sur lequel sont fixés des bras (Bi) rigides, i compris entre 1 et nbr (nbr=8 dans cette configuration), chacun desdits bras se développant parallèlement à une direction radiale, à partir de l'arbre central (70), l'arbre central (70) étant monté tournant, autour de l'axe (7) dudit dispositif, sur ledit stator, de telle manière que l'axe de l'arbre central se trouve confondu avec l'axe (7) dudit dispositif ; pour chaque indice i compris entre 1 et 8, un moyen de liaison (Li) permettant à la roue (Ri) d'être montée tournante autour de son propre axe de rotation (Ai) sur le bras (Bi) au niveau de son extrémité libre, l'autre extrémité du bras (Bi) étant fixée sur l'arbre central (70). Pour chaque indice i compris entre 1 et 8, le moyen de liaison (Li) est représenté sous la forme d'un cylindre traversant le bras (Bi), le moyen de liaison (Li) relie le moyeu (Mi) de la roue (Ri) audit moyeu du rotor de manière à permettre à la roue (Ri) d'être montée tournante, autour de son propre axe de rotation (Ai), sur ledit moyeu du rotor. Pour chaque indice i compris entre 1 et 8, le moyen de liaison (Li) peut comporter au moins un palier à roulement et au moins une butée qui ne sont pas représentés sur les figures 35 à 37 par souci de clarté, mais l'homme de l'art connaît un grand nombre de configurations et de dispositifs tels que ces moyens de liaison, ce qui permettra de l'aider à faire le bon choix pour concevoir des moyens de liaison très efficaces.

Ledit arbre central (70) et lesdits bras (Bi), i compris entre 1 et 8, ont été grisés afin d'être mis en valeur.

Cette configuration dudit moyeu du rotor est donné à titre d'exemple non limitatif afin de montrer la faisabilité technique du dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention. Il est certain que l'homme de l'art peut imaginer d'autre structure pouvant faire office de moyeu du rotor et pouvant répondre à ses différentes fonctions, à savoir : être monté tournant autour de l'axe (7) dudit dispositif sur ledit stator, et pouvoir supporter lesdites roues qui doivent être montées tournantes, chacune autour de son propre axe, sur ledit moyeu du rotor. L'arbre central (70) étant destinée à transmettre le mouvement de rotation dudit moyeu du rotor à des moyens de production externes tels qu'une génératrice électrique par exemple.

L'homme de l'art pourrait s'inspirer de la forme des jantes en alliage des voitures modernes pour concevoir d'autres architectures dudit moyeu du rotor. On pourrait envisager le cas où chaque couple de roues consécutives peut être supporté par un seul bras fixé sur l'arbre central (70).

Les figures 38, 29 et 40 montrent une autre réalisation pratique dudit moyeu du rotor dans laquelle ledit moyeu du rotor comporte une base annulaire plane (71) sur laquelle sont

fixées des barres (B'i) rigides, i compris entre 1 et 8, se développant selon des directions parallèles à l'axe (7) dudit dispositif, à partir de la base annulaire plane (71) ; la base annulaire plane (71) étant montée tournante, autour de l'axe (7) dudit dispositif, sur ledit stator, de telle manière que la base annulaire est centrée sur l'axe (7) dudit dispositif tout en étant perpendiculaire à cet axe ; pour chaque indice i compris entre 1 et 8, un moyen de liaison (L'i) permettant à la roue (Ri) d'être montée tournante, autour de son propre axe de rotation (Ai), sur la barre (B'i) au niveau de son extrémité libre, l'autre extrémité de la barre (B'i) étant fixée sur la base annulaire plane (71). Ladite base annulaire (71) et lesdites barres (B'i), i compris entre 1 et 8, ont été grisées afin d'être mis en valeur. Cette base annulaire plane (71) étant destinée à transmettre le mouvement de rotation dudit moyeu du rotor à des moyens de production externes tels qu'une génératrice électrique par exemple. L'intérêt de cette deuxième configuration dudit moyeu du rotor réside dans le fait que la partie centrale près de l'axe (7) se trouve ainsi vidé, ce qui permettrait de réduire le rayon dudit cercle de référence (10), de rapprocher lesdites roues de l'axe (7) dudit dispositif, et de rendre ledit dispositif plus compact.
Ainsi une infinité de solutions possibles s'offre à l'homme de l'art lui permettant de concevoir un moyeu du rotor correctement dimensionné en fonction de l'application envisagée.
L'homme de l'art pourrait envisager le cas où ledit moyeu du rotor et ladite paroi_ceinture ne font qu'une seule structure capable d'assurer en même temps les fonctions d'un bon moyeu du rotor et celles d'une bonne paroi_ceinture.

Les moyens de Synchronisation

Les figures 41 et 42 représentent une configuration desdits moyens de synchronisation qui comportent une roue dentée (R'0), appelée organe_stator, ledit organe_stator (R'0) étant monté solidaire dudit stator, l'axe dudit organe_stator (R'0) étant confondu avec l'axe (7) dudit dispositif ;
pour tout indice i compris entre 1 et 8, lesdits moyens de synchronisation comportant en plus une roue dentée (R'1i), appelée organe_roue, et un moyen d'entraînement mécanique, cet organe_roue (R'1i) étant monté solidaire du moyeu (Mi) de la roue (Ri), l'axe de cet organe_roue (R'1i) étant confondu avec l'axe de rotation (Ai) de la roue (Ri),
ce moyen d'entraînement mécanique permettant d'asservir et de relier le mouvement de rotation de la roue (Ri) (ou bien de l'organe_roue (R'1i)), autour de son propre axe de rotation(Ai) par rapport audit moyeu du rotor, au mouvement de rotation dudit moyeu du rotor, autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator (ou bien par rapport audit organe_stator (R'0)) ;
Sur les figures 41 et 42, ledit organe_stator (R'0) et les organe_roues (R'1i), i compris entre 1 et 8, ont été grisés afin de les mettre en valeur ;
pour tout indice i compris entre 1 et 8, le moyen d'entraînement mécanique correspondant comportant des éléments mécaniques mobiles en rotation, dont une roue dentée (R'6i) communiquant directement avec ledit organe_stator (R'0), et une deuxième roue dentée (R'2i) communiquant directement avec l' organe_roue (R'1i) correspondant, chacun de ses éléments mécaniques étant monté tournant, autour d'un axe, sur ledit moyeu du rotor.
D'après les figures 43 à 45, pour une roue (Ri) donnée, i compris entre 1 et 8, le moyen d'entraînement mécanique correspondant comporte des roues dentées (R'2i), (R'3i), (R'4i), (R'5i) et (R'6i) qui ont été grisées, afin de les mettre en valeur, et qui sont telles que :

- la roue dentée (R'2i) et la roue dentée (R'3i) sont coaxiales, solidaires entre elles, et sont montées tournantes, autour de leur axe commun (A'23i), sur ledit moyeu du rotor,

- la roue dentée (R'4i) et la roue dentée (R'5i) sont coaxiales, solidaires entre elles, et sont montées tournantes, autour de leur axe commun (A'45i), sur ledit moyeu du rotor,
- la roue dentée (R'6i) est montée tournante, autour de son propre axe (A'6i), sur ledit moyeu du rotor,
- la roue dentée (R'2i) communiquant directement avec l'organe_roue (R'1i), chacune de ces deux roues dentées ayant la forme d'un pignon conique à renvoi angulaire, ces deux roues dentées étant sensiblement identiques, l'axe (Ai) et l'axe (A'23i) se coupant entre eux, à angle droit dans cet exemple, l'axe (A'23i) est inclus dans ledit plan de référence et se trouve ainsi perpendiculaire à l'axe (7) dudit dispositif,
- la roue dentée (R'3i) communiquant directement avec la roue dentée (R'4i), chacune de ces deux roues dentées ayant la forme d'un pignon à renvoi angulaire, ces deux roues dentées étant sensiblement identiques, l'axe (A'23i) et l'axe (A'45i) se coupant entre eux, à angle droit dans cet exemple, l'axe (A'45i) est ainsi parallèle à l'axe (7) dudit dispositif,
- la roue dentée (R'5i) communiquant directement avec la roue dentée (R'6i) qui, à sont tour, communique directement avec l'organe_stator (R'0), l'axe (A'6i) est parallèle à l'axe (7) dudit dispositif, la circonférence de la roue dentée (R'5i) étant identique à celui de l'organe_stator (R'0) afin que lesdits moyens de synchronisation puissent contraindre la roue (Ri) d'effectuer un tour complet à chaque fois et en même temps que ledit moyeu du rotor effectue un tour complet,
- la roue dentée (R'0), représentant ledit organe_stator, étant dans ce cas de configuration une couronne dentée qui entoure l'arbre central (70) dudit moyeu du rotor, un jeu minimal sépare ledit organe_stator (R'0) de l'arbre central (70) dudit moyeu du rotor.

Cette configuration correspond à un cas particulier de réalisation desdits moyens de synchronisation, permettant de prouver leur faisabilité technique. On pourrait même envisager une autre configuration, similaire à la précédente, dans laquelle, pour chaque indice i compris entre 1 et nbr (nbr=8 dans cette configuration), les roues dentées (R'4i), (R'5i) et (R'6i) n'existent pas et la roue dentée (R'3i) communique directement avec une roue dentée, solidaire dudit stator et similaire à l'organe_stator (R'0), auquel cas, la distance entre les roues dentées (R'2i) et (R'3i) sera allongée. Dans ce cas, plusieurs roues dentées, solidaires dudit stator, peuvent coexister, chacune d'elles étant reliée à au moins une desdites roues.
L'homme de l'art connaît une infinité de possibilités pour concevoir et réaliser des moyens de synchronisation qui puissent répondre à leurs fonctions, à savoir que lesdits moyens de synchronisation permettent d'asservir et de synchroniser le mouvement de rotation de chacune desdites roues, autour de son propre axe par rapport audit moyeu du rotor, au mouvement de rotation dudit moyeu du rotor, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, et que pour chaque tour complet effectué par ledit moyeu du rotor, chacune desdites roues est contrainte d'effectuer nbTR tours complets en même temps (nbTR=1 dans cette configuration).

Les poches

Les figures 46 à 51 représentent une configuration dudit dispositif rotatif d'éolienne, dans laquelle, pour chaque roue (Ri), i compris entre 1 et nbr (nbr=8), ledit rotor comporte en plus, un ensemble de paroi (Hi), appelé poche, la poche (Hi) de la roue (Ri) étant destinée à isoler cette roue des autres roues au sein de ladite zone interne (26) ; pour chaque roue (Ri), i compris entre 1 et nbr, la poche (Hi) de cette roue permettant d'empêcher les

particules d'air traversant la fente (Fi) correspondante à cette roue d'atteindre une autre roue à travers ladite zone interne (26) ;
pour chaque roue (Ri), i compris entre 1 et nbr, la poche (Hi) de cette roue étant montée solidaire dudit moyeu du rotor ou bien faisant partie dudit moyeu du rotor ;
pour chaque roue (Ri), i compris entre 1 et nbr, la poche (Hi) de cette roue formant avec ledit moyeu du rotor et ladite paroi_ceinture (20) une cavité, appelée cavité_poche, la cavité_poche de cette roue comportant comme seules ouvertures la fente (Fi) correspondante à cette roue ainsi qu'une ouverture (VMi), appelée ouverture_moyeu, l'ouverture_moyeu (VMi) de la cavité_poche de cette roue permettant au moyeu (Mi) de cette roue d'être relié, à travers elle, à l'aide du moyen de liaison (Li), audit moyeu du rotor ainsi qu'audits moyens de synchronisation. Sur les figures 46 à 51, l'intérieur desdites poches ainsi que l'intérieur desdites cavites_poches ont été grisés afin de les mettre en valeur.
Dans cette configuration et d'après les figures 52 à 57, pour tout indice i compris entre 1 et nbr, la poche (Hi) correspond sensiblement à la cavité_poche de la roue (Ri), la poche (Hi) comportant deux ouvertures seulement : l'ouverture principale (VHi) qui débouche sur la fente (Fi) de ladite paroi_ceinture (20) et l'ouverture_moyeu (VMi) qui permet au moyeu (Mi) de la roue (Ri) d'être relié, à travers elle et à l'aide du moyen de liaison (Li), audit moyeu du rotor ainsi qu'audits moyens de synchronisation.
Dans cette configuration, pour tout indice i compris entre 1 et nbr, la poche (Hi) de la roue (Ri) a la forme d'un volume de révolution, autour de l'axe (Ai) de cette roue, dont on a éliminé une partie afin que cette poche soit disposée du côté de ladite zone interne (26) par rapport à ladite surface_ceinture de ladite paroi_ceinture (20). Ainsi, quand ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif, les poches desdites roues accompagnent ledit moyeu du rotor dans son mouvement, et chacune desdites pales tourne autour de l'axe de sa roue, par rapport audit moyeu du rotor. Au sein de ladite zone externe (27), chacune desdites pales balaye le volume élémentaire correspondant. Quand une desdites pales se trouve, en partie ou en totalité, au sein de ladite zone interne (26), les parois de la cavité_poche de la roue correspondante enveloppe la partie de cette pale, se trouvant à l'intérieur de ladite zone interne (26), tout en empêchant les particules d'air traversant la fente (Fi) correspondante d'aller vers les autres roues à travers ladite zone interne (26). Ceci permet de réduire, voire d'éliminer, les chutes de pression, à travers lesdites fentes, entre ladite zone externe et ladite zone interne.
Pour chacune desdites roues, un jeu de distance minimal sépare la pale de cette roue de la poche de cette roue de manière à ce que la pale de cette roue ne puisse pas avoir de contact avec la poche de cette roue lorsque cette roue tourne autour de son propre axe de rotation par rapport audit moyeu du rotor ;

Les autres configurations

Dans la forme de réalisation selon les figures 58a à 58k, une autre configuration des roues est proposée. Les figures 58a à 58d représentent une roue (Ri) du nouveau dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention. Cette roue (Ri) comporte une seule pale (P1Ri) ayant une face plate, disposée du côté amont, par rapport au sens de rotation dudit moyeu du rotor autour de l'axe (7) dudit dispositif, ce sens étant représenté par la flèche (4) des figures 58a, 58b et 58h.
D'après la figure 58k, le segment de droite (EG) représente la base du profil radial de la roue (Ri), la courbe (EFG) représente le profil radial de la roue (Ri), le point (F) est un point extrême de ce profil radial. Les deux courbes élémentaires correspondant à ce point extrême étant (EF) et (FG), de plus (FG) est un segment de droite inclus dans le plan géométrique correspondant au point extrême (F). Ce plan géométrique, contenant la droite

(OTi) et l'axe (7) dudit dispositif, n'est autre que le plan axial de la roue (Ri) car la droite (OTi) contient le point de tangence (Ti) de la roue (Ri).
Dans cette configuration, pour chacune desdites roues dudit dispositif, la pale de cette roue pourrait avoir un côté plat, pouvant être disposé de manière à ce qu'il soit du côté amont par rapport au sens de rotation dudit moyeu du rotor autour de l'axe (7) dudit dispositif, ce sens étant représenté par la flèche (4) de la figure 58h. Ceci pourrait faciliter la fabrication desdites pales ainsi que leur intégration au sein dudit dispositif. L'étanchéité dudit dispositif s'en trouvera améliorée du fait que le jeu existant entre le côté amont de chacune desdites pales et ladite paroi_ceinture peut devenir un jeu constant, facile à sécuriser.
D'après la figure 58k, le profil radial de la roue (Ri) étant tel qu'en s'éloignant de son axe de rotation (Ai), l'épaisseur de ce profil radial décroît strictement en ayant une valeur maximale égale à la taille du segment (EG), au niveau du point (G), et une valeur minimale nulle, au niveau du point extrême (F).
D'après la figure 58e, la courbe (ABCD) représente le profil axial de la pale (P1Ri) et l'arc (AD) représente la base de ce profil axial. Le profil axial de la pale (P1Ri) est ainsi composé des deux segments latéraux (AB) et (CD) et de l'arc externe (BC), cet arc externe étant centré sur l'axe de rotation (Ai) de la roue (Ri). La direction de chacun de ces segments latéraux, de ce profil axial, passe par l'axe de rotation (Ai) de la roue (Ri).
L'angle défini par les deux segments latéraux (AB) et (CD) de ce profil axial et sous lequel ce profil axial est vu depuis l'axe de rotation (Ai) de la roue (Ri) est appelé angle d'ouverture de la pale (P1Ri).
Dans cette configuration, le profil axial de la pale (P1Ri) devient symétrique, dans le plan axial de la roue (Ri), par rapport à la droite (AMi), incluse dans ce plan axial, qui passe par l'axe de rotation (Ai) de la roue (Ri) et qui coupe la base de ce profil axial ainsi que l'arc externe de ce profil axial en leurs milieux respectifs, la droite (AMi) est aussi la bissectrice de l'angle d'ouverture de cette pale.
D'après les figures 58a à 58d, le profil du bord externe de la pale (P1Ri), relatif à l'arc externe (BC) de son profil axial, est représenté par la courbe (EFG) de la figure 58k ; les profils des bords latéraux de la pale (P1Ri), relatifs aux segments latéraux (AB) et (CD) de son profil axial, sont en biseau.
D'après les figures 58a à 58d, le moyeu (Mi) de la roue (Ri) étant un cylindre droit à section circulaire, l'axe de ce cylindre étant confondu avec l'axe de rotation (Ai) de cette roue. Dans ce cas de configuration, pour chacune desdites roues, l'épaisseur du moyeu de cette roue pouvant être du même ordre de grandeur que l'épaisseur de la couronne (Ci) de cette roue au niveau du cylindre de référence de cette roue qui est égale à la taille du segment (EG) de la figure 58k.

Dans la forme de réalisation selon les figures 59a à 59j, une autre configuration des roues est proposée. Les figures 59a à 59d représentent une roue (Ri) du nouveau dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention. Cette roue (Ri) comporte une seule pale (P1Ri) ayant un profil radial symétrique par rapport à son plan axial.
D'après la figure 59j, le segment de droite (EH) représente la base du profil radial de la roue (Ri), la courbe (EFGH) représente le profil radial de la roue (Ri), les points (F) et (G) sont des points extrêmes de ce profil radial et tout point appartenant au segment de droite (FG) est un point extrême de ce profil radial. Le segment de droite (FG) étant de faible taille par rapport à celle du segment de droite (EH). Les deux courbes (EF) et (GH) étant symétrique l'une de l'autre par rapport au plan axial de la roue (Ri) qui contient la droite (OTi) et l'axe (7) dudit dispositif. Dans cette configuration, le plan axial de la roue (Ri) étant également un plan géométrique de cette roue passant par un point extrême de son profil radial, et les deux courbes élémentaires, du profil radial de cette roue, étant symétriques l'une de l'autre par rapport au plan géométrique correspondant.

Dans cette configuration, le côté amont et le côté aval de la pale (P1Ri) sont symétriques l'une de l'autre par rapport au plan axial de la roue (Ri).
D'après la figure 59j, le profil radial de la roue (Ri) étant tel qu'en s'éloignant de son axe de rotation (Ai), l'épaisseur de ce profil radial décroît strictement en ayant une valeur maximale égale à la taille du segment (EH), au niveau du point (H), et une valeur minimale égale à la taille du segment (FG), au niveau du point extrême (G).
Dans cette configuration, le profil axial de la pale (P1Ri) étant identique à celui de la pale (P1Ri) de la configuration précédente et peut être représenté par la courbe (ABCD) de la figure 58e.
D'après les figures 59a à 59d, le profil du bord externe de la pale (P1Ri), relatif à l'arc externe (BC) de son profil axial, est représenté par la courbe (EFGH) de la figure 59j et a l'aspect d'un profil en arrondi au niveau du « petit » segment (FG) de la figure 59j ; les profils des bords latéraux de la pale (P1Ri), relatifs aux segments latéraux (AB) et (CD) de son profil axial, sont en biseau, pouvant être symétrique par rapport au plan axial de la roue (Ri). Les bords latéraux de la pale (P1Ri) ont été grisés sur les figures 59a à 59d afin de les mettre en valeur.

Dans la forme de réalisation selon les figures 60a à 60k, une autre configuration des roues est proposée. Les figures 60a à 60d représentent une roue (Ri) du nouveau dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention. Cette roue (Ri) comporte une seule pale (P1Ri) ayant une face plate du côté amont, le profil radial de la roue (Ri) décroît en escalier, ou par paliers, en s'éloignant de son axe de rotation (Ai).
D'après la figure 60k, le segment de droite (EL) représente la base du profil radial de la roue (Ri), la courbe (EFGHIJKL) représente le profil radial de la roue (Ri), les points (J) et (K) sont des points extrêmes de ce profil radial et tout point appartenant au segment de droite (JK) est un point extrême de ce profil radial. Le segment de droite (JK) étant de faible taille par rapport à celle du segment de droite (EL). Dans cette configuration, le plan axial de la roue (Ri) étant également un plan géométrique de la roue (Ri) car il coupe son profil radial au point extrême (K), et les deux courbes élémentaires (EFGHIJK) et (KL) relatives au point extrême (K) étant telles que la courbe élémentaire (KL) est un segment de droite contenu dans le plan axial de cette roue. Le face de la pale (P1Ri) disposée du côté amont, par rapport au sens de rotation dudit moyeu du rotor autour de l'axe (7) dudit dispositif, est plate car elle correspond au segment (KL) du profil radial de la roue (Ri).
D'après la figure 60k, le profil radial de la roue (Ri) étant tel qu'en s'éloignant de son axe de rotation (Ai), l'épaisseur de ce profil radial décroît en escalier, en passant par les paliers relatifs aux segments (EF), (GH) et (IJ) en ayant une valeur maximale égale à la taille du segment (EL), au niveau du point (L), et une valeur minimale égale à la taille du segment (JK), au niveau du point extrême (K). L'épaisseur minimale (JK) du profil radial de la roue (Ri) pouvant être de faible dimensions, ce qui permet dans certaines configurations d'assimiler les pales desdites roues à de simples assemblage de plaques rigides et minces. Ceci permet de faciliter la conception et la compréhension des différents dispositifs rotatifs d'éoliennes ou de propulseurs aériens selon l'invention. En permettant au plan axial de la roue (Ri) d'être un plan géométrique de cette roue, ceci facilitera davantage la conception des dispositifs rotatifs, selon l'invention et rendra l'essentiel de cette roue tout près de son plan axial.
Dans cette configuration, le profil axial de la pale (P1Ri) étant identique à celui de la pale (P1Ri) des deux configurations précédente et peut être représenté par la courbe (ABCD) de la figure 58e.
D'après les figures 60a à 60d, le profil du bord externe de la pale (P1Ri), relatif à l'arc externe (BC) de son profil axial, est représenté par la courbe (EFGHIJKL) de la figure 60k et a l'aspect d'un profil en escalier au niveau du « petit » segment (JK) de la figure 60k ;

les profils des bords latéraux de la pale (P1Ri), relatifs aux segments latéraux (AB) et (CD) de son profil axial, sont aussi en escalier.

Dans la forme de réalisation selon les figures 61 à 64, une autre configuration desdites roues et de ladite paroi_ceinture est proposée. D'après la figure 61, le volume_torique de référence du nouveau dispositif rotatif d'éolienne étant engendré par la rotation du disque générateur (18) autour de l'axe (7) dudit dispositif. Ce volume_torique de référence est similaire à celui des figures 8b,8c et8d ayant la référence (17). Dans cette configuration et d'après la figure 61, ladite paroi_ceinture est une paroi de révolution engendrée par la surface plane (UVYZZ'Y'V'U') lorsque celle-ci tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif. D'après la figure 61 et 62, ladite surface_ceinture est engendrée par la courbe plane (UVYZ) lorsque celle-ci tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif. Cette courbe génératrice faisant partie du contour externe de la surface plane (UVYZZ'Y'V'U') génératrice de ladite paroi_ceinture. D'après la figure 62, ladite surface_ceinture divise ledit volume_torique de référence en deux volumes ou zones : ladite zone interne (26) et ladite zone externe (27). Ladite zone interne (26) a été hachurée sur la figure 62 afin de la mettre en valeur. Au sein de ladite zone externe (27), les pales desdites roues pénètrent pour échanger de l'énergie mécanique avec les particules d'air en écoulement (vent) traversant ledit dispositif.

D'après la figure 63, la pale (P1Ri) de la roue (Ri) se trouve dans une position où elle peut empêcher les particules d'air, se trouvant au sein de ladite zone externe (27), de la traverser librement. Ainsi, la roue (Ri) peut ralentir les particules d'air traversant ledit dispositif au sein de ladite zone externe (27).

D'après les figure 62 et 63, dans un plan contenant l'axe (7) dudit dispositif, un disque générateur (18) dudit volume_torique de référence et la courbe génératrice (UVYZ) de ladite surface_ceinture, cette courbe génératrice étant composée d'un segment de droite (UV), d'un arc de cercle (VY) et d'un segment de droite (YZ), l'arc de cercle (VY) étant centré sur ledit cercle de référence (10) au point (W), la taille du rayon de l'arc de cercle (VY) étant plus grande que RI et plus petite que RT, RI étant la taille du rayon du disque générateur du cylindre de référence de la roue(Ri) qui contient son moyeu (Mi), et RT étant la taille du rayon du disque générateur (18) dudit volume_torique de référence, les segments de droite (UV) et (YZ) coupant chacun la circonférence de ce disque générateur (18) dudit volume_torique de référence, le segment de droite (UV) et l'arc de cercle (VY) ayant en commun l'extrémité (V), l'arc de cercle (VY) et le segment de droite (YZ)ayant en commun l'extrémité (Y).

D'après la figure 62, la courbe génératrice (UVYZ) de ladite surface_ceinture étant telle que la droite contenant le segment (UV) et la droite contenant le segment (YZ) passent toutes les deux par le centre (W) de l'arc de cercle (VY), le segment de droite (UV) et le segment de droite (YZ) sont tous les deux parallèles à l'axe (7) dudit dispositif tout en étant symétriques l'un de l'autre par rapport audit plan de référence qui contient ledit cercle de référence (10).

D'après la figure 62, le moyeu (Mi) de la roue (Ri) étant situé constamment à l'intérieur de ladite zone interne (26). Ainsi, ladite zone externe n'est traversée que par les pales desdites roues dudit dispositif.

Dans la forme de réalisation selon les figures 65a à 65d, le dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention comporte 8 roues sensiblement identiques (nbr=8), réparties à intervalles angulaires réguliers de 45° autour de l'axe (7) dudit dispositif. Chacune desdites roues comportant une seule pale. Le profil radial de chacune desdites roues est similaire à celui de la figure 7g, et le profil axial de chacune desdites pales correspond à celui de la figure

58e mais avec un angle d'ouverture de 180°. Lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif et fait un tour complet par rapport audit stator, chacune desdites roues est contrainte, par lesdits moyens de synchronisation, de tourner autour de son propre axe de rotation et de faire un tour complet par rapport audit moyeu du rotor (nbTR=1). De plus, la paroi_ceinture (20) est une paroi de révolution engendrée par une surface plane similaire à la surface (UVYZZ'Y'V'U') de la figure 61, pour laquelle les deux segments de droites UV et YZ sont parallèles à l'axe (7) et leurs droites respectives passent par ledit cercle de référence. Ainsi, la paroi_ceinture (20) de cette configuration correspond à deux parois cylindriques reliées entre elles par une paroi de forme torique.
Sur les figures 65a à 65c, les roues ont été grisées afin d'être mises en valeur.
Ledit stator étant positionné de telle sorte que l'axe (7) dudit dispositif est dirigé verticalement. Sur les figures 65a, 65b et 65d, ledit moyeu du rotor, qui est solidaire de ladite paroi_ceinture (20) et qui n'est pas représenté sur ces figures, occupe sa position par rapport audit stator pour laquelle, la pale (P1R1) de la roue (R1) se trouve dans sa position la plus écartée possible de l'axe (7) dudit dispositif. Ainsi la pale (P1R1) de la roue (R1) se trouve presque complètement à l'extérieur de ladite paroi_ceinture (20), au sein de ladite zone externe, pour être exposée à l'écoulement du vent, alors que la pale (P1R5) de la roue (R5) se trouve complètement cachée du vent par ladite paroi-ceinture (20). La direction du vent étant représentée par la série des flèches (1000) sur la figure 65b. Dans cette configuration, ledit dispositif offre constamment au vent une structure dissymétrique avec au moins une pale bien positionnée par rapport à la direction du vent, bien écartée de l'axe (7) dudit dispositif et bien déployée à l'intérieur de ladite zone externe (27) en dehors de ladite paroi_ceinture (20). Ceci permet audit moyeu du rotor de tourner constamment autour de l'axe (7) dudit dispositif, par rapport audit stator, suivant le sens de la flèche (5) de la figure 65b. Dans cette configuration, tant que la direction du vent reste stable par rapport au sol, la position dudit stator peut rester inchangée par rapport au sol, de manière à rendre ledit dispositif aussi efficace que possible.

Dans la forme de réalisation selon les figures 66a à 66d, le dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, est similaire à celui de la précédente configuration mais avec des pales ayant chacune un angle d'ouverture de 225°. Ledit stator étant positionné de telle sorte que l'axe (7) dudit dispositif est dirigé verticalement. Sur les figures 66a à 66d, ledit moyeu du rotor, qui est solidaire de ladite paroi_ceinture (20), occupe une position par rapport audit stator pour laquelle, la pale (P1R1) de la roue (R1) ainsi que la pale (P1R2) de la roue (R2) se trouvent dans des positions très écartées de l'axe (7) dudit dispositif, et où chacune de ces pales occupe une position maximale au sein de ladite zone externe (27), en dehors de ladite paroi_ceinture (20). Ainsi, le pale (P1R1) et la pale (P1R2) occupent chacune à l'extérieur de ladite paroi_ceinture un volume correspondant à presque celui d'un demi disque.
Ainsi, les pales (P1R1) et (P1R2) permettent audit moyeu du rotor de tourner autour de l'axe (7) dudit dispositif selon le sens de la flèche (5) de la figure 66b, alors que la pale (P1R5) se trouve en grande partie cachée du vent par ladite paroi_ceinture. La direction du vent étant représenté par la série des flèches (1000) sur la figure 66b.
Dans cette configuration, ledit dispositif offre constamment au vent une structure dissymétrique avec au moins une pale bien positionnée par rapport par rapport à la direction du vent, bien écartée de l'axe (7) dudit dispositif et bien déployée, à l'intérieur de ladite zone externe (27) et à l'extérieur de ladite paroi_ceinture (20). Ceci permet audit moyeu du rotor de tourner constamment autour de l'axe (7) dudit dispositif, par rapport audit stator, suivant le sens de la flèche (5) de la figure 66b.
Le dispositif rotatif d'éolienne de cette configuration, ou celui de la configuration précédente, peut être utilisé en tant que tel sans avoir besoin d'une enveloppe. Il suffit que

son stator soit positionné par rapport à la direction du vent de manière à avoir son axe (7) dirigé perpendiculairement à la direction du vent et que ledit moyeu du rotor puisse présenter constamment au vent au moins une pale bien déployée à l'extérieur de ladite paroi ceinture et bien écartée de l'axe (7).

Dans la forme de réalisation selon les figures 67a à 71d , le dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, est similaire à celui de la précédente configuration mais caractérisé en ce que l'angle d'ouverture de chacune de ses pales est de 270° et en ce que lesdits moyens de synchronisation étant tels que lorsque ledit moyeu du rotor fait un tour complet autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator, chacune desdites roues est contrainte de tourner autour de son propre axe de rotation et de faire deux tours complets par rapport audit moyeu du rotor (nbTR=2).

Sur les figures 67a à 67d, ledit moyeu du rotor n'est pas représenté mais il est solidaire de ladite paroi_ceinture (20) et occupe une position par rapport audit stator pour laquelle, la pale (P1R1) de la roue (R1), la pale (P1R2) de la roue (R2), la pale (P1R5) de la roue (R5) ainsi que la pale (P1R6) de la roue (R6) se trouvent dans des positions très écartées de l'axe (7) dudit dispositif, et où chacune de ces pales occupe un volume maximale au sein de ladite zone externe (27), à l'extérieur de ladite paroi_ceinture (20).

D'après les figures 68a à 68e, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator, chacune desdites pales balaye, au sein de ladite zone externe (27), deux volumes élémentaires disposés à intervalles angulaires réguliers de 180° l'un de l'autre, autour l'axe (7) dudit dispositif. De plus, chacun de ces volumes élémentaires possède une partie de son volume pouvant correspondre sensiblement à un volume torique engendré, à l'intérieur de ladite zone externe (27), par un disque de rayon RT, coplanaire de l'axe (7) dudit dispositif, centré sur ledit cercle de référence, et tournant autour de l'axe (7) dudit dispositif d'un angle de 45°, RT étant la taille du rayon du disque générateur dudit volume_torique de référence. La partie torique de l'un de ces deux volumes élémentaires correspond au volume engendré, au sein de ladite zone externe (27), par la pale (P1R2) de la roue (R2) lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) d'un angle de 45° selon le sens de la flèche (5) de la figure 67b, pour emmener cette pale de la position qu'elle occupe sur la figure 67b vers une nouvelle position, occupée par la pale (P1R1) de la roue (R1) sur la figure 67b. Entre ces deux positions, la roue (P1R2) pourrait travailler efficacement et fournir de l'énergie mécanique audit moyeu du rotor pour le faire tourner autour de l'axe (7), dans le sens de la flèche (5) de la figure 67b.

D'après les figures 68a à 68e, on s'aperçoit que les deux volumes élémentaires, que chacune desdites pales balaye au sein de ladite zone externe (27), correspondent à deux volumes ou blocs imaginaires complètement séparés l'un de l'autre.

D'après les figures 69a à 69d, ce dispositif rotatif comporte en plus un ensemble de parois appelé enveloppe, ladite enveloppe étant montée solidaire dudit stator, ladite enveloppe forme avec ladite paroi_ceinture (20) deux cavités élémentaires contenant chacune un des deux volumes élémentaires qu'on aperçoit sur les figures 68a à 68e. ladite enveloppe comporte pour chacune de ces deux cavités élémentaires une ouverture d'admission et une ouverture de refoulement situées de manière à diviser chacune de ces cavités élémentaires en trois zones : une zone d'admission, une zone de travail et une zone de refoulement. La zone de travail de chaque cavité élémentaire correspond sensiblement à la partie torique du volume élémentaire correspondant, décrit ci-dessus.

D'après les figures 69a à 69d, ladite enveloppe comporte trois parois : une paroi (300), appelée paroi torique, et deux parois (301) et (302), appelées parois internes, qui sont telles que la paroi torique (300) est une paroi de révolution engendrée par la rotation de la surface (307) de la figure 70e autour de l'axe (7) dudit dispositif, les deux parois internes (301) et (302) étant deux parois sensiblement identiques et réparties à intervalles angulaires

réguliers de 180° autour de l'axe (7) dudit dispositif, les deux parois internes (301) et (302) étant situées essentiellement (en grande partie) à l'intérieur de ladite zone externe (27) dudit volume torique de référence.
Chacune de ces deux parois internes étant située à l'intérieur de l'un des deux espaces séparant les deux volumes élémentaires dudit dispositif.
Les ouvertures d'admission (301A) et (302A) ainsi que les ouvertures de refoulement (301R) et (302R) sont pratiquées dans la paroi torique (300).
Sur les figures 69e et 69f, ce dispositif rotatif d'éolienne comporte en plus des moyens d'interception (901) et des moyens d'évacuation (902) ayant la forme de deux parois cylindriques de révolution dont l'axe de révolution est confondu avec l'axe (7) dudit dispositif. Ces moyens d'interception et ces moyens d'évacuation étant disposées de manière à entourer la paroi torique (300). Ainsi on pourra utiliser ce dispositif rotatif d'éolienne en orientant son axe (7) horizontalement dans la direction du vent de manière à créer une zone de surpression en amont du côté des ouvertures d'admission (301A) et (302A) ainsi qu'une zone de dépression relative en aval du côté des ouvertures de refoulement (301R) et (302R). Les moyens d'interception (901) collectant les particules d'air pour les diriger vers les ouvertures d'admission, tandis que les moyens d'évacuation (902) permettant aux particules d'air sortant par les ouvertures de refoulement d'être dirigées vers la zone de dépression située en aval dudit dispositif.
D'après les figures 70a à 70d, les parois internes (301) et (302) sont disposées de manière à séparer, à l'intérieur de ladite zone externe (27) dudit volume_torique de référence, les deux volumes élémentaires balayés par lesdites pales. Ainsi les deux parois internes (301) et (302) constituent avec la paroi torique (300) et ladite paroi_ceinture (20) deux cavités contenant chacune un des deux volumes élémentaires et comportant chacune une ouverture d'admission ainsi qu'une ouverture de refoulement. Pour chacune de ces deux cavités élémentaires, les particules d'air pénètrent à l'intérieur de cette cavité, à travers son ouverture d'admission, poussent les pales qui s'y trouvent, et enfin la quittent à travers son ouverture de refoulement.
Sur les figures 70a à 70d on a représenté deux parties (301T) et (302T) de la paroi torique (300) qui correspondent aux parties toriques des deux volumes élémentaires balayés par lesdites pales.
Sur les figures 69a à 71d, ledit dispositif rotatif d'éolienne comporte en plus une paroi cache amont (80A) permettant d'empêcher les particules d'air, situées en amont dudit dispositif, du côté des ouvertures d'admission (301A) et (302A), de pénétrer à l'intérieur de ladite paroi_ceinture (20) à travers la section cylindrique de celle-ci. La paroi cache amont (80A) permet aussi de contraindre les particules d'air situées en amont dudit dispositif de se diriger vers les ouvertures d'admission (301A) et (302A) afin de pénétrer à l'intérieur des deux cavités élémentaires du dispositif pour pousser les pales qui s'y trouvent et quitter ce dispositif à travers les ouvertures de refoulement (301R) et (302R).
Sur les figures 69a à 71d, on a représenté la paroi cache amont (80A) sous la forme d'un disque plat perpendiculaire à l'axe (7) dudit dispositif et centré sur cet axe, mais on peut envisager la possibilité que cette paroi cache amont (80A) puisse avoir la forme du nez d'une soufflante d'un turboréacteur ou bien la forme d'une calotte sphérique. La paroi cache amont (80A) pourrait être montée solidaire de ladite paroi_ceinture (20).
D'après la figure 69c, les particules d'air qui pénètrent, à travers l'ouverture d'admission (302A), à l'intérieur de la cavité élémentaire correspondante, traverse cette cavité en poussant les pales qui s'y trouvent pour ressortir par l'ouverture de refoulement (302R). Chaque pale traversant cette cavité élémentaire fournit du travail efficace audit moyeu du rotor, quand la pale se trouve, en partie, au sein de la zone de travail de cette cavité élémentaire, située entre les deux ouvertures (302A) et (302R).

Dans la forme de réalisation selon les figures 72a à 80d, le dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, est similaire à celui de la précédente configuration, mais caractérisé en ce qu'il comporte 4 roues (nbr=4) réparties autour de l'axe (7) dudit dispositif à intervalles angulaires réguliers de 90°. Le profil radial de chacune de ses roues est similaire à celui de la figure 7g, chacune desdites roues comportant une seule pale (nbp=1). Le profil axial de la pale (P1R1) de la roue (R1) est représenté sur la figure 72e par la courbe plane (ABCD). Pour chacune desdites pales, les deux segments latéraux (AB) et (CD) de son profil axial forment entre eux, à l'extérieur de son profil axial, un angle de l'ordre de 10° dont la bissectrice (333) passe par l'axe de rotation de la roue correspondante. Dans cette configuration, lesdits moyens de synchronisation étant tels que nbTR=2, quand ledit moyeu du rotor effectue un tour complet autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator, chaque roue est contrainte par lesdits moyens de synchronisation de tourner autour de son propre axe et d'effectuer deux tours complets par rapport audit moyeu du rotor. Ainsi, les pales de ce dispositif balayent deux volumes élémentaires identiques et disjoints (nbp x nbTR=1x2=2), disposés à intervalles angulaires réguliers de 180° autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator. D'après les figures 72a à 80d, ce dispositif comporte un ensemble de parois, appelé enveloppe, cette enveloppe étant montée solidaire dudit stator et composée d'une paroi torique amont (303), d'une paroi torique aval (304) et de deux parois internes (305) et (306). Sur les figures 72a à 80d, les parois internes (305) et (306) ont été grisées afin d'être mises en valeur. Cette enveloppe forme avec ladite paroi_ceinture (20) deux cavités élémentaires au sein de chacune d'elles, chacune des pales de ce dispositif balaye un volume élémentaire lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator.
L'enveloppe de ce dispositif a été obtenue à partir d'une paroi, appelée paroi hélico_toroïdale, non illustrée, en éliminant une partie de cette paroi hélico_toroïdale de manière à éviter tout contact entre l'enveloppe et ladite paroi_ceinture (20), lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) de ce dispositif par rapport audit stator. Sur la figure 72e, on a représenté dans le plan axial de la roue (R1) deux surfaces planes (310) et (311), liées à la pale (P1R1) de la roue (R1), qui permettent d'engendrer cette paroi hélico_toroïdale, lorsque ces deux surfaces planes accompagnent cette pale dans son mouvement, à double rotation, et que ledit moyeu du rotor effectue au moins un tour complet autour de l'axe (7) de ce dispositif par rapport audit stator. D'après la figure 72e, les deux surfaces planes (310) et (311) sont incluses dans le plan axial de la roue (R1) et entourent par l'extérieur le profil axial de la pale (P1R1) tout en ayant un jeu de distance minimal séparant ces surfaces planes du profil axial de cette pale. La surface plane (310) correspond à une couronne circulaire limitée extérieurement par deux cercles centrés tous les deux au point de tangence (T1) de la roue (R1), ce qui permet à cette surface plane (310) d'engendrer une un volume torique creux d'épaisseur constante appartenant à cette paroi hélico_toroïdale. L'enveloppe de ce dispositif est obtenue en coupant cette paroi hélico_toroïdale, non illustrée, à l'aide de la surface de révolution engendrée par la rotation de la courbe plane (313), de la figure 72f, autour de l'axe (7) de ce dispositif, et en gardant uniquement la partie de cette paroi hélico_toroïdale, la plus écartée de l'axe (7) de ce dispositif. Du fait que la courbe plane (313) est similaire à la courbe plane (312), génératrice de la surface_ceinture de ce dispositif, tout en ayant entre elles un jeu de distance sensiblement constant, ceci permet à l'enveloppe résultante de cette découpe, d'avoir un jeu de distance constant entre elle et ladite paroi-ceinture (20). Ainsi la surface plane (310), de la figure 72f, permet d'engendrer la paroi torique (307), de la figure 73d, qui est creuse et d'épaisseur constante et qui est similaire à la paroi torique (300) de la figure 70f. La paroi torique amont (303) et la paroi torique aval (304) de l'enveloppe sont alors obtenues en coupant, par ledit plan de référence de ce dispositif, la paroi torique (307) en deux parties, puis en pratiquant dans la paroi torique amont (303) deux ouvertures

d'admission (305A) et (306A), et en pratiquant dans la paroi torique avale (304) deux ouvertures de refoulement (305R) et (306R).
Quant à la surface plane (311) de la figure 72f, elle permet d'engendrer les deux parois internes (305) et (306) de l'enveloppe de ce dispositif. Ces deux parois internes séparent, au sein ladite zone externe (27), les deux volumes élémentaires balayés par les pales de ce dispositif.
Les ouvertures d'admission et les ouvertures de refoulement sont disposées de telle manière que les ouvertures (305A) et (305R) appartiennent à l'une des cavités élémentaires de ce dispositif, alors que les ouvertures (306A) et (306R) appartiennent à l'autre cavité élémentaire. Les dimensions des ouvertures d'admission et de refoulement sont telles qu'elles favorisent le passage, entre l'amont et l'aval de ce dispositif, à travers elles ainsi qu'à travers ces deux cavités élémentaires, d'un grand débit de particules d'air, tout en disposant d'une zone de travail pour chacune des cavités élémentaires.
Sur les figures 73a et 73c, on a hachuré les parties de l'enveloppe les plus proches des zones de travail des deux cavités élémentaires. Ainsi, la zone de travail de la cavité élémentaire qui possède les ouvertures (305A) et (305R) correspond à la partie de ladite zone externe (27) de ce dispositif située à l'intérieur du secteur angulaire, de 90°, formé par les plans axiaux des roues (R3) et (R2) lorsque ces roues occupent leurs positions par rapport à l'enveloppe selon la figure 72b. Etant liée audit stator, et par conséquent liée à ladite enveloppe, cette zone de travail est représenté sur la figure 73a par la partie hachurée (305W) de l'enveloppe. Aussi, la zone de travail de la cavité élémentaire qui possède les ouvertures (306A) et (306R) correspond à la partie de ladite zone externe (27) de ce dispositif située à l'intérieur du secteur angulaire, de 90°, formé par les plans axiaux des roues (R1) et (R4) lorsque ces roues occupent leurs positions par rapport à l'enveloppe selon figure 72b. Etant liée audit stator, et par conséquent liée à ladite enveloppe, cette zone de travail est représentée sur les figures 73a et 73c par la partie hachurée (306W) de l'enveloppe.
Dans cette configuration et d'après les figures 72e et 72f, la surface plane (311) est limitée extérieurement par la courbe fermée (A'B'C'D') qui est telle que les segments (A'B') et (C'D') sont respectivement parallèles aux segments latéraux (AB) et (CD) du profil axial de la roue (P1R1). Les droites contenant les segments (A'B') et (C'D') passant par l'axe (A1) de la roue (R1). On peut aussi envisager le cas d'une autre configuration pour laquelle, les droites contenant les segments latéraux (AB) et CD passent par l'axe (A1) de la roue (R1) et les segments de droites (A'B') et (C'D') sont parallèles aux segments latéraux (AB) et (CD) respectivement.
Dans cette configuration, les ouvertures d'admission (305A) et (306A) sont disposées d'un seul côté par rapport au plan de référence de ce dispositif, alors que les ouvertures de refoulement (305R) et (306R) sont disposées de l'autre côté par rapport à ce plan de référence. Ceci permet à ce dispositif d'être équipé de moyens de d'interception et de moyens d'évacuation similaires à ceux des figures 69e et 69f. Ainsi, on pourra utiliser ce dispositif rotatif d'éolienne en dirigeant horizontalement son axe (7) dans la direction du vent avec les ouvertures d'admission (305A) et (306A) face au vent.
Dans cette configuration, lorsque ledit moyeu du rotor occupe sa position par rapport audit stator, selon l'une quelconque des figures 76b à 76d, la pale (P1R2) de la roue (R2) se trouve disposée d'un côté et de l'autre par rapport à la paroi interne (306), au sein de ladite zone externe (27) dudit volume torique de référence. Ainsi une partie de cette pale se trouve dans la zone d'admission de l'une des deux cavités élémentaires de ce dispositif et une autre partie de cette pale se trouve dans la zone de refoulement de l'autre cavité élémentaire. Pour chacune de ces positions, une partie de la pale (P1R1) de la roue (R1) se trouve au sein de la zone de travail de l'une des deux cavités élémentaires du dispositif, comme on peut le constater sur les figures 79b à 79d. Il en est de même pour la pale (P1R3) de la roue (R3) qui se trouve, en partie, au sein de la zone de travail de l'autre

cavité élémentaire. Quand l'une des deux pales (P1R1) ou (P1R3) travaille, l'autre pale travaille aussi du fait que les roues correspondantes (R1) et (R3) sont symétriques par rapport à l'axe (7) du dispositif et que les deux zones de travail du dispositif sont symétriques par rapport à l'axe (7) du dispositif, d'après la figure 73a. Il en est de même pour les pales (P1R2) et (P1R4).
Le grand intérêt de cette configuration est de permettre à ce dispositif rotatif d'éolienne d'avoir deux zones de travail disposées symétriquement l'une de l'autre par rapport à son axe (7). Chacune de ces zones de travail étant constamment parcourue par au moins une pale séparant efficacement la zone d'admission de la zone de refoulement de la cavité élémentaire correspondante. De plus, chacune de ces zones de travail ayant la forme d'un volume torique à section constante. Ainsi, les pales se succèdent, l'une après l'autre, au sein de chacune de ces deux cavités élémentaires pour résister aux particules d'air qui cherchent à quitter les ouvertures d'admission, où règne une surpression, pour aller vers les ouvertures de refoulement, où règne une dépression relative. Lors de cette traversée, les particules d'air cèdent une partie de leur énergie mécanique au moyeu du rotor de ce dispositif, en étant ralenties efficacement par les pales au sein des zones de travail de ce dispositif. Les roues sont disposées symétriquement les unes des autres par rapport à l'axe de ce dispositif. La roue (R1) reçoit de la part du vent le même effort que la roue (R3), ces deux roues étant diamétralement opposées par rapport à l'axe (7). De même, la roue (R2) reçoit de la part du vent le même effort que la roue (R4), diamétralement opposées par rapport à l'axe (7). Ainsi, le couple moteur appliqué par les particules d'air sur le moyeu du rotor de ce dispositif est complètement symétrique. Ceci permet au moyeu du rotor de tourner sans vibration. Et comme les pales accompagnent les particules d'air lors de leur traversée, le couple moteur peut rester constant tant que le vent reste constant. Ainsi le moyeu du rotor peut tourner à grande vitesse, voir même à très grande vitesse, du fait qu'il y a absence totale de vibrations, que les pales accompagnent les particules d'air traversant le dispositif et que les différents mouvements sont purement rotatifs.
Ce dispositif rotatif d'éolienne convertit ainsi une partie de l'énergie mécanique du vent en énergie mécanique rotative, récupérable sur son moyeu du rotor par des moyens de production telles qu'une génératrice électrique par exemple.

Dans une forme de réalisation non illustrée, le dispositif rotatif d'éolienne est similaire à celui de la précédente configuration, mais pour lequel le nombre de roues est supérieur à 4. Ainsi, on peut envisager un dispositif rotatif d'éolienne, similaire à celui de la précédente configuration, mais comportant 5 roues sensiblement identiques, réparties autour de l'axe (7) dudit dispositif à intervalles angulaires réguliers de 72°. De même, on peut envisager un dispositif rotatif d'éolienne, similaire à celui de la précédente configuration, mais comportant 6 roues sensiblement identiques, réparties autour de l'axe (7) dudit dispositif à intervalles angulaires réguliers de 60°.

Dans la forme de réalisation selon les figures 81a à 87c, le dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, est similaire à celui de la précédente configuration mais caractérisé en ce qu'il comporte 8 roues (nbr=8) réparties autour de l'axe (7) dudit dispositif à intervalles angulaires réguliers de 45°. Le profil radial de chacune de ses roues est similaire à celui de la figure 7g. De plus, chacune desdites roues comportant 4 pales (nbp=4). Les 4 pales de chacune desdites roues sont sensiblement identiques et réparties à intervalles angulaires réguliers de 90° autour de l'axe de rotation de cette roue par rapport au moyeu de cette roue. Les profils axiaux des 4 pales de la roue (R1) sont représentés sur la figure 82a. Pour chacune desdites pales, les deux segments latéraux de son profil axial forment entre eux, à l'intérieur de son profil axial, un angle de l'ordre de 78° dont la bissectrice passe par l'axe

de rotation de la roue correspondante. Dans cette configuration, lesdits moyens de synchronisation étant tels que nbTR=2, quand ledit moyeu du rotor effectue un tour complet autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator, chaque roue est contrainte par lesdits moyens de synchronisation de tourner autour de son propre axe et d'effectuer deux tours complets par rapport audit moyeu du rotor. Ainsi, les pales de ce dispositif balayent 8 volumes élémentaires identiques et disjoints (nbp x nbTR=4x2=8), disposés à intervalles angulaires réguliers de 45° autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator. D'après les figures 81a à 87c, ce dispositif comporte un ensemble de parois, appelé enveloppe, cette enveloppe étant montée solidaire dudit stator et composée d'une paroi torique amont (401), d'une paroi torique avale (402) et de 8 parois internes (411), (412), ..., (418). Sur les figures 81a à 81e, les parois internes (411) à (418) ont été grisées afin d'être mises en valeur. Cette enveloppe forme avec ladite paroi_ceinture (20) huit cavités élémentaires au sein de chacune d'elles, certaines pales balayent un volume élémentaire lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator.

L'enveloppe de ce dispositif a été obtenue à partir d'une paroi, appelée paroi hélico_toroïdale, non illustrée, en éliminant une partie de cette paroi hélico_toroïdale de manière à éviter tout contact entre l'enveloppe et ladite paroi_ceinture (20), lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe (7) de ce dispositif par rapport audit stator. Sur la figure 82a, on a représenté dans le plan axial de la roue (R1) cinq surfaces planes (310), (311a), (311b), (311c) et (311d) liées aux 4 pales de la roue (R1) et permettant d'engendrer cette paroi hélico_toroïdale, lorsque ces 5 surfaces planes accompagnent cette roue dans son mouvement, à double rotation, et que ledit moyeu du rotor effectue au moins un tour complet autour de l'axe (7) de ce dispositif par rapport audit stator, selon le sens de la flèche (4) de la figure 81a.

D'après la figure 82a, les 5 surfaces planes (310), (311a), (311b), (311c) et (311d) sont incluses dans le plan axial de la roue (R1) et entourent par l'extérieur les profils axiaux des pales (P1R1), (P2R1), (P3R1) et (P4R1) tout en ayant un jeu de distance minimal séparant ces surfaces planes du profil axial de chacune de ces pales. La surface plane (310) correspond à une couronne circulaire limitée extérieurement par deux cercles centrés tous les deux au point de tangence (T1) de la roue (R1), ce qui permet à cette surface plane (310) d'engendrer une un volume torique creux d'épaisseur constante appartenant à cette paroi hélico_toroïdale. L'enveloppe de ce dispositif est obtenue en coupant cette paroi hélico_toroïdale, non illustrée, à l'aide de la surface de révolution engendrée par la rotation de la courbe plane (313), de la figure 82b, autour de l'axe (7) de ce dispositif, et en gardant uniquement la partie de cette paroi hélico_toroïdale la plus écartée de l'axe (7) de ce dispositif. Du fait que la courbe plane (313) est similaire à la courbe plane (312), génératrice de la surface_ceinture de ce dispositif, tout en ayant entre elles un jeu de distance sensiblement constant, ceci permet à l'enveloppe résultante de cette découpe, d'avoir un jeu de distance constant entre elle et ladite paroi-ceinture (20). Ainsi la surface plane (310), de la figure 82b, permet d'engendrer une paroi torique, creuse et d'épaisseur constante, similaire à la paroi torique (307) de la figure 73d, relative au dispositif de la précédente configuration. La paroi torique amont (401) et la paroi torique avale (402) de l'enveloppe sont alors obtenues en coupant, par ledit plan de référence de ce dispositif, la paroi torique (307) en deux parties, puis en pratiquant dans la paroi torique amont (401) huit ouvertures d'admission (421A), (422A), ..., (428A), et en pratiquant dans la paroi torique avale (402) 8 ouvertures de refoulement (421R), (422R), ..., (428R).

Quant aux surfaces planes (311a), (311b), (311c) et (311d) de la figure 82b, elles permettent d'engendrer les 8 parois internes (411), (412), ..., (418) de l'enveloppe de ce dispositif. Ces 8 parois internes séparent, au sein ladite zone externe (27), les 8 volumes élémentaires balayés par les pales de ce dispositif.

Les ouvertures d'admission et de refoulement sont disposées de telle manière que les ouvertures (421A) et (421R) appartiennent à la première cavité élémentaire au sein de laquelle se trouve la pale (P1R1) de la roue (R1) sur les figures 86a à 86c. Dans cette configuration, les 8 ouvertures d'admission sont toutes sensiblement identiques et réparties sur la paroi torique amont (401) à intervalles angulaires réguliers de 45° autour de l'axe (7) du dispositif par rapport audit stator. De même, les 8 ouvertures de refoulement sont toutes sensiblement identiques et réparties sur la paroi torique avale (402) à intervalles angulaires réguliers de 45° autour de l'axe (7) du dispositif par rapport audit stator. Les dimensions des ouvertures d'admission et de refoulement sont telles qu'elles favorisent le passage, entre l'amont et l'aval de ce dispositif, à travers elles ainsi qu'à travers ses 8 cavités élémentaires, d'un grand débit de particules d'air, tout en disposant d'une zone de travail pour chacune des 8 cavités élémentaires.

Sur les figures 87a à 87c, on a grisé les parties de l'enveloppe les plus proches de la zone de travail de la première cavité élémentaire. Ainsi, la zone de travail de la première cavité élémentaire, possédant les ouvertures (421A) et (421R), correspond à la partie de ladite zone externe (27) de ce dispositif située entre les parois internes (411) et (418) et à l'intérieur du secteur angulaire, de 45°, formé par les plans axiaux des roues (R1) et (R8) lorsque ces roues occupent leurs positions de la figure 84a. Sur les figures 86a à 86c, la zone de travail de la première cavité élémentaire a été grisée afin d'être mise en valeur. Dans cette configuration, la zone de travail de chacune des 8 cavités élémentaires est liée à l'enveloppe ainsi qu'au stator de ce dispositif.

Dans cette configuration et d'après les figures 82a et 82b, les surfaces planes (311a), (311b), (311c) et (311d) sont toutes semblables à la surface (311) des figures 72e et 72f, relatives à la précédente configuration. Les surfaces planes (311a), (311b), (311c) et (311d) sont réparties à intervalles angulaires réguliers de 90° autour de l'axe (A1) de la roue R1 par rapport au moyeu (M1) de cette roue. La surface plane (311a) séparant les profils axiaux des pales (P1R1) et (P4R1) est limitée extérieurement par une courbe fermée (A'B'C'D') comportant deux segments parallèles respectivement aux segments latéraux (AB) et (C''D'') qui appartiennent respectivement aux profils axiaux des pales (P1R1) et (P4R1). Les droites contenant les segments (A'B') et (C'D') passant par l'axe (A1) de la roue (R1). On peut aussi envisager le cas d'une autre configuration pour laquelle, les droites contenant les segments latéraux (AB) et (C''D'') passent par l'axe (A1) de la roue (R1) et les segments de droites (A'B') et (C'D') sont parallèles aux segments latéraux (AB) et (C''D'') respectivement.

Dans cette configuration, les ouvertures d'admission (421A) à (428A) sont disposées d'un seul côté par rapport au plan de référence de ce dispositif, alors que les ouvertures de refoulement (421R) à (4286R) sont disposées de l'autre côté par rapport à ce plan de référence. Ceci permet à ce dispositif d'être équipé de moyens de d'interception et de moyens d'évacuation similaires à ceux des figures 69e et 69f. Ainsi, on pourra utiliser ce dispositif rotatif d'éolienne en dirigeant horizontalement son axe (7) dans la direction du vent avec les ouvertures d'admission (421A) à (428A) face au vent, alors que les ouvertures de refoulement (421R) à (428R) sont dans le vent.

Dans cette configuration, lorsque ledit moyeu du rotor occupe sa position par rapport audit stator, selon l'une quelconque des figures 86a à 86c, la pale (P1R1) de la roue (R1) se trouve disposée au sein de la zone de travail de la 1ère cavité élémentaire. Cette zone de travail a été grisée sur ces figures afin d'être mise en valeur. Sur les figures 86a et 87a, la pale (P1R1) est positionnée à l'entrée de cette zone de travail, près de l'ouverture d'admission (421A), alors que la pale (P2R1) de la même roue (R1) est positionnée à la sortie de la zone de travail de la 2ème cavité élémentaire, près de l'ouverture de refoulement (422R). Comme on peut le constater sur la figure 86b, quand la roue (R1) présente une de ses pales au sein de la zone de travail de l'une des cavités élémentaires (il s'agit ici de la 1ère cavité élémentaire), chacune des autres roues présente une de ses pales au sein de la

zone de travail d'une cavité élémentaire. Ainsi, la roue (R2) présente sa pale (P2R2) au sein de la zone de travail de la 2ème cavité élémentaire, la roue (R3) présente sa pale (P3R3) au sein de la zone de travail de la 3ème cavité élémentaire, ..., la roue (R7) présente sa pale (P3R7) au sein de la zone de travail de la 7ème cavité élémentaire, et la roue (R8) présente sa pale (P4R8) au sein de la zone de travail de la 8ème cavité élémentaire.
Le grand intérêt de cette configuration est de permettre à ce dispositif rotatif d'éolienne d'avoir 8 zones de travail réparties à intervalles angulaires réguliers de 45° autour de l'axe (7) de ce dispositi, par rapport à son stator ou à son enveloppe. Chacune de ces zones de travail étant constamment parcourue par au moins une pale séparant efficacement la zone d'admission de la zone de refoulement de la cavité élémentaire correspondante. Ainsi, les pales qui se trouvent positionnés au sein de ces 8 zones de travail résistent efficacement aux particules d'air qui cherchent à quitter les ouvertures d'admission, où règne une surpression, pour aller vers les ouvertures de refoulement, où règne une dépression relative. Lors de cette traversée, les particules d'air cèdent une partie de leur énergie mécanique au moyeu du rotor de ce dispositif, en étant ralenties efficacement par les pales au sein des zones de travail de ce dispositif. Les roues sont disposées symétriquement les unes des autres par rapport à l'axe (7) de ce dispositif et réparties à intervalles angulaires réguliers de 45° autour de cet axe. D'après les figures 84a et 85a, la roue (R1) reçoit de la part du vent le même effort que la roue (R5), ces deux roues étant diamétralement opposées par rapport à l'axe (7). Il en est de même lorsqu'on examine la roue (R1) et la roue (R5) des figures 84b et 85b, ou bien des figures 84c et 85c. La pale (P1R1) et la pale (P1R5) reçoivent chacune le même effort de la part du vent, au sein respectivement de la 1ère et de la 5ème zones de travail. A tout instant, toutes les roues reçoivent chacune le même effort de la part du vent du fait que les pales sont toutes sensiblement identiques, que les 8 roues sont réparties à intervalles angulaires réguliers de 45° autour de l'axe (7) de ce dispositif, tout comme les 8 cavités élémentaires, les 8 ouvertures d'admission, les 8 ouvertures de refoulement ou les 8 zones de travail. Ainsi, le couple moteur appliqué par les particules d'air sur le moyeu du rotor de ce dispositif correspond à des efforts complètement symétriques et réparties à intervalles angulaires réguliers de 45° autour de l'axe (7). Ceci permet au moyeu du rotor de tourner sans vibration. Et comme les pales accompagnent les particules d'air lors de leur traversée, le couple moteur peut rester sensiblement constant tant que le vent reste constant. Ainsi le moyeu du rotor peut tourner à grande vitesse, voir même à très grande vitesse, du fait qu'il y a absence totale de vibrations, que les pales accompagnent les particules d'air traversant le dispositif et que tous les composants mobiles du dispositif suivent des mouvements purement rotatifs.

Dans la forme de réalisation selon les figures 88a à 89c, le dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, est similaire à celui de la précédente configuration mais caractérisé en ce que son moyeu du rotor est monté solidaire de son stator, son enveloppe est montée tournante, autour de son axe (7), sur son stator et ses moyens de synchronisation sont tels que lorsque l'enveloppe tourne autour de l'axe (7) du dispositif par rapport à son stator, selon le sens de la flèche (4') des figures 88a à 88c, les moyens de synchronisation contraignent chacune desdites roues de tourner autour de son propre axe par rapport au moyeu du rotor de ce dispositif, selon le sens de la flèche (5) des figures 89a à 89c, et d'effectuer 2 tours complets pour chaque tour effectué par cette enveloppe (nbTR=2).
L'enveloppe de ce dispositif est identique à celle du dispositif de la précédente configuration. Cette enveloppe est composée de la paroi torique amont (401), de la paroi torique avale (402) et des 8 parois internes (411), (412), ..., (418). Sur les figures 88a à 89c, les parois internes (411) à (418) ont été grisées afin d'être mises en valeur.
Comme pour le dispositif rotatif d'éolienne de la précédente configuration, les ouvertures d'admission (421A) à (428A) de ce dispositif sont disposées d'un seul côté par rapport au

plan de référence de celui-ci, alors que les ouvertures de refoulement (421R) à (4286R) sont disposées de l'autre côté par rapport à ce plan de référence. Ceci permet à ce dispositif d'être équipé de moyens de d'interception et de moyens d'évacuation similaires à ceux des figures 69e et 69f. Ainsi, on pourra utiliser ce dispositif rotatif d'éolienne en dirigeant horizontalement son axe (7) dans la direction du vent de manière à ce que les ouvertures d'admission (421A) à (428A) soient positionnées face au vent, et que les ouvertures de refoulement (421R) à (428R) soient positionnées dans le vent.

Dans cette configuration, les 8 cavités élémentaires, formées par l'enveloppe et la paroi_ceinture (20), tournent comme l'enveloppe autour de l'axe (7) de ce dispositif par rapport à son moyeu du rotor ou à sa paroi_ceinture (20). Les ouvertures d'admission ainsi que les ouvertures de refoulement de ce dispositif tournent aussi avec l'enveloppe autour de l'axe (7) par rapport à la paroi_ceinture (20).

Dans cette configuration, l'enveloppe étant la seule partie de ce dispositif qui tourne autour de l'axe (7) de ce dispositif sous l'effet du vent. Les roues de ce dispositif tournent indirectement sous l'effet du vent, chacune autour de son propre axe, grâce aux moyens de synchronisation. Les roues sont disposées symétriquement les unes des autres par rapport à l'axe (7) de ce dispositif et réparties à intervalles angulaires réguliers de 45° autour de cet axe. Dans la position dudit dispositif selon les figures 88a et 89a, on peut supposer que la roue (R1) reçoit de la part du vent un effort équivalent à celui reçu par la roue (R5) mais en sens opposé, ces deux roues étant diamétralement opposées par rapport à l'axe (7). C'est pourquoi, les parois internes (411) et (415) reçoivent de la part du vent des efforts équivalents main en sens opposés qui tendent à faire tourner ces parois internes, et par conséquent l'enveloppe, dans le sens de la flèche (4') de la figure 88a. Il en est de même lorsqu'on examine la roue (R1) et la roue (R5) des figures 88b et 89b, ou bien des figures 88c et 89c. Ainsi, à tout instant, les parois internes (411) à (418) reçoivent toutes des efforts équivalents, répartis à intervalles angulaires réguliers de 45° autour de l'axe (7) du dispositif, qui tendent tous à faire tourner l'enveloppe autour de cet axe par rapport au moyeu du rotor, solidaire du stator, selon le sens de la flèche (4') des figures 88a à 88c.

D'après la figure 88a, les particules d'air qui se trouvent près de l'ouverture d'admission (421A), entre la roue (R1) et la roue (R2), exercent leur pression sur toutes les parois et font tourner la paroi interne (411) selon le sens de la flèche (4') autour de l'axe (7) de ce dispositif. Ainsi, les particules d'air qui se trouvent dans une couche plane, tout près de la pale (P1R1), suivent à l'échelle macroscopique un mouvement de rotation autour de l'axe (A1) de la roue (R1), selon le sens de la flèche (5) de la figure 89a, et accompagnent la pale (P1R1) dans son mouvement. Dès que l'enveloppe avance suffisamment dans sa rotation et que la pale (P1R1) pénètre dans la zone de refoulement de la 1ère cavité élémentaire qui possède l'ouverture d'admission (421A) et l'ouverture de refoulement (421R), ces mêmes particules d'air quitteront le dispositif à travers l'ouverture de refoulement (421R) de cette cavité.

Quand l'enveloppe tourne autour de l'axe (7) de ce dispositif, tout se passe comme si, à l'échelle macroscopique, chaque particule d'air, traversant ce dispositif entre une ouverture d'admission et une ouverture de refoulement appartenant à la même cavité élémentaire, suit son mouvement tout en restant dans un plan, fixe par rapport audit stator, qui lui est propre et qui contient l'axe (7) dudit dispositif. Ainsi, les parois internes accompagnent les particules d'air qui traversent ce dispositif et permettent à chacune de ces particule d'air d'avoir un mouvement plan, à l'échelle macroscopique, entre l'amont et l'aval de ce dispositif.

Comme les parois internes accompagnent les particules d'air traversant ce dispositif, le couple moteur peut rester sensiblement constant tant que le vent reste constant. Ainsi l'enveloppe de ce dispositif peut tourner à grande vitesse, voir même à très grande vitesse, du fait qu'il y a absence totale de vibrations et que le couple moteur peut rester constant tant que le vent reste constant.

Le grand intérêt de cette configuration réside dans le fait que le moyeu du rotor ainsi que la paroi_ceinture (20) de ce dispositif sont montés solidaires de son stator. Ceci permet de faciliter la conception et la fabrication du moyeu du rotor et de la paroi_ceinture. Tous les éléments mobiles de ce dispositif suivent uniquement des mouvements de rotation, chacun tournant autour d'un axe solidaire dudit stator. Avec cette configuration, on évite aussi les effets gyroscopiques que les roues de la précédente configuration pourraient subir lors des accélérations ou des décélérations du moyeu du rotor. De plus, un tel dispositif rotatif d'éolienne supportera facilement un vent turbulent en amont et réduit considérablement les turbulences en aval. Ceci lui permettra de s'adapter efficacement aux applications de propulsion aérienne d'aéronefs pour lesquelles il apportera des gains notables en termes performance et de sécurité.

Dans la forme de réalisation selon les figures 90a à 90e, le dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, correspond à celui qui a été représentée sur les figures 81a à 87c (moyeu du rotor tournant) ou bien à celui qui a été représenté sur les figures 88a à 89c (enveloppe tournante). Ce dispositif comporte en plus des moyens d'interception et des moyens d'évacuation. Les moyens d'interception comportent une paroi d'entrée (501) entourant la paroi torique amont et disposée du même côté que celui de cette paroi torique amont par rapport au plan de référence de ce dispositif, alors que les moyens d'évacuation comportent une paroi de sortie (502) entourant la paroi torique avale et disposée de l'autre côté de ce plan de référence. Dans cette configuration, la paroi d'entrée (501) et la paroi de sortie (502) sont des parois cylindriques droites à section constante ayant une forme carrée. Une paroi appelé paroi commune (503) étant disposée près du plan de référence de ce dispositif tout en étant parallèle à ce plan. La paroi commune (503) entourant l'enveloppe de ce dispositif et faisant partie des moyens d'interception ainsi que des moyens d'évacuation. Dans cette configuration, les moyens d'interception comporte en plus une paroi cache amont (504) permettant d'empêcher les particules d'air, situées en amont de ce dispositif, du côté des ouvertures d'admission, de pénétrer à l'intérieur de ladite paroi_ceinture (20) à travers la section cylindrique de celle-ci, près de l'axe (7). Ainsi, les moyens d'interception permettent de contraindre les particules d'air situées en amont dudit dispositif et traversant leur section d'entrée (507) de se diriger vers les 8 ouvertures d'admission afin de pénétrer à l'intérieur des 8 cavités élémentaires de ce dispositif pour pousser les pales qui s'y trouvent et quitter ce dispositif à travers ses ouvertures de refoulement.

Sur les figures 90a à 90e, on a représenté la paroi cache amont (504) sous la forme d'un calotte sphérique dont la base est perpendiculaire à l'axe (7) dudit dispositif et centrée sur cet axe, mais on peut aussi envisager la possibilité que cette paroi cache amont (504) puisse avoir la forme du nez d'une soufflante d'un turboréacteur. La surface externe de la paroi cache amont (504) constitue un prolongement de la surface_ceinture de ce dispositif du côté de sa zone amont. La paroi cache amont (504) pourrait être montée solidaire de ladite paroi_ceinture (20) ou bien dudit moyeu du rotor.

Sur les figures 90a à 90e, on a représenté ce dispositif rotatif d'éolienne relié à des moyens de production (505) permettant de convertir l'énergie mécanique rotative, récupérable sur le moyeu du rotor ou bien sur l'enveloppe de ce dispositif, en une autre forme d'énergie telle que l'énergie électrique par exemple. La partie stationnaire des moyens de production (505) étant montée solidaire des parois (501) et (502) à l'aide d'éléments de fixation (506), alors que la partie mobile ou rotor de ces moyens de production étant relié au moyeu du rotor, dans le cas où c'est le moyeu du rotor qui est mobile en rotation autour de l'axe (7) dudit dispositif, ou bien à l'enveloppe dans l'autre cas. D'après les figures 90a à 90e, la surface externe des moyens de production (505) constitue un prolongement de la surface_ceiture de ce dispositif du côté de sa zone avale.

Ainsi on pourra utiliser ce dispositif rotatif d'éolienne en le montant sur un mât et en orientant son axe (7) horizontalement dans la direction du vent de manière à créer une zone de surpression en amont du côté des ouvertures d'admission, ainsi qu'une zone de dépression relative en aval, du côté des ouvertures de refoulement. Les moyens d'interception permettant de collecter les particules d'air traversant la section d'entrée (507) pour les diriger vers les ouvertures d'admission, tandis que les moyens d'évacuation permettant aux particules d'air sortant par les ouvertures de refoulement d'être dirigées vers la zone de dépression en aval dudit dispositif à travers la section de sortie (508). Les contours de la section d'entrée (507) et de la section de sortie (508) ont été grisés sur les figures 90a à 90e afin d'être mises en valeur. Dans cette configuration, la section d'entrée des moyens d'interception et la section de sortie des moyens d'évacuation sont sensiblement identiques, mais on pourra envisager d'autres configurations avec des sections de tailles différentes.

L'intérêt de cette configuration réside dans le fait qu'un tel dispositif devient modulaire, facile à concevoir, tester, fabriquer, emballer, stocker, livrer, installer et maintenir. On pourra utiliser ce type de dispositifs rotatifs d'éoliennes modulaires de multiples façons. On pourra les intégrer dans une structure ayant la forme d'une grande paroi possédant des emplacements dédiés à recevoir ces dispositifs rotatifs d'éoliennes modulaires.

On pourra aussi assembler ces dispositifs rotatifs d'éoliennes modulaires afin de constituer une matrice « éolienne » ressemblant à un grand panneau éolien, à l'image d'un grand panneau photovoltaïque comportant une multitude de petits modules reliés entre eux afin de constituer un seul système photovoltaïque.

Dans la forme de réalisation selon les figures 91a à 91e, le dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, est similaire à celui de la précédente configuration, mais caractérisé en ce que la paroi d'entrée (511) des moyens d'interception a une section de forme hexagonale et en ce que la paroi de sortie (512) des moyens d'évacuation a aussi une section de forme hexagonale.

L'intérêt de ce type de configuration est de pouvoir constituer un assemblage de modules éoliens ayant la forme d'un « nid d'abeilles » pouvant avoir une frontière courbée. Cet assemblage offrira un aspect esthétique lui permettant de s'intégrer facilement dans une architecture urbaine.

Dans la forme de réalisation selon les figures 92a à 92e, le dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, est similaire à celui des deux précédentes configurations mais caractérisé en ce que la paroi d'entrée (521) des moyens d'interception a une section de forme circulaire et en ce que la paroi de sortie (522) des moyens d'évacuation a aussi une section de forme circulaire. De plus, les moyens d'interception et les moyens d'évacuation n'ont pas de paroi commune qui soit semblable à la paroi commune (503) du dispositif selon les figures 90a à 90e. Mais on pourra envisager des configurations, semblables à celle représentée sur les figures 92a à 92e, pouvant comporter en plus une telle paroi qui permettrait d'avoir une plus grande section d'entrée (527) des moyens d'interception ainsi qu'une plus grande section de sortie (528) des moyens d'évacuation. Pour cette configuration, les moyens de production (525), liés au dispositif rotatif d'éolienne, ont une forme extérieure semblable à celle d'un cylindre droit à section circulaire.

L'intérêt de ce type de configuration est d'avoir une section d'entrée ayant une symétrie de révolution autour de l'axe (7) du dispositif. Un tel dispositif rotatif pourra être utilisé aussi bien pour récupérer une partie de l'énergie cinétique du vent que pour propulser des aéronefs dans l'air.

Dans une forme de réalisation non illustrée, le dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, est similaire à celui de la précédente configuration mais caractérisé en ce que :

- la paroi d'entrée (521) est une paroi de révolution autour de l'axe (7) du dispositif ayant une forme conique avec une section d'entrée (527) plus grande que sa section qui est disposée près du plan de référence de ce dispositif,
- et/ou la paroi de sortie (522) est une paroi de révolution autour de l'axe (7) du dispositif ayant une forme conique avec une section de sortie (528) plus grande que sa section qui est disposée près du plan de référence de ce dispositif.

Dans cette configuration, la paroi d'entrée joue le rôle d'un convergent et la paroi de sortie joue le rôle d'un divergent.

Dans la forme de réalisation selon les figures 93a à 95d, le dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, est similaire à celui qui a été représentée sur les figures 67a à 71d. Ce dispositif est caractérisé en ce qu'il est monté sur un mât (554) et en ce qu'il comporte en plus des moyens d'interception, des moyens d'évacuation et des moyens d'orientation. Le stator de ce dispositif étant monté sur le mât (554) de manière à ce que son axe (7) soit orienté verticalement. Les moyens d'interception comportent un ensemble de parois (531) ayant une ouverture (539') et une section d'entrée (537). Les moyens d'interception étant disposées au dessus du plan de référence du dispositif tout en entourant l'enveloppe (300) à travers l'ouverture (539'). L'ensemble de parois (531) étant monté tournant, autour de l'axe (7) du dispositif, sur le stator de ce dispositif. Les moyens d'interception permettant aux particules d'air traversant la section d'entrée (537) d'être canalisées vers les ouvertures d'admission (301A) et (302A) de ce dispositif. Les moyens d'évacuation comportent un ensemble de parois (532) ayant une ouverture (539''), une ouverture (539''') et une section de sortie (538). Les moyens d'évacuation étant disposées en dessous du plan de référence du dispositif tout en entourant l'enveloppe (300) à travers l'ouverture (539''). L'ensemble de parois (532) étant monté tournant, autour de l'axe (7) du dispositif, sur le stator de ce dispositif. Le mât (554) traversant l'ensemble de parois (532) à travers l'ouverture (539'''). Les moyens d'évacuation permettant aux particules d'air, quittant les 2 cavités élémentaires de ce dispositif à travers ses ouvertures de refoulement (301R) et (302R), d'être canalisées vers la section de sortie (538). Dans cette configuration, les moyens d'interception et les moyens d'évacuation étant tels que la section d'entrée (537) et la section de sortie (538) correspondent à deux sections planes parallèles entre elles et opposées l'une de l'autre par rapport à l'axe (7) du dispositif. les moyens d'interception et les moyens d'évacuation étant solidaires d'un moyen d'orientation composé d'une girouette (555) disposée à une certaine distance de l'axe (7),du côté de la section de sortie (538), dans un plan perpendiculaire à cette section de sortie.

Dans cette configuration, l'enveloppe est supposée montée solidaire du stator du dispositif et c'est le moyeu du rotor qui est montée tournant autour de l'axe (7) par rapport audit stator. D'après les figures 95a à 95d, lorsque le vent, représenté par la série de flèches(1000), change de direction, les moyens d'orientation font tourner les moyens d'interception ainsi que les moyens d'évacuation, autour de l'axe (7) du dispositif, afin de pouvoir offrir au vent une section d'entrée (537) la plus grande possible et ceci sans que le stator, l'enveloppe (300) ou que le moyeu du rotor de ce dispositif soient affectés par ce changement de l'orientation du vent. Le moyeu du rotor de ce dispositif continuera à tourner normalement tant que les particules d'air en amont, du côté de la section d'entrée (537), se trouvent en surpression par rapport aux particules d'air en aval, du côté de la section de sortie (538), et ceci quelque soit la direction du vent.

Pour fonctionner correctement, ce dispositif n'a pas besoin que le vent soit homogène en direction et en vitesse comme c'est les cas des éoliennes modernes à axe horizontal dont

les pales ont nécessairement des profils aérodynamiques. Ce dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, canalise en amont les particules d'air traversant sa section d'entrée (537), les contraint à traverser ses cavités élémentaires afin d'exercer leur pression sur les pales qui s'y trouvent, avant de le quitter à travers la section de sortie (538) pour rejoindre l'aval, en dépression relative par rapport à l'amont. Les pales de ce dispositif ne font que s'opposer aux particules d'air le traversant, et n'ont pas de profils aérodynamiques sensibles aux turbulences. Ce type de dispositif rotatif d'éolienne pourra être installé avantageusement en milieu urbain, où le vent est souvent turbulent et peut ne pas être homogène ni en direction ni en vitesse.

L'homme de l'art pourra imaginer de nouveaux propulseurs, pour aéronefs à décollage et atterrissage vertical (VTOL). Chacun de ces propulseurs pourra intégrer un dispositif rotatif selon l'invention associé à des moyens d'interception et à des moyens d'évacuation, similaires à ceux de cette configuration d'éolienne. Alors il suffira d'orienter seulement les moyens d'interception et les moyens d'évacuation de ce nouveau propulseur pour que la poussée qu'il engendre change d'orientation, sans que son enveloppe ou que son moyeu du rotor soient affectés. Ceci apportera un avantage de taille aux dispositif rotatifs selon l'invention dans le domaine de la propulsion aérienne d'aéronefs. Pour certaines configurations de propulseurs, on pourra envisager que l'orientation des moyens d'interception soit dissociée de celle des moyens d'évacuation.

Dans la forme de réalisation selon les figures 96a à 97b, le dispositif rotatif d'éolienne, selon l'invention, est similaire à celui de la précédente configuration, mais caractérisé en ce que les moyens d'interception et les moyens d'évacuation ont des parois en commun et en que ces moyens prennent ensemble la forme d'une boîte parallélépipédique (560), montée tournante autour de l'axe (7) sur le stator de ce dispositif, et possédant une section d'entrée et une section de sortie verticales disposées d'un côté et de l'autre de l'axe (7) et s'étendant chacune sur la totalité d'une facette de la boîte (560). La boîte (560) étant traversée par le bât (554) sur lequel le stator de ce dispositif est monté. Sur les figures 96a, 97a et 97b, l'intérieur (561) des moyens d'interception a été rendu gris clair et l'intérieur (562) des moyens d'évacuation a été rendu gris foncé afin d'être mis tous les deux en valeur. D'après la figure 97a, la série de flèches (571) représente les particules d'air en surpression qui s'apprêtent à traverser la section d'entrée des moyens d'interception pour allers vers les ouvertures d'admission (301A) et (302A) [série de flèches (572)], afin de pénétrer à l'intérieur des deux cavités élémentaires de ce dispositif, traverser ses cavités et ressortir par les ouvertures de refoulement (301R) et (302R) [série de flèches (573)] pour se diriger vers la section de sortie des moyens d'évacuation [série de flèches (574)], où règne une dépression relative. Sur la figure 97a, la taille d'une flèche de chaque série de flèches (571), (572), (573) ou (574) représente la pression de l'air à l'endroit où est dessinée cette flèche. Ainsi, on peut constater que la pression en amont [série de flèches (571) ou (572)] est supérieure à la pression en aval [série de flèches (573) ou (574)], même si le débit des particules d'air en entrée est le même que celui en sortie. L'énergie perdue au passage est convertie par ce dispositif en énergie mécanique rotative récupérable sur le moyeu du rotor de ce dispositif.

De même que pour le dispositif rotatif de la précédente configuration, ce dispositif rotatif sera très apprécié pour être utilisé en tant qu'éolienne en milieu urbain ou bien pour être intégré dans un propulseur pour aéronefs avec la possibilité de contrôler l'inclinaison de la poussée engendrée, sans que l'enveloppe ou que le moyeu du rotor de ce dispositif soient affectés par ce changement d'orientation.

Dans la forme de réalisation selon les figures 98a à 98e, une éolienne modulaire comportant de nombreux modules éoliens est proposée. Chacun de ces modules éoliens correspond à un dispositif rotatif d'éolienne selon l'invention, ayant été représenté sur les figures 90a à 90e. L'éolienne modulaire des figures 98a à 98c comportant une structure (600), appelée structure_support, montée tournante autour de l'axe (607) sur une tour (601) ancrée dans le sol et érigée verticalement de manière à ce que l'axe (607) soit vertical. La structure_support (600) comportant de nombreux emplacements prévus pour que chacun d'eux puisse recevoir un module éolien selon l'invention. La structure_support (600) étant telle que ses emplacements sont disposés selon deux dimensions lui permettant de couvrir une grande section plane verticale. Les emplacements étant réparties selon une organisation matricielle. L'axe de rotation (7) de chacun des modules éoliens étant disposé perpendiculairement à la section plane verticale de la structure_support (600). D'après les figures 98d et 98e , en l'absence des modules éoliens, les particules d'air peuvent traverser la structure_support (600) à travers les différents emplacements pour aller du côté amont vers le côté aval de cette structure_support. L'amont et l'aval de chacun des modules éoliens, lorsqu'il est monté dans son propre emplacement, correspondent respectivement à l'amont et à l'aval de la structure_support (600). Ainsi, la structure_support (600) permet aux particules d'air, se trouvant en son amont, de traverser les modules éoliens de cette éolienne modulaire pour aller vers son aval. L'éolienne modulaire des figures 98a à 98c comportant en plus des moyens d'orientation (non illustrés) permettant d'orienter la structure_support (600) par rapport à la tour (601), en fonction de la direction et de la vitesse du vent.

Une telle éolienne modulaire apporte de nombreux avantages par rapport à une grande éolienne moderne tripales à axe horizontal :

- elle utilise un grand nombre de modules éoliens de faible taille, ce qui facilite son installation, sa maintenance et sa mise à jour,
- elle pourrait continuer à fonctionner efficacement même lorsque certains de ses modules éoliens cessent de fonctionner,
- elle pourra produire plus d'énergie qu'une éolienne tripales balayant une section circulaire équivalente à la section plane verticale de sa structure_support (600), ceci est dû au fait que chacun des modules éoliens est extrêmement efficace,
- elle pourrait avoir différentes formes lui permettant de pouvoir s'adapter à de nombreuses situations,
- elle n'engendrera pas de bruit aérodynamique, ce qui lui permettra d'être introduite en milieu industriel ou urbain, près des zones d'utilisation de l'énergie produite,
- elle pourra fonctionner avec une plage des vitesses du vent plus étendue,
- elle ne risque pas de s'emballer comme une éolienne tripales, ce qui favorise son introduction en milieu urbain ou industriel, près des lieux de consommation de l'énergie produite,
- ...

Dans cette forme de réalisation, les emplacements de la structure_support (600) ont tous une section carrée. On pourra concevoir des éoliennes modulaires, similaires à celle illustrée sur les figures 98a à 98e, ayant des emplacements pour les modules éoliens à section circulaire ou hexagonale.

Dans la forme de réalisation selon la figures 99, l'éolienne modulaire est similaire à celle décrite précédemment mais caractérisée en ce que sa structure_support (610) est moins large et plus haute que la structure_support (600) de l'éolienne modulaire selon les figures 98a à 98c. De plus, la structure_support (610) comporte des emplacements, pour les modules éoliens, disposés au dessus de la tour (601). L'intérêt d'une telle installation

réside dans le fait que la structure_support (610) est moins déportée par rapport à la tour (601) que la structure_support (600) décrite précédemment.

Dans la forme de réalisation selon la figure 100, un hélicoptère comportant de nombreux dispositifs rotatifs selon l'invention est proposé. Le rotor principal de cet hélicoptère a été remplacé par une multitude de dispositifs rotatifs, selon l'invention, montés sur une structure_support (620). La structure_support (620) étant montée pivotante, autour d'une partie de l'hélicoptère, disposée au dessus de la cabine de pilotage. Le rotor de queue de cet appareil a été remplacé par un dispositif rotatif selon l'invention . La structure_support (620) comportant une multitude d'emplacements à section circulaire, recevant chacun un dispositif rotatif, selon l'invention, correspondant à la configuration des figures 92a à 92e. La structure_support (620) étant telle que ses emplacements sont disposés selon deux dimensions lui permettant de couvrir une grande section plane horizontale. L'axe de rotation (7) de chacun des dispositifs rotatifs étant disposé perpendiculairement à la section plane horizontale de la structure_support (620). En l'absence des dispositifs rotatifs, les particules d'air peuvent traverser la structure_support (620) à travers les ouvertures correspondantes aux différents emplacements pour aller du côté amont, situé au dessus de l'appareil, vers le côté aval, situé en dessous de la structure_support (620). L'amont et l'aval de chacun des dispositifs rotatifs, lorsqu'il est monté dans son propre emplacement, correspondent respectivement à l'amont et à l'aval de la structure_support (620). Ainsi, la structure_support (620) permet aux particules d'air, se trouvant en son amont, de traverser les dispositifs rotatifs de cet appareil pour aller vers son aval. Pour propulser l'hélicoptère dans l'air, chacun de ces dispositifs rotatifs sera relié à des moyens moteurs permettant de faire tourner, autour de son propre axe (7), son moyeu du rotor (ou bien son enveloppe) par rapport à son propre stator. Lors du décollage, les dispositifs rotatifs de cet hélicoptère aspirent les particules d'air situées en amont, au dessus de la structure_support (620), pour les rejeter en aval, en dessous de la structure_support (620), en leur augmentant sensiblement leur pression. Ceci engendre une force de poussée ascendante appliquée à la structure_support (620) qui permettra de soulever l'appareil dans l'air et d'assurer sa sustentation. Sur la figure 100, la série de flèches (621) représente l'écoulement de l'air en amont et la série de flèches (622) représente l'écoulement de l'air en aval. La pression de l'air en amont, représentée par la taille des flèches (621), est nettement plus faible que la pression de l'air en aval, représentée par la taille des flèches (622). Pour assurer le déplacement en avant, en arrière, vers la droite ou vers la gauche, le pilote de cet hélicoptère pourra faire basculer la structure_support (620) par rapport au fuselage de l'appareil, comme il le fait actuellement avec le rotor principal. Chacun des dispositifs rotatifs pourrait être relié à des moyens moteurs qui lui sont propres, ou bien à des moyens moteurs reliés à plusieurs dispositifs rotatifs. Les moyens moteurs pourraient être tels que des moteurs électriques, des turbines à gaz, des turbines pneumatiques...

Dans la forme de réalisation selon la figure 101, l'hélicoptère est similaire à celui de la précédente configuration mais caractérisé en ce qu'il comporte 6 dispositifs rotatifs selon l'invention. Le rotor principal de cet hélicoptère a été remplacé par 6 dispositifs rotatifs, selon l'invention, montés sur une structure_support (630). La structure_support (630) étant montée pivotante autour d'une partie de l'hélicoptère, disposée au dessus de la cabine de pilotage. La structure_support (630) comportant 2 rangés possédant chacune 3 emplacements à section circulaire, recevant chacun un dispositif rotatif selon l'invention et correspondant à la configuration des figures 92a à 92e. Tous ces dispositifs rotatifs ont la même taille. Les dispositifs rotatifs de la rangé de droite et ceux de la rangée de gauche sont disposés symétriquement les uns des autres par rapport au plan vertical de symétrie

(637) de l'appareil tout en étant éloignés du fuselage de celui-ci. Le sens de rotation des dispositifs rotatifs de la rangée de droite, représenté par la flèche tournante (634), est opposé à celui des dispositifs rotatifs de la rangée de gauche, représenté par la flèche tournante (633). Ceci permet d'annuler tout couple de force tendant à faire tourner l'appareil autour d'un axe vertical et d'éliminer la nécessité d'avoir un rotor de queue.

Les deux précédentes configurations d'hélicoptères apportent de nombreux avantages par rapport à une configuration traditionnelle utilisant un rotor principal :

- l'hélicoptère pourrait continuer à fonctionner en toute sécurité, même si certains de ses dispositifs rotatifs sont à l'arrêt,
- la surface utile de la structure_support supportant les dispositifs rotatifs est nettement plus petite que celle d'un rotor principal assurant la même force de sustentation, ceci est dû au fait que chacun des dispositifs rotatifs offre un haut niveau de rendement propulsif,
- la structure_support supportant les dispositifs rotatif n'est pas limitée à la forme contraignante d'un disque rotor, ce qui lui permet d'avoir différentes formes afin de pouvoir s'adapter à de nombreuses situations,
- le niveau sonore est réduit considérablement du fait qu'il y a absence totale de bruit aérodynamique et bruit lié au pivotement des pales, que les éléments mobiles de chacun des dispositifs rotatifs suivent des mouvements purement rotatifs et que ces dispositifs rotatifs offrent un haut niveau de rendement pour une large plage de régimes,
- l'hélicoptère peut être dispensé d'avoir un rotor de queue, ce qui permettra de simplifier sa conception, sa fabrication et son entretien,
- le niveau de sécurité est amélioré, la consommation d'énergie est réduite et l'autonomie de l'hélicoptère est augmentée.

Dans la forme de réalisation selon les figures 102a et 102b, un nouveau turbopropulseur est proposé. Il est équipé d'un dispositif rotatif selon l'invention en remplacement de l'hélice à pales traditionnelle. Dans cette configuration, on peut avoir deux cas de figures :

- soit que le rotor de la turbine à gaz (640) du turbopropulseur entraîne le moyeu du rotor du dispositif rotatif selon l'invention auquel cas, l'enveloppe de celui-ci est alors montée solidaire du stator du dispositif rotatif, lui-même solidaire du stator de la turbine à gaz (640) ;
- soit que le rotor de la turbine à gaz (640) du turbopropulseur entraîne l'enveloppe du dispositif rotatif selon l'invention auquel cas, le moyeu du rotor de celui-ci est alors monté solidaire du stator du dispositif rotatif, lui-même solidaire du stator de la turbine à gaz (640) ;

D'après la figure 102b, la surface_ceinture de la paroi-ceinture (20) du dispositif rotatif se prolonge vers l'entrée de la turbine à gaz (640) afin de permettre à une partie des particules d'air refoulées vers l'aval, de pénétrer à l'intérieur du compresseur de la turbine à gaz (640).

Dans la forme de réalisation selon les figures 103a à 103c, le nouveau turbopropulseur est similaire à celui de la précédente configuration mais il comporte en plus des moyens d'interception (651) et des moyens d'évacuation (652) à section circulaire, semblables à ceux du module éolien des figures 92a à 92e. D'après la figure 103c, les moyens d'interception (651) et les moyens d'évacuation (652) sont montés solidaires du stator de la turbine à gaz (650) de ce turbopropulseur à l'aide des moyens de fixation (653).

Les deux précédentes configurations de turbopropulseurs apportent de nombreux avantages par rapport à une configuration traditionnelle utilisant une hélice à pales :

- la section circulaire des moyens d'interception (651) est nettement plus petite que celle d'une hélice à pales assurant la même poussée, ceci est dû au fait que le dispositif rotatif selon l'invention offre un haut niveau de rendement propulsif,
- le niveau sonore est nettement plus faible du fait qu'il y a absence de bruit aérodynamique en bout de pales et qu'un dispositif rotatif selon l'invention offre un haut niveau de rendement pour une large plage de régimes,
- la consommation d'énergie est réduite.

Dans la forme de réalisation selon les figures 104a à 106b, un nouveau turboréacteur est proposé. Il est équipé d'un dispositif rotatif selon l'invention en remplacement de la traditionnelle soufflante. Le dispositif rotatif intégré à ce turboréacteur correspond à la configuration illustrée sur les figures 81a à 89c. Ce turboréacteur comportant une nacelle (661) à l'intérieur de laquelle une turbine à gaz (660) est montée à l'aide des moyens de fixation (663), le stator du dispositif rotatif selon l'invention est monté solidaire du stator de la turbine à gaz (660), le moyeu du rotor (ou l'enveloppe) du dispositif rotatif est relié(e) au rotor de la turbine à gaz (660) pour être entraîné(e) en rotation autour de l'axe (7) du dispositif rotatif par rapport au stator de celui-ci ou par rapport à la nacelle (661). La paroi torique amont (401) du dispositif rotatif étant orientée vers la bouche de la nacelle située en amont, la paroi torique avale (402) du dispositif rotatif étant orientée vers la turbine à gaz (660) située en aval, et la surface-ceinture de la paroi-ceinture (20) se prolongeant vers l'aval pour déboucher sur l'entrée de la turbine à gaz (660) afin de permettre à une partie des particules d'air refoulées par le dispositif rotatif d'entrer dans le compresseur de la turbine à gaz (660). La paroi intérieure de la nacelle entourant de très près la paroi torique amont (401) et la paroi trique avale (402) qui appartiennent toutes les deux à l'enveloppe du dispositif rotatif. La paroi cache amont (504) et la bouche de la nacelle jouent ensemble le rôle des moyens d'interception pour le dispositif rotatif selon l'invention. La nacelle (661) pouvant être montée sous l'aile d'un avion de ligne à l'aide du support (662).
La configuration de ce nouveau turboréacteur apporte de nombreux avantages par rapport à une configuration de turboréacteur comportant une soufflante :

- la section circulaire interne de la nacelle est plus petite que celle d'un turboréacteur avec soufflante, ceci est dû au fait que le dispositif rotatif selon l'invention offre un haut niveau de rendement propulsif,
- le niveau sonore est nettement plus faible du fait qu'il y a absence de bruit aérodynamique en bout de pales et qu'un dispositif rotatif selon l'invention offre un haut niveau de rendement pour une large plage de régimes,
- la consommation d'énergie est réduite.

Dans la forme de réalisation selon la figure 107, un avion de ligne est équipé de deux nouveaux turboréacteurs (701) et (702), correspondant chacun à la configuration illustrée sur les figures 104a à 106b.

Dans la forme de réalisation selon la figure 108, un avion de ligne est équipé de nouveaux turbopropulseurs, correspondant chacun à la configuration illustrée sur les figures 102a et 102b.

Dans la forme de réalisation selon la figure 109, un avion de ligne est équipé de nouveaux turbopropulseurs. Le turbopropulseur (704) correspond à la configuration illustrée sur les figures 103a à 103c.

Les trois précédentes configurations d'avions de ligne apportent de nombreux avantages par rapport à des configurations utilisant des turboréacteurs ou des turbopropulseurs traditionnels :

- la consommation d'énergie est réduite et l'autonomie de l'appareil est augmentée, ceci est dû au fait que les dispositifs rotatifs selon l'invention offrent un haut niveau de rendement énergétique et propulsif pour une large plage de régimes ;
- le niveau sonore est nettement plus faible dans les phases de décollage ou d'atterrissage, du fait qu'il y a absence de bruit aérodynamique (les pales ou les parois internes accompagnent les particules d'air traversant chacun des dispositifs rotatifs selon l'invention) et que chacun des dispositifs rotatifs intégrés aux nouveaux propulseurs offre un haut niveau de rendement pour une large plage de régimes ;
- les nouveaux propulseurs sont peu sensibles aux turbulences en amont et engendrent en aval des niveaux de turbulences très faibles du fait que les particules d'air traversant chacun des dispositifs rotatifs, selon l'invention, sont accompagnées par les pales (ou par les parois internes appartenant à l'enveloppe), contrairement à ce qui se passe lorsque les particules d'air contournent le profil aérodynamiques des pales d'une hélice auquel cas, l'hélice est très sensible aux turbulences en amont et engendre en aval des turbulences (écoulement non homogène des particules d'air) dont l'importance augmente avec la vitesse de rotation de l'hélice ainsi qu'avec la distance à l'axe de rotation de cette hélice.

REVENDICATIONS

1) Dispositif rotatif d'éolienne, destiné à convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique rotative, comportant un stator et un rotor, ledit stator étant destiné à supporter ledit rotor, ledit stator pouvant être monté sur un support, sur une structure ou sur un socle, ledit rotor comportant une structure rigide, appelée moyeu du rotor, et une pluralité de structures appelées roues : (R1), (R2),... ,(Rnbr), nbr étant le nombre total des roues dudit dispositif, nbr étant un nombre entier donné plus grand ou égal à 2, chacune desdites roues comportant au moins une pale, lesdites pales étant destinées à résister à l'écoulement des particules d'air traversant ledit dispositif, ledit moyeu du rotor étant monté tournant, autour d'un axe (7), sur ledit stator, l'axe (7) étant appelé l'axe dudit dispositif, pour tout indice i, compris entre 1 et nbr, la roue (Ri) étant montée tournante, autour d'un axe de rotation (Ai) qui lui est propre, sur ledit moyeu du rotor, l'axe de rotation (Ai) étant contenu dans un plan sensiblement perpendiculaire à l'axe dudit dispositif,
ce dispositif rotatif d'éolienne étant **caractérisé** en ce qu'il comporte en plus des moyens de synchronisation, lesdits moyens de synchronisation permettant d'asservir le mouvement de rotation de chacune desdites roues et de le synchroniser avec le mouvement de rotation dudit moyeu du rotor de telle manière que pour tout indice i compris entre 1 et nbr :

- lorsque ledit moyeu du rotor tourne en continu dans un même sens, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, lesdits moyens de synchronisation contraignent la roue (Ri) de tourner simultanément en continu dans un même sens, autour de son propre axe de rotation (Ai) par rapport audit moyeu du rotor,
- à chaque fois et en même temps que ledit moyeu du rotor effectue nbTMi tour(s) complet(s), autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, lesdits moyens de synchronisation contraignent la roue (Ri) d'effectuer nbTRi tour(s) complet(s), autour de son propre axe de rotation (Ai) par rapport audit moyeu du rotor ;

pour chaque indice i compris entre 1 et nbr, les nombres de tours nbTMi et nbTRi étant des nombres entiers donnés strictement positifs.

2) Dispositif rotatif d'éolienne selon la revendication 1 **caractérisé** en ce que lesdits moyens de synchronisation sont tels que lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif, par rapport audit stator, pour tout indice i compris entre 1 et nbr :

- la vitesse de rotation de la roue (Ri), autour de son propre axe de rotation (Ai) par rapport audit moyeu du rotor, est proportionnelle à la vitesse de rotation dudit moyeu du rotor, autour de l'axe (7) dudit dispositif par rapport audit stator,
- nbTMi = 1 et nbTRi=nbTR,

nbTR étant un nombre entier donné strictement positif.

3) Dispositif rotatif d'éolienne selon la revendication 2 **caractérisé** en ce que :

- les axes de rotation desdites roues sont tous inclus dans un même plan, appelé plan de référence dudit dispositif, ledit plan de référence dudit dispositif étant perpendiculaire à l'axe (7) dudit dispositif ;
- les axes de rotation desdites roues étant tous tangents à un même cercle, appelé cercle de référence, ledit cercle de référence étant inclus dans ledit plan de référence dudit dispositif, ledit cercle de référence étant centré sur l'axe dudit dispositif ;
- lesdites roues sont toutes sensiblement identiques ;
- les positions à l'origine desdites roues sont toutes sensiblement identiques ;
- lesdits moyens de synchronisation sont tels que lesdites roues ont toutes le même sens de rotation à l'origine ;

en définissant :

- le point de tangence de chacune desdites roues comme étant le point commun entre l'axe de rotation de cette roue et ledit cercle de référence ;
- le plan axial de chacune desdites roues comme étant le plan contenant l'axe (7) dudit dispositif et le point de tangence de cette roue ;
- la position à l'origine de chacune desdites roues comme étant la position qu'occupe cette roue par rapport audit stator lorsque son point de tangence se trouve confondu avec un point donné lié audit stator, appelé point origine ;
- le sens de rotation à l'origine de chacune desdites roues comme étant le sens de rotation de cette roue, autour de son propre axe de rotation par rapport audit stator, au moment du passage de cette roue par sa position à l'origine, quand ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, selon un sens donné.

4) Dispositif rotatif d'éolienne selon la revendication 3 **caractérisé** en ce que les points de tangence desdites roues sont disposés sur ledit cercle de référence à intervalles angulaires réguliers autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit moyeu du rotor.

5) Dispositif rotatif d'éolienne selon l'une quelconques des revendications 3 à 4 **caractérisé** en ce que chacune desdites roues comporte en plus des **moyens d'équilibrage** lui permettant d'avoir son centre de gravité disposé sur son propre axe de rotation de manière à pouvoir tourner, autour de cet axe par rapport audit moyeu du rotor, sans engendrer de vibrations.

6) Dispositif rotatif d'éolienne selon l'une quelconques des revendications 3 à 5 **caractérisé** en ce que :

- chacune desdites roues étant reliée audit moyeu du rotor ainsi qu'audits moyens de synchronisation par l'intermédiaire du moyeu de cette roue,
- pour chacune desdites roues comportant plusieurs pales, les pales de cette roue étant séparées les unes des autres,

en définissant :

- le moyeu de chacune desdites roues comme étant la partie de cette roue située à l'intérieur du cylindre de référence de cette roue ;
- les pales de chacune desdites roues comme étant les parties de cette roue situées à l'extérieur du cylindre de référence de cette roue ;
- le cylindre de référence de chacune desdites roues comme étant le cylindre imaginaire droit circulaire ayant comme axe, l'axe de rotation de cette roue, et comme section droite, un disque imaginaire de rayon RI, centré sur cet axe tout en étant perpendiculaire à cet axe,

RI étant une taille de rayon donnée.

7) Dispositif rotatif d'éolienne selon la revendication 6 **caractérisé** en ce que :

- ledit **moyeu du rotor** comporte un arbre central sur lequel sont fixés des bras rigides, ledit arbre central étant monté tournant, autour de l'axe dudit dispositif, sur ledit stator, de telle manière que l'axe dudit arbre central se trouve confondu avec l'axe dudit dispositif ;
- pour chacune desdites roues, ledit rotor comporte en plus un moyen de liaison permettant à cette roue d'être montée tournante, autour de son propre axe de rotation, sur un desdits bras, au niveau de l'extrémité libre de ce bras, l'autre extrémité de ce bras étant fixée sur ledit arbre central.

8) Dispositif rotatif d'éolienne selon l'une quelconque des revendications 6 à 7 **caractérisé** en ce que **lesdits moyens de synchronisation** comportant au moins une roue dentée,

appelée organe_stator, lesdits organes_stator étant montés solidaires dudit stator, l'axe de chacun desdits organes_stator étant confondu avec l'axe (7) dudit dispositif ;
pour chacune desdites roues, lesdits moyens de synchronisation comportant en plus une roue dentée, appelée organe_roue, et un moyen d'entraînement mécanique, l'organe_roue de cette roue étant monté solidaire du moyeu de cette roue, l'axe de cet organe_roue étant confondu avec l'axe de rotation de cette roue,
le moyen d'entraînement mécanique de cette roue permettant d'asservir et de relier le mouvement de rotation de cette roue, autour de son propre axe de rotation par rapport audit moyeu du rotor, au mouvement de rotation dudit moyeu du rotor, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator ;
pour chacune desdites roues, le moyen d'entraînement mécanique correspondant comportant des éléments mécaniques mobiles en rotation, dont une roue dentée communiquant directement avec un desdits organes_stator, et une deuxième roue dentée communiquant directement avec l'organe_roue correspondant, chacun de ses éléments mécaniques étant monté tournant, autour d'un axe qui lui est propre, sur ledit moyeu du rotor.

9) Dispositif rotatif d'éolienne selon l'une quelconques des revendications 6 à 8 **caractérisé** en ce que :

- chacune desdites roues possède plusieurs pales,
- les pales de chacune desdites roues étant toutes sensiblement identiques, séparées les unes des autres, et réparties à intervalles angulaires réguliers, autour de l'axe de rotation de cette roue par rapport au moyeu de cette roue.

10) Dispositif rotatif d'éolienne selon l'une quelconques des revendications 6 à 9 **caractérisé** en ce que :

- pour chacune desdites pales, la projection orthogonale de cette pale sur le plan axial de la roue correspondante formant une surface plane ayant un contour externe fermé composé d'un arc de cercle et d'une courbe plane ouverte reliant les extrémités de cet arc de cercle, cet arc de cercle étant de rayon égal à RI et centré sur l'axe de rotation de la roue correspondante, cette courbe plane ouverte étant appelée **profil axial** de cette pale, cet arc de cercle étant appelé base du profil axial de cette pale ;
- pour chacune desdites roues, la couronne de cette roue coupant ledit plan de référence selon deux surfaces planes imaginaires symétriques l'une de l'autre par rapport à l'axe de rotation de cette roue, la surface plane imaginaire la plus éloignée de l'axe dudit dispositif ayant un contour externe fermé composé d'un segment de droite et d'une courbe plane ouverte reliant les extrémités de ce segment de droite, ce segment de droite étant parallèle à l'axe de rotation de cette roue et situé à une distance égale à RI de cet axe, cette courbe plane ouverte étant située du côté opposé à celui de l'axe de rotation de cette roue par rapport à ce segment de droite, cette courbe plane ouverte étant appelée **profil radial** de cette roue, ce segment de droite étant appelé base du profil radial de cette roue ;

en définissant :

- la couronne de chacune desdites roues comme étant le volume de révolution imaginaire, lié audit moyeu du rotor, que les pales de cette roue balayent, par rapport audit moyeu du rotor, lorsque cette roue tourne autour de son propre axe de rotation, par rapport audit moyeu du rotor ;
- le bord périphérique de chacune desdites pales comme étant la partie de cette pale dont la projection orthogonale sur le plan axial de la roue correspondante forme une bande le long du profil axial de cette pale.

11) Dispositif rotatif d'éolienne selon la revendication 10 **caractérisé** en ce que :
- la disposition desdites roues, par rapport audit moyeu du rotor, et les dimensions desdites roues étant telles que les couronnes desdites roues sont séparées les unes des autres,
- pour chacune desdites roues, le plan axial de cette roue coupe la base du profil radial de cette roue.

12) Dispositif rotatif d'éolienne selon l'une quelconque des revendications 10 à 11 **caractérisé** en ce que pour chacune desdites roues, l'épaisseur du profil radial de cette roue, à la distance **D** de l'axe de rotation de cette roue, est une fonction décroissante de **D**, **en définissant** pour chacune desdites roues l'épaisseur du profil radial de cette roue, à la distance **D** de l'axe de rotation de cette roue, comme étant la longueur du plus long segment de droite, parallèle à l'axe de rotation de cette roue, situé à la distance **D** de cet axe, et dont les extrémités appartiennent à ce profil radial, **D** étant une variable représentant une distance.

13) Dispositif rotatif d'éolienne selon l'une quelconque des revendications 10 à 12 **caractérisé** en ce que pour chacune desdites pales, le profil axial de cette pale est composé d'un arc de cercle, appelé **arc externe**, et de deux segments de droite, appelés **segments latéraux,** chacun de ces segments latéraux joignant une extrémité de l'arc externe de ce profil axial à une extrémité de la base de ce profil axial, l'arc externe de ce profil axial étant centré sur l'axe de rotation de la roue correspondante, le rayon de l'arc externe de ce profil axial étant strictement plus grand que RI, les deux segments latéraux de ce profil axial étant disposés de part et d'autre d'une droite, passant par l'axe de rotation de la roue correspondante, située dans le plan axial de cette roue, et coupant la base de ce profil axial ainsi que l'arc externe de ce profil axial ;
en définissant pour chacune desdites pales :
- **le bord interne** de cette pale comme étant la partie de cette pale dont la projection orthogonale, sur le plan axial de la roue correspondante, forme une bande le long de la base du profil axial de cette pale ;
- **le bord externe** de cette pale comme étant la partie de cette pale dont la projection orthogonale, sur le plan axial de la roue correspondante, forme une bande le long de l'arc externe du profil axial de cette pale ;
- un **bord latéral** de cette pale comme étant la partie de cette pale dont la projection orthogonale, sur le plan axial de la roue correspondante, forme une bande le long de l'un des deux segments latéraux du profil axial de cette pale,

chacune desdites pales ayant ainsi deux bords latéraux, un bord interne et un bord externe.

14) Dispositif rotatif d'éolienne selon la revendication 13 **caractérisé** en ce que pour chacune desdites pales la direction de chacun des segments latéraux, du profil axial de cette pale, passe par l'axe de rotation de la roue correspondante ;
pour chacune desdites pales, l'angle défini par les deux segments latéraux du profil axial de cette pale et sous lequel ce profil axial est vu depuis l'axe de rotation de la roue correspondante étant appelé **angle d'ouverture** de cette pale.

15) Dispositif rotatif d'éolienne selon la revendication 14 **caractérisé** en ce que chacune desdites roues comporte une pale dont l'angle d'ouverture est supérieur ou égal à 180°.

16) Dispositif rotatif d'éolienne selon l'une quelconque des revendications 13 à 15 **caractérisé** en ce que pour chacune desdites pales :
- une partie ou la totalité du bord périphérique de cette pale ayant un profil **en biseau , en arrondi** ou **en escalier,**

- et/ou le bord externe de cette pale ayant un **profil en biseau , en arrondi** ou **en escalier,**
- et/ou chacun des bords latéraux de cette pale ayant un **profil en biseau, en arrondi, ou en escalier**.

17) Dispositif rotatif d'éolienne selon l'une quelconque de revendications 3 à 16 **caractérisé** en ce que le rayon dudit cercle de référence est plus grand que le rayon du disque générateur d'un volume torique appelé **volume_torique de référence**, ledit volume_torique de référence est défini comme étant le volume torique imaginaire balayé par la rotation autour de l'axe dudit dispositif d'un disque imaginaire, appelé disque générateur, coplanaire avec l'axe dudit dispositif, centré sur la circonférence dudit cercle de référence, et dont le rayon équivaut à la distance entre la circonférence dudit cercle de référence et un des points du profil radial, de l'une desdites roues, les plus éloignés de l'axe dudit dispositif.

18) Dispositif rotatif d'éolienne selon la revendication 17 **caractérisé** en ce que ledit rotor comporte en plus une paroi, appelée **paroi_ceinture** , ladite paroi_ceinture étant destinée à diriger les particules d'air vers les pales ; ladite paroi_ceinture étant montée solidaire dudit moyeu du rotor ou bien faisant partie dudit moyeu du rotor ; ladite paroi_ceinture entourant l'axe dudit dispositif et coupant ledit volume_torique de référence ; ladite paroi_ceinture comportant nbr fentes disposées autour de l'axe dudit dispositif ; chacune desdites roues étant associée à une desdites fentes qu'elle traverse ; chacune desdites roues étant séparée de ladite paroi_ceinture, au niveau de la fente correspondante, par un jeu minimal permettant à cette roue de pouvoir tourner librement, autour de son propre axe de rotation par rapport audit moyeu du rotor, sans que cette roue puisse entrer en contact avec ladite paroi_ceinture.

19) Dispositif rotatif d'éolienne selon la revendication 18 **caractérisé** en ce que ladite paroi_ceinture est telle qu'une partie de sa surface extérieure, appelée **surface_ceinture** , a la forme d'une surface de révolution traversée par lesdites fentes, ladite surface_ceinture étant engendrée par la rotation autour de l'axe dudit dispositif d'une courbe plane coplanaire avec l'axe dudit dispositif, appelée courbe génératrice ; cette courbe génératrice étant telle que ladite surface_ceinture divise ledit volume_torique de référence en deux zones distinctes appelées respectivement zone interne et zone externe qui sont telles que quelque soit la position dudit moyeu du rotor par rapport audit stator :

- ladite zone interne contient :
  - la partie dudit moyeu du rotor se trouvant à l'intérieur dudit volume_torique de référence,
  - la partie desdits moyens de synchronisation se trouvant à l'intérieur dudit volume_torique de référence,
  - la partie de ladite paroi_ceinture se trouvant à l'intérieur dudit volume_torique de référence,
  - le moyeu de chacune desdites roues ;
- ladite zone externe étant destinée à accueillir en son sein les pales desdites roues, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator.

20) Dispositif rotatif d'éolienne selon la revendication 19 **caractérisé** en ce que :

- ladite zone externe entoure ladite zone interne de telle manière qu'il existe une partie de ladite zone externe plus éloignée de l'axe dudit dispositif que n'importe quelle partie de ladite zone interne,

- la courbe génératrice de ladite surface_ceinture étant telle que le volume de ladite zone externe est nettement plus grand que le volume de ladite zone interne.

21) Dispositif rotatif d'éolienne selon l'une quelconque des revendications 19 à 20 **caractérisé** en ce que pour chacune desdites roues, ledit rotor comporte en plus un ensemble de parois appelé **poche**, la poche de chaque roue étant destinée à isoler cette roue des autres roues au sein de ladite zone interne ; pour chacune desdites roues, la poche de cette roue permettant d'empêcher les particules d'air traversant la fente correspondante à cette roue d'atteindre une autre roue à travers ladite zone interne ;
pour chacune desdites roues, la poche de cette roue étant montée solidaire dudit moyeu du rotor ou bien faisant partie dudit moyeu du rotor ;
pour chacune desdites roues, la poche étant telle qu'elle forme avec ledit moyeu du rotor et avec ladite paroi_ceinture une cavité, appelée cavité_poche, la cavité_poche de cette roue comportant comme seules ouvertures la fente correspondante à cette roue ainsi qu'au moins une ouverture, appelée ouverture_moyeu, les ouvertures_moyeu de la cavité_poche de cette roue permettant au moyeu de cette roue d'être relié, à travers elles, audit moyeu du rotor ainsi qu'audits moyens de synchronisation ;
pour chacune desdites roues, la poche de cette roue étant séparée des pales de cette roue par un jeu minimal permettant aux pales de cette roue de ne jamais entrer en contact avec la poche de cette roue lorsque cette roue tourne autour de son propre axe de rotation par rapport audit moyeu du rotor.

22) Dispositif rotatif d'éolienne selon l'une quelconque des revendications 19 à 21 **caractérisé** en ce que dans un plan contenant l'axe dudit dispositif, un disque générateur dudit volume_torique de référence ainsi que la courbe génératrice de ladite surface_ceinture, cette courbe génératrice étant composée d'un segment de droite (UV), d'un arc de cercle (VY) et d'un segment de droite (YZ), l'arc de cercle (VY) étant centré sur la circonférence dudit cercle de référence, la taille du rayon de l'arc de cercle (VY) étant plus grande que RI et plus petite que RT, les segments de droite (UV) et (YZ) coupant chacun la circonférence de ce disque générateur dudit volume_torique de référence, le segment de droite (UV) et l'arc de cercle (VY) ayant en commun l'extrémité (V), l'arc de cercle (VY) et le segment de droite (YZ) ayant en commun l'extrémité (Y) ; RI étant la taille du rayon du disque générateur du cylindre de référence de l'une desdites roues, et RT étant la taille du rayon du disque générateur dudit volume_torique de référence

23) Dispositif rotatif d'éolienne selon la revendication 22 **caractérisé** en ce que la courbe génératrice de ladite surface_ceinture étant telle que :

- la droite contenant le segment de droite (UV) est parallèle à l'axe dudit dispositif et passe par le centre de l'arc de cercle (VY),
- la droite contenant le segment de droite (YZ) est parallèle à l'axe dudit dispositif et passe par le centre de l'arc de cercle (VY),
- l'arc de cercle (VY) étant disposé du côté opposé à l'axe dudit dispositif par rapport au segment de droite (UV).

24) Dispositif rotatif d'éolienne selon l'une quelconque des revendications 18 à 23 **caractérisé** en ce qu'il comporte en plus un ensemble de parois, appelé **enveloppe**, ladite enveloppe étant montée solidaire dudit stator, ladite enveloppe formant avec ladite paroi_ceinture au moins une cavité, appelée cavité élémentaire ;
chacune desdites cavités élémentaires pouvant contenir un volume associé à une desdites pales, appelé volume élémentaire ; chacun desdits volumes élémentaires est défini comme étant un volume imaginaire que la pale correspondante balaye à l'intérieur de ladite zone

externe, lorsque ledit moyeu du rotor tourne, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, et que cette pale pénètre à l'intérieur de ladite zone externe et effectue un tour complet, autour de l'axe de rotation de sa roue par rapport audit moyeu du rotor, chacune desdites pales pouvant ainsi balayer nbTR volumes élémentaires ;
ladite enveloppe étant telle qu'elle est séparée de ladite paroi_ceinture par un jeu minimal permettant à ladite enveloppe de ne jamais entrer en contact avec ladite paroi_ceinture, lorsque ladite paroi_ceinture accompagne ledit moyeu du rotor dans son mouvement de rotation autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator ;
en définissant pour chacune desdites cavités élémentaires sa paroi_enveloppe comme étant l'ensemble des parois de cette cavité élémentaire qui appartient à ladite enveloppe, chacune desdites cavités élémentaire étant telle que sa paroi_enveloppe est séparée du volume élémentaire correspondant par un jeu minimal permettant à chacune desdites pales balayant ce volume élémentaire de ne jamais entrer en contact avec sa paroi_enveloppe ;
pour chacune desdites cavités élémentaires, sa paroi_enveloppe étant telle qu'elle comporte au moins une ouverture, appelée **ouverture d'admission**, et au moins une ouverture, appelée **ouverture de refoulement**, ces ouvertures étant disposées de manière à permettre aux particules d'air, lorsque ledit moyeu du rotor tourne dans un sens donné autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, de pouvoir pénétrer à l'intérieur de cette cavité élémentaire à travers les ouvertures d'admission correspondantes, et de pouvoir quitter cette cavité élémentaire à travers les ouvertures de refoulement correspondantes.

25) Dispositif rotatif d'éolienne selon la revendication 24 **caractérisé** en ce que pour chacune desdites cavités élémentaires, la paroi_enveloppe de cette cavité élémentaire étant obtenue à partir d'une paroi appelée **paroi hélico-toroïdale**, en éliminant une partie de cette paroi-hélicoïdale de manière à éviter tout contact entre cette paroi_enveloppe et ladite paroi_ceinture, lorsque ledit moyeu du rotor tourne autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator ;
pour chacune desdites cavités élémentaires, la paroi hélico-toroïdale correspondante étant une paroi engendrée par une surface plane liée à une desdites pales, lorsque cette surface plane accompagne cette pale dans son mouvement et que cette pale balaye le volume élémentaire correspondant à cette cavité élémentaire, cette surface plane étant incluse dans le plan axial de la roue correspondante à cette pale, cette surface plane entourant par l'extérieur le profil axial de cette pale tout en étant séparée de ce profil axial par un jeu minimal.

26) Dispositif rotatif d'éolienne selon l'une quelconques des revendications 24 à 25 **caractérisé** en ce pour chacune desdites cavités élémentaires, l'ensemble des ouvertures d'admission et l'ensemble des ouvertures de refoulement de sa paroi_enveloppe étant séparés entre eux et disposés par rapport à cette paroi_enveloppe de manière à pouvoir diviser cette cavité élémentaire en trois zones successives : **une zone d'admission, une zone de travail** et **une zone de refoulement** qui sont telles que lorsqu'une pale pénètre à l'intérieur de cette cavité élémentaire pour balayer le volume élémentaire correspondant, cette pale balaye d'abord la zone d'admission, puis la zone de travail et enfin la zone de refoulement, au sein de la zone d'admission cette pale est mise en regard d'au moins une ouverture d'admission, puis au sein de la zone de travail cette pale se trouve éloignée des ouvertures d'admission et des ouvertures de refoulement, et au sein de la zone de refoulement cette pale est mise en regard d'au moins une ouverture de refoulement.

27) Dispositif rotatif d'éolienne selon la revendication 26 **caractérisé** en ce que **le nombre desdites roues** et **la disposition desdites roues**, par rapport audit moyeu du rotor, étant tels que quelque soit la position dudit moyeu du rotor par rapport audit stator, la zone de

travail de chacune desdites cavités élémentaires est **constamment traversée** par au moins une desdites pales.

28) Dispositif rotatif d'éolienne selon l'une quelconque des revendications 24 à 27 **caractérisé** en ce qu'il comporte en plus des **moyens d'interception** et/ou des **moyens d'évacuation**,
lesdits moyens d'interception permettant de canaliser les particules d'air entre l'extérieur et l'intérieur desdites cavités élémentaires, à travers au moins une section, appelée section d'entrée, située à l'extérieur de ladite enveloppe, ainsi qu'à travers les ouvertures d'admission desdites cavités élémentaires;
lesdits moyens d'évacuation permettant de canaliser les particules d'air entre l'intérieur et l'extérieur desdites cavités élémentaires, à travers les ouvertures de refoulement desdites cavités élémentaires, ainsi qu'à travers au moins une section, appelée section de sortie, située à l'extérieur de ladite enveloppe.

29) Dispositif rotatif d'éolienne selon l'une quelconque des revendications 24 à 28 **caractérisé** en ce qu'il comporte en plus des **moyens d'étanchéité**, lesdits moyens d'étanchéité permettant de réduire le débit des particules d'air pouvant passer à travers les jeux existants entre chacune desdites roues et ladite paroi_ceinture, et/ou entre ladite paroi_ceinture et ladite enveloppe, et/ou entre chacune desdites pales et ladite enveloppe ; lesdits moyens d'étanchéité comportant des éléments d'étanchéité, lesdits éléments d'étanchéité pouvant être de type labyrinthes ou de type segments avec ressorts logés dans des rainures ; lesdits éléments d'étanchéités étant installés sur les parois desdites fentes, et/ou sur le bord périphérique de chacune desdites pales, et/ou sur certaines parties de ladite enveloppe situées en regard de ladite paroi_ceinture, et/ou sur certaines parties de ladite paroi_ceinture situées en regard de ladite enveloppe.

30) Dispositif rotatif d'éolienne selon l'une quelconque des revendications 24 à 29 **caractérisé** en ce que :

- ledit moyeu du rotor est monté solidaire dudit stator,
- ladite enveloppe est montée tournante, autour de l'axe dudit dispositif, sur ledit stator,
- lesdits moyens de synchronisation permettant d'asservir le mouvement de rotation de chacune desdites roues et de le synchroniser avec le mouvement de rotation de ladite enveloppe de telle manière que pour tout indice i compris entre 1 et nbr :
    - lorsque ladite enveloppe tourne en continu dans un même sens, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, lesdits moyens de synchronisation contraignent la roue (Ri) de tourner simultanément en continu dans un même sens, autour de son propre axe de rotation (Ai) par rapport audit stator,
    - à chaque fois et en même temps que ladite enveloppe effectue un tour complet, autour de l'axe dudit dispositif par rapport audit stator, lesdits moyens de synchronisation contraignent la roue (Ri) d'effectuer nbTR tour(s) complet(s), autour de son propre axe de rotation (Ai) par rapport audit stator, nbTR étant un nombre entier donné strictement positif,
- lesdits moyens de synchronisation étant tels que lorsque la vitesse de rotation de ladite enveloppe est constante, la vitesse de rotation de chacune desdites roues est aussi constante.

31) Dispositif destiné à la propulsion aérienne d'aéronefs **caractérisé** en ce qu'il intègre au moins un dispositif rotatif selon l'une quelconque des revendications précédentes.

5

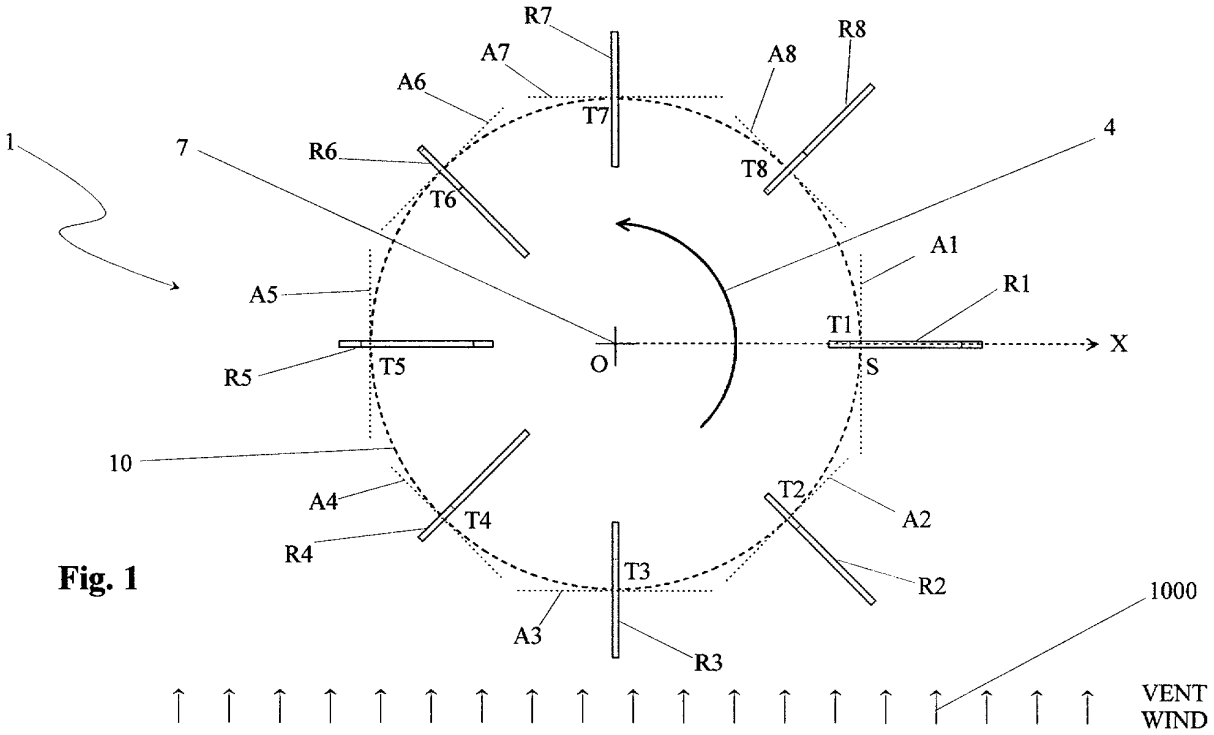


Fig. 1

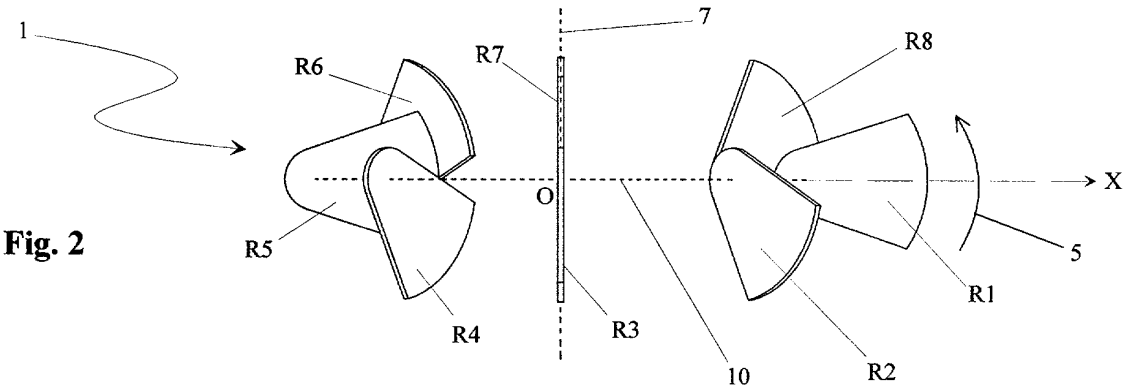


Fig. 2

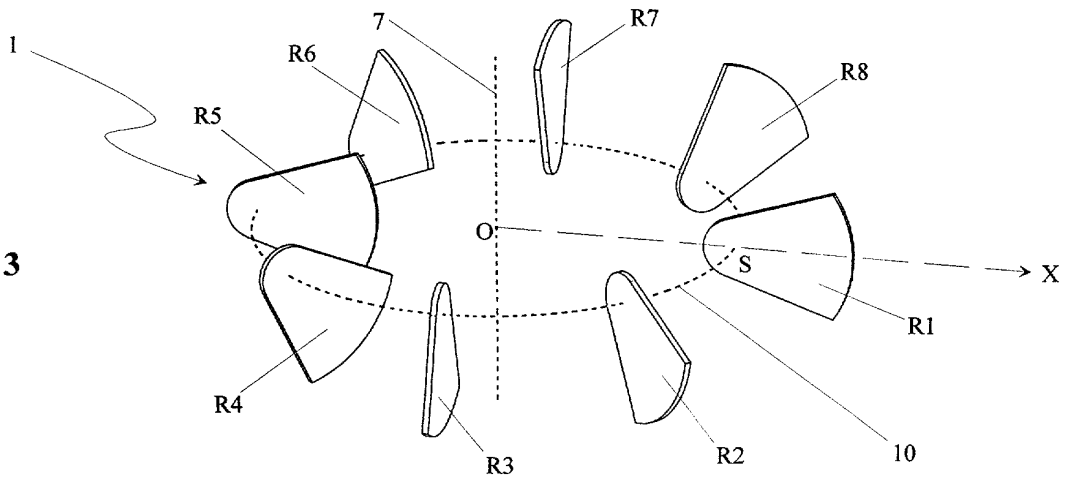


Fig. 3

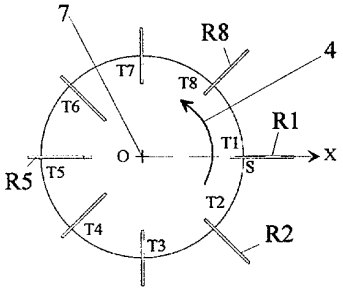


Fig. 4a

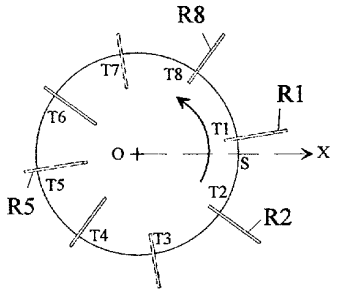


Fig.4b

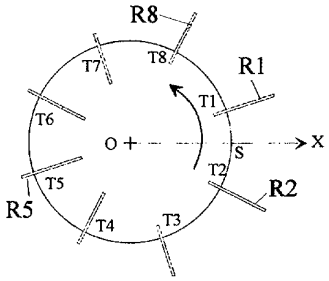


Fig. 4c

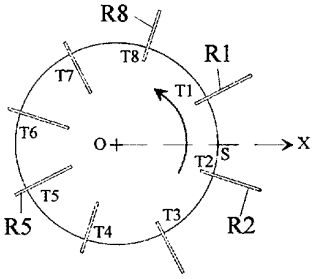


Fig. 4d

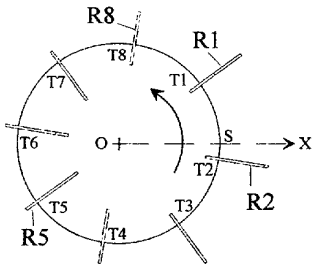


Fig. 4e

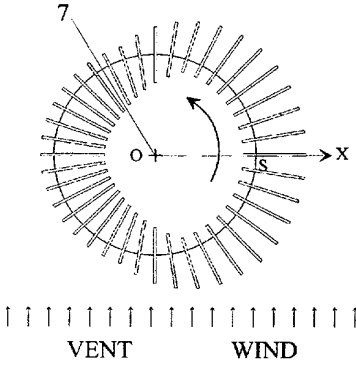


Fig. 4f

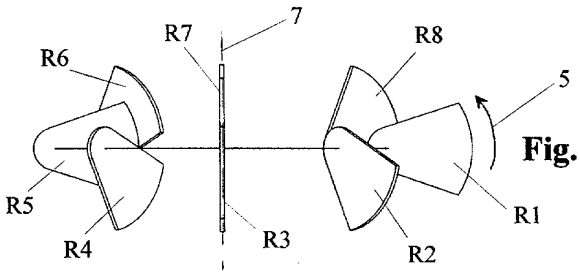


Fig. 5a

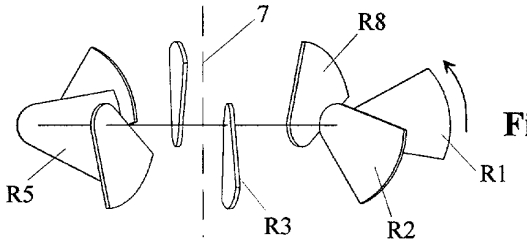


Fig. 5b

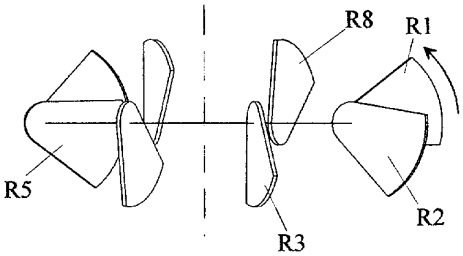


Fig. 5c

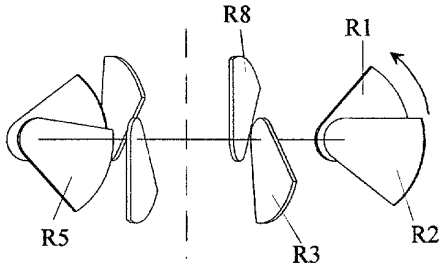


Fig. 5d

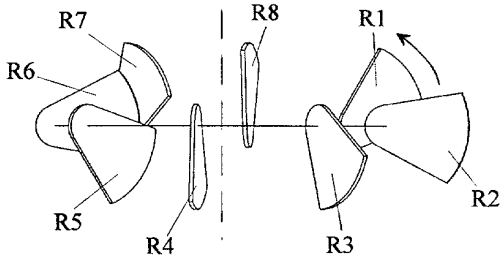


Fig. 5e

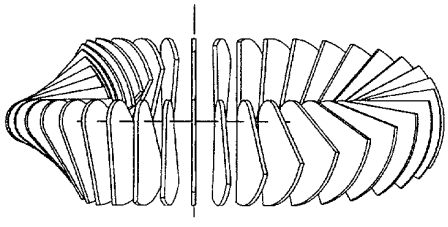


Fig. 5f

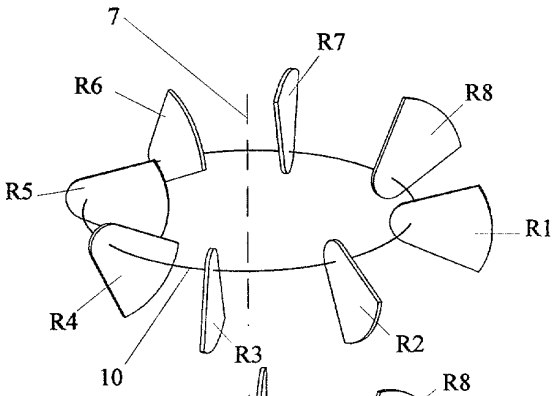


Fig. 6a

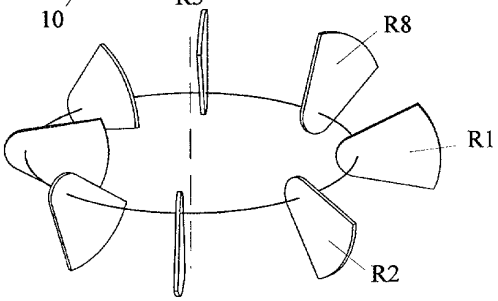


Fig. 6b

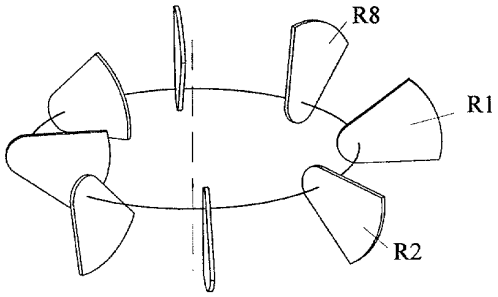


Fig. 6c

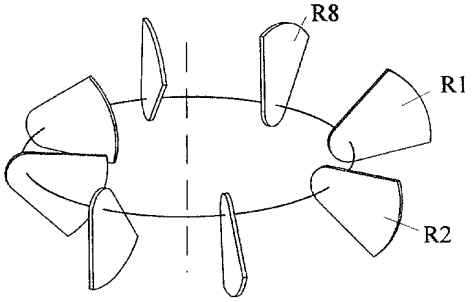


Fig. 6d

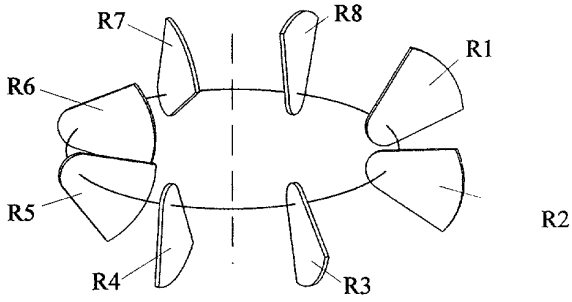


Fig. 6e

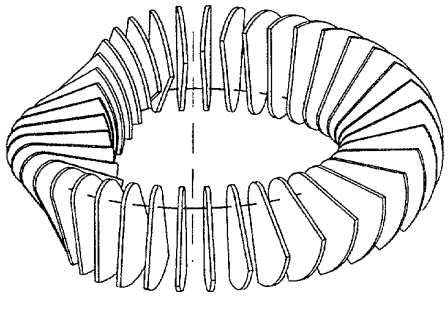


Fig. 6f

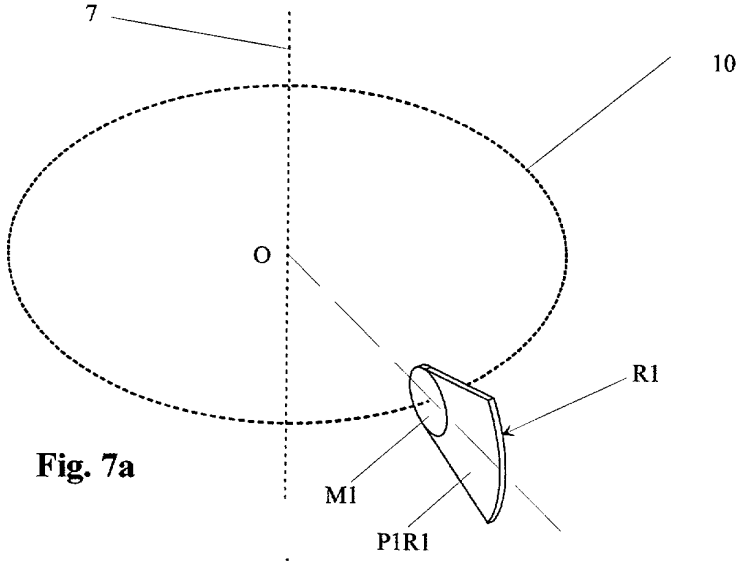


Fig. 7a

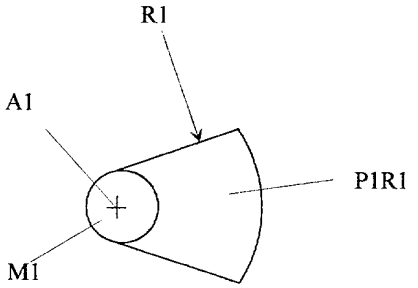


Fig. 7b

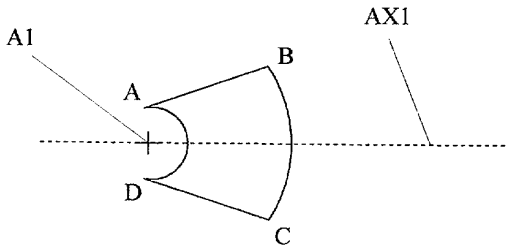


Fig.7c

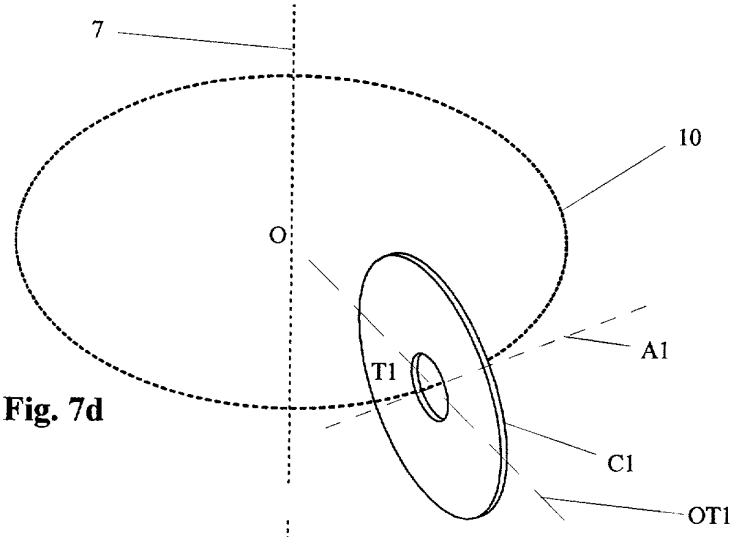


Fig. 7d

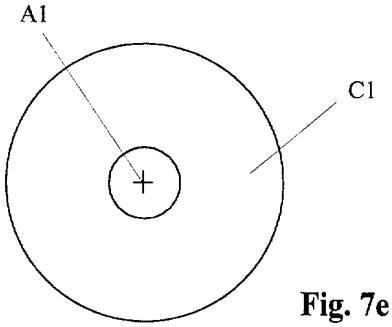


Fig. 7e

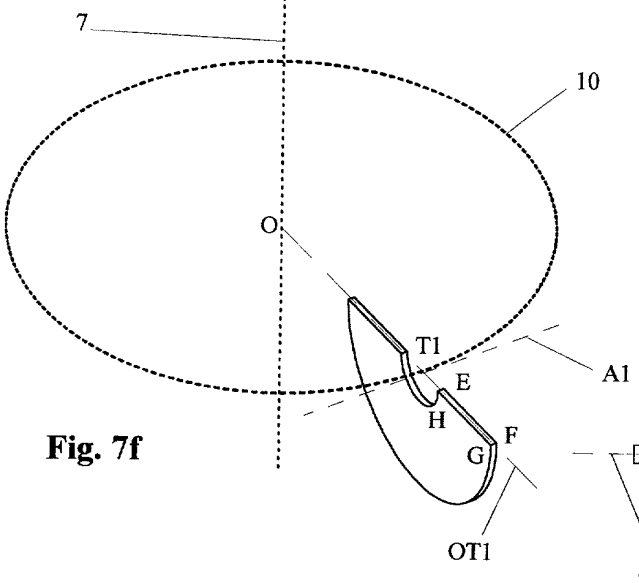


Fig. 7f

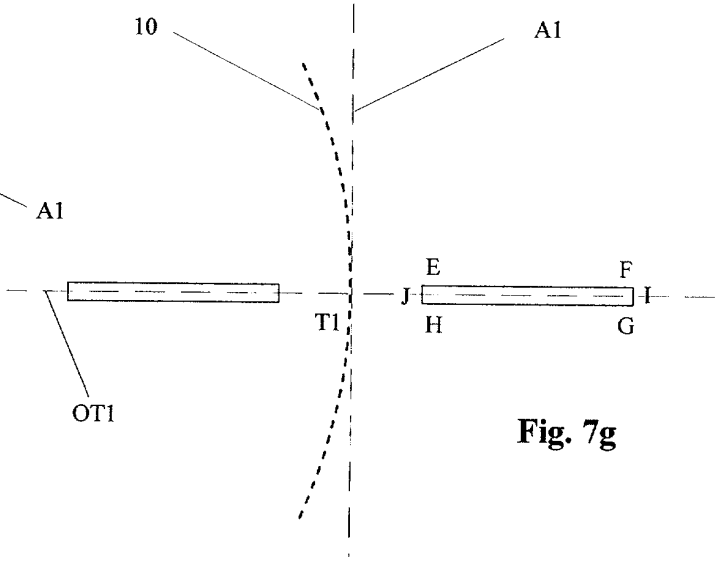


Fig. 7g

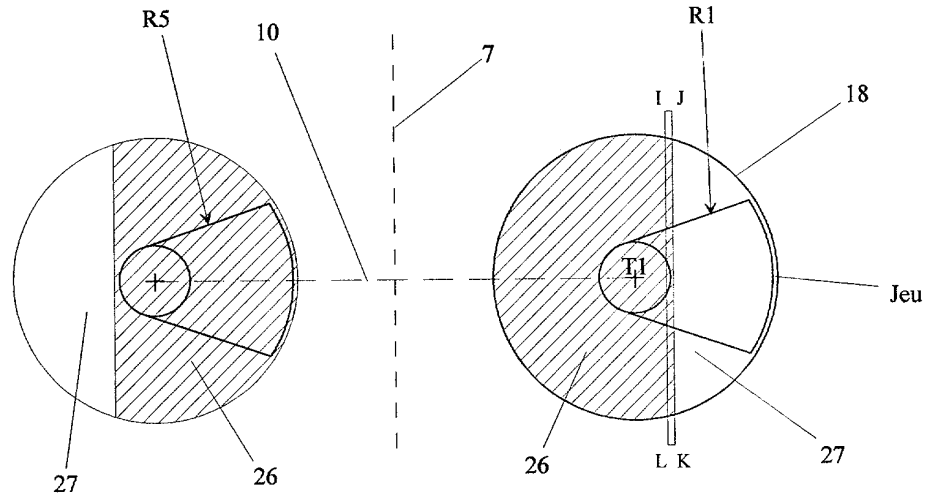


Fig. 8a

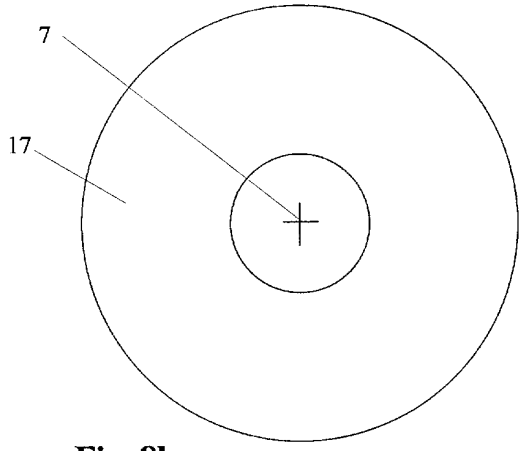


Fig. 8b

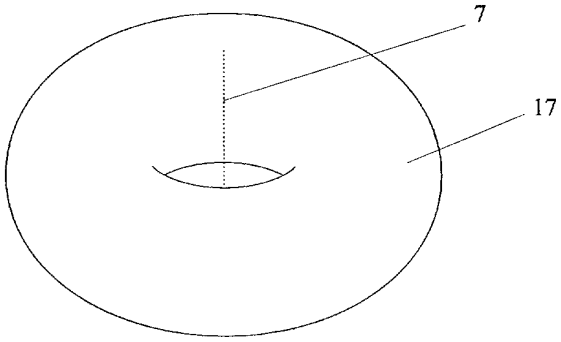


Fig. 8c

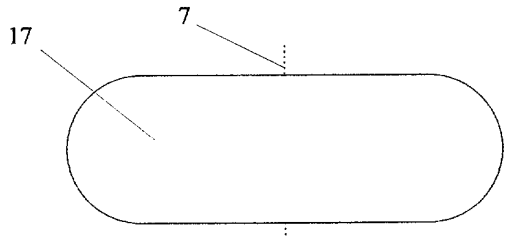


Fig. 8d

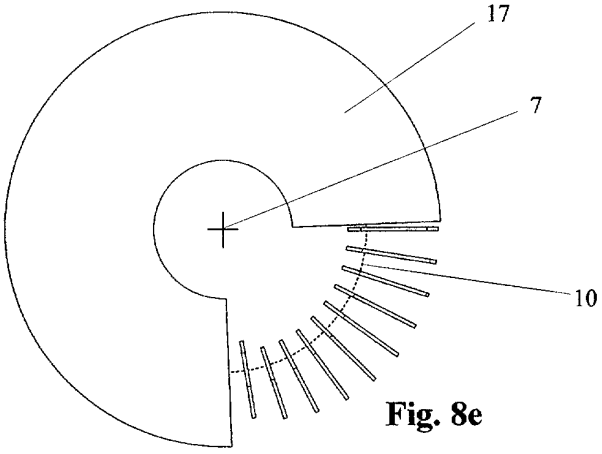


Fig. 8e

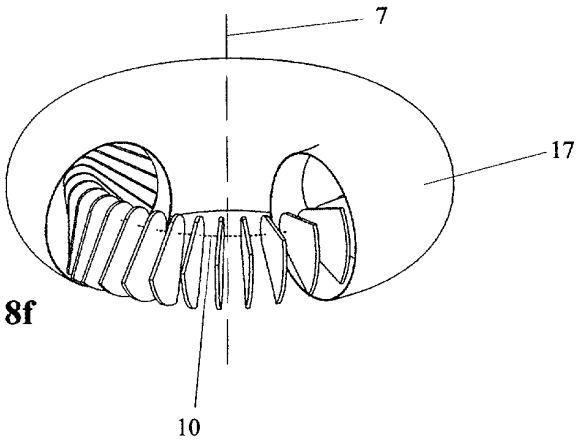


Fig. 8f

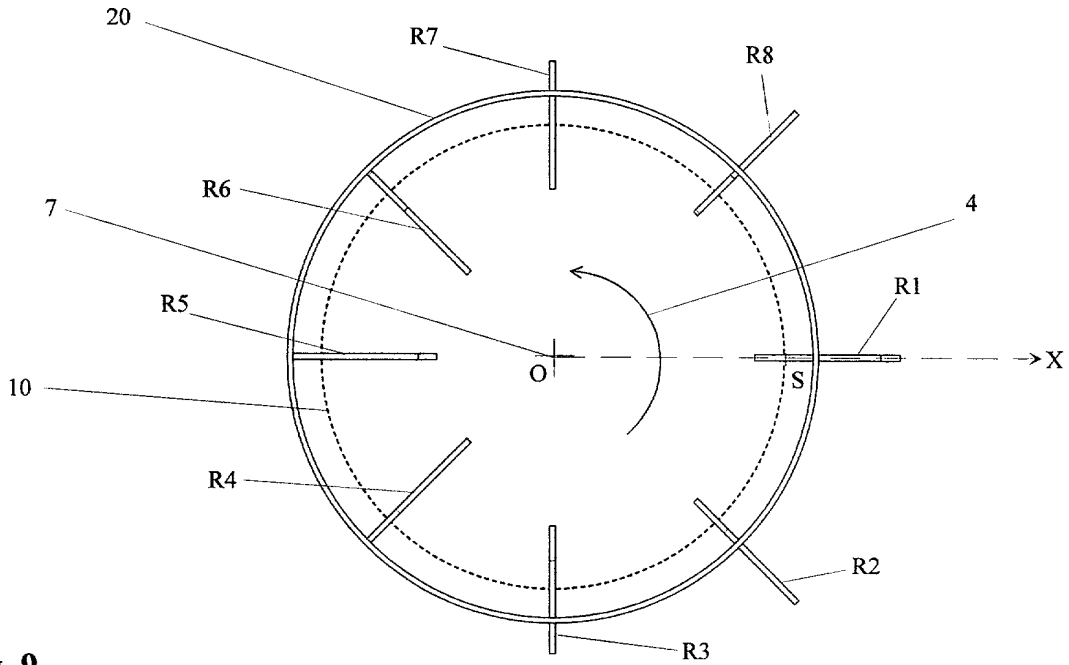
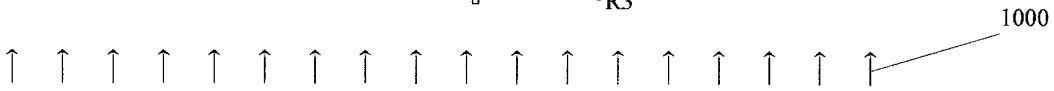


Fig. 9



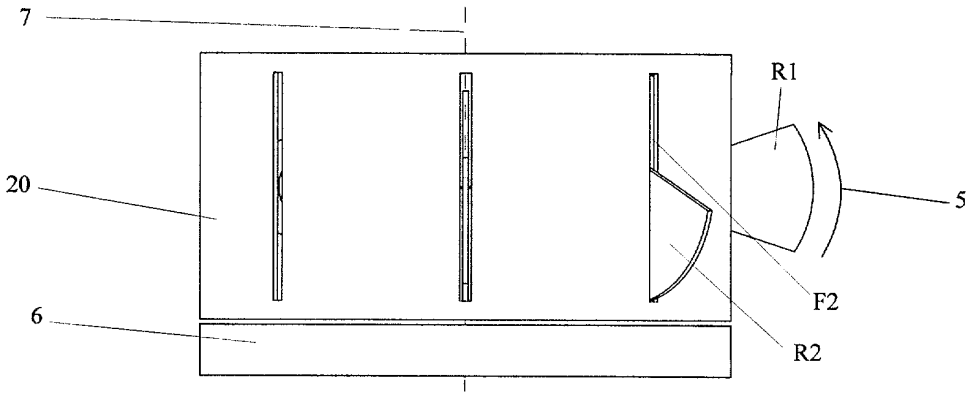


Fig.10

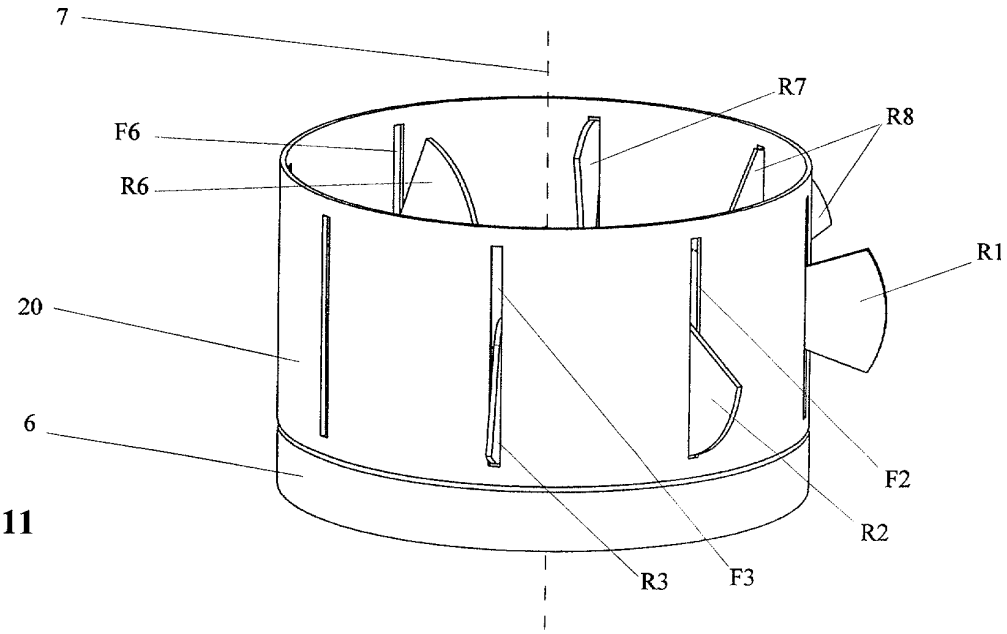


Fig.11

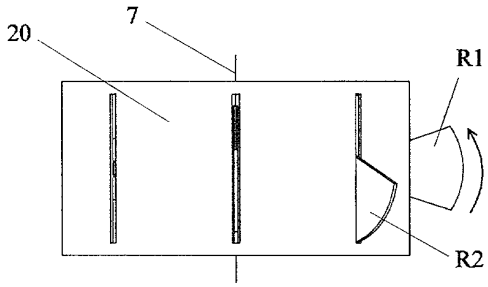


Fig.12a

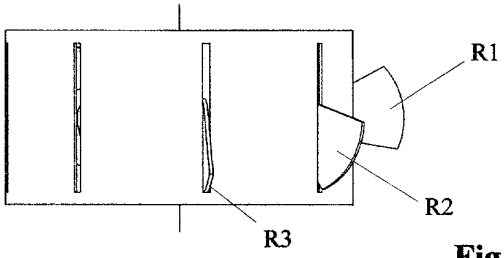


Fig. 12b

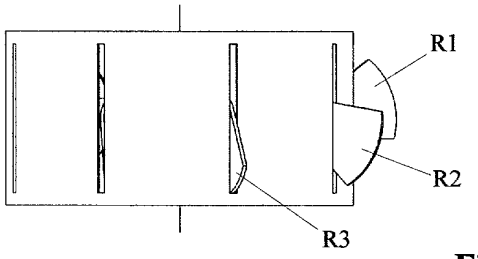


Fig. 12c

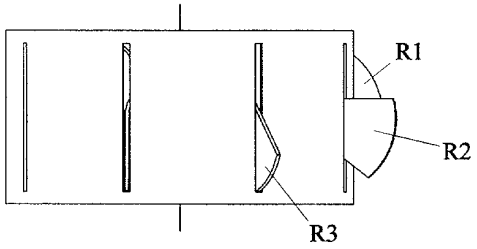


Fig. 12d

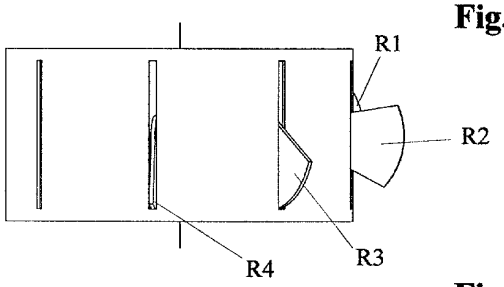


Fig. 12e

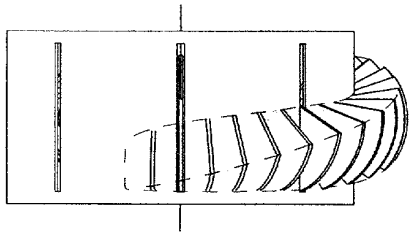


Fig. 12f

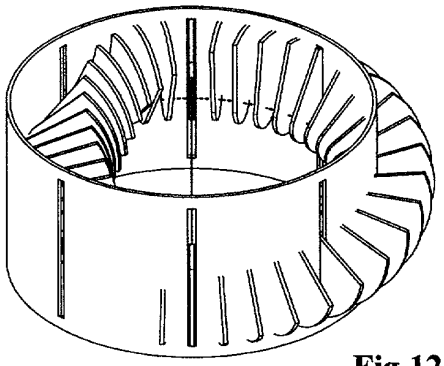


Fig.12g

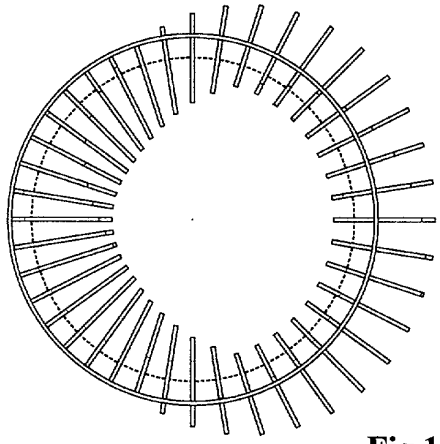


Fig.12h

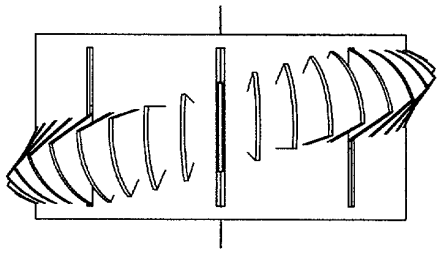


Fig.12j

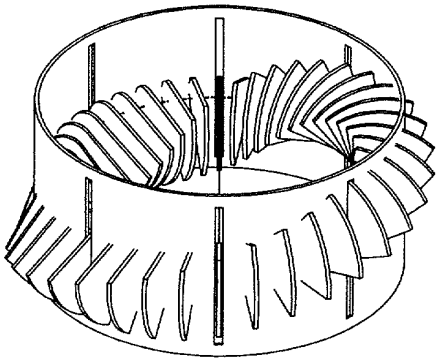


Fig.12k

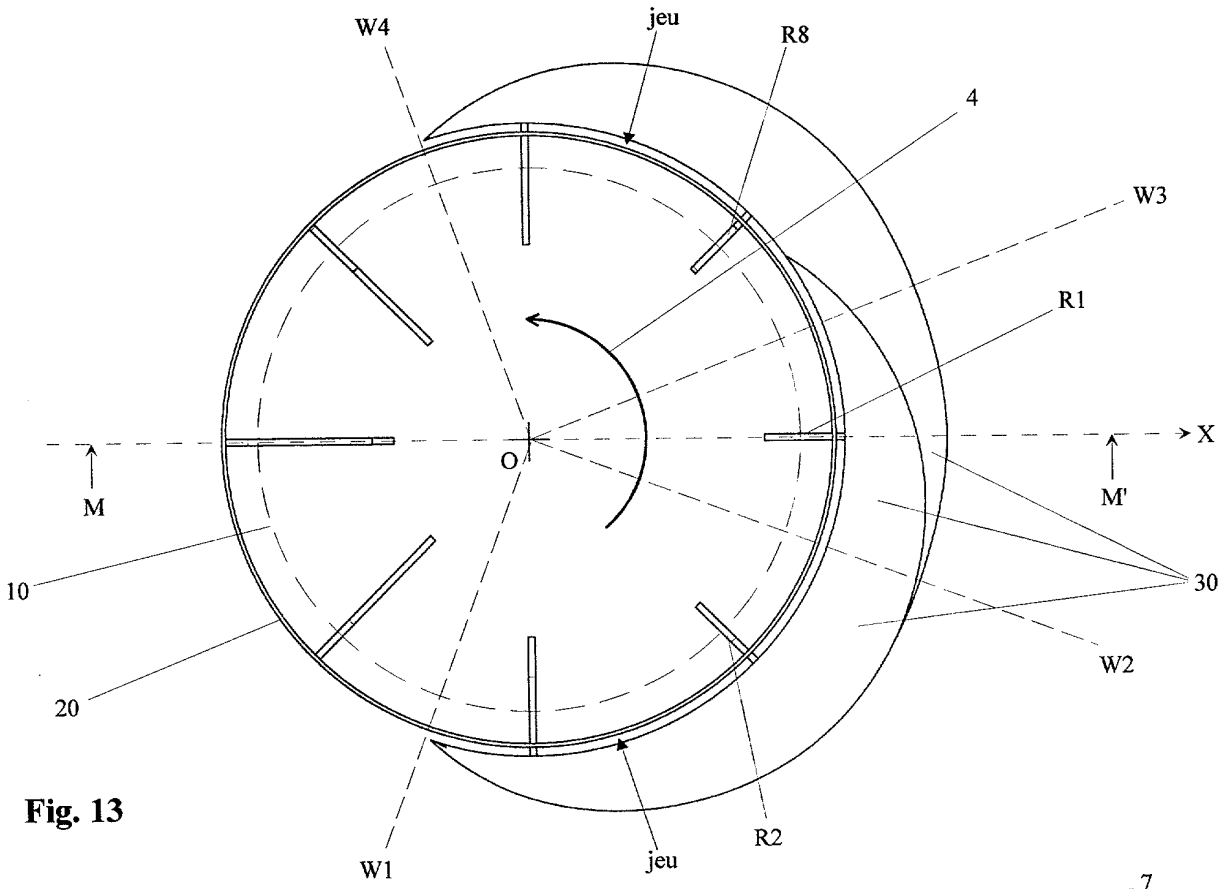


Fig. 13

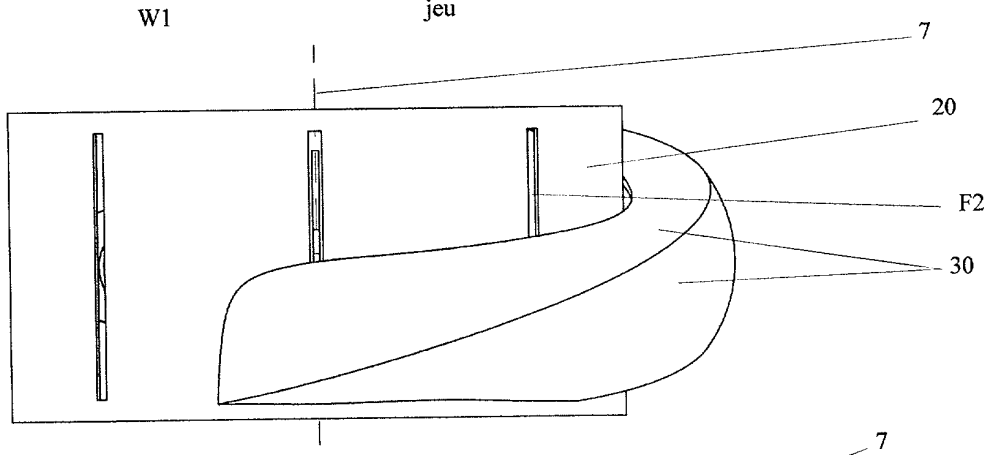


Fig. 14

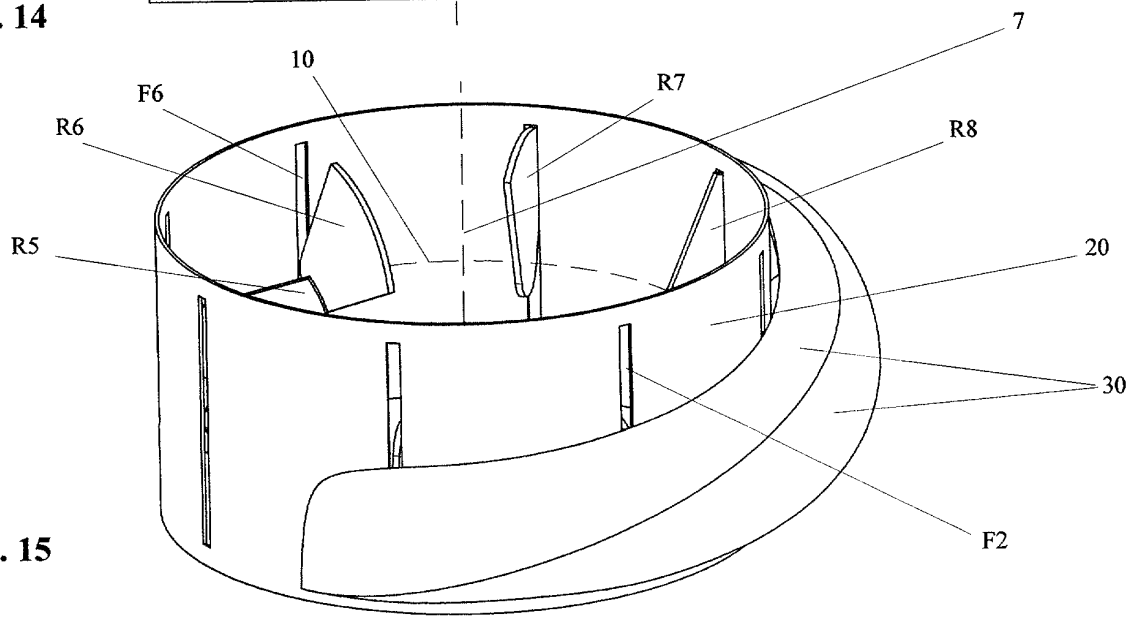


Fig. 15

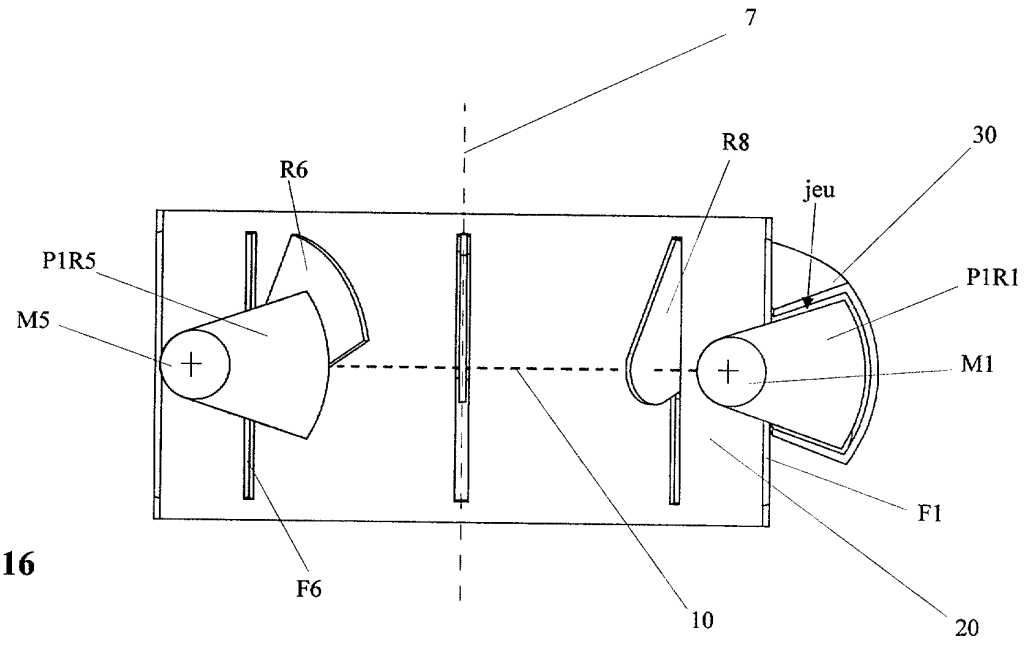

7
R6
R8
30
jeu
P1R5
P1R1
M5
M1
F1
F6
10
20

Fig. 16

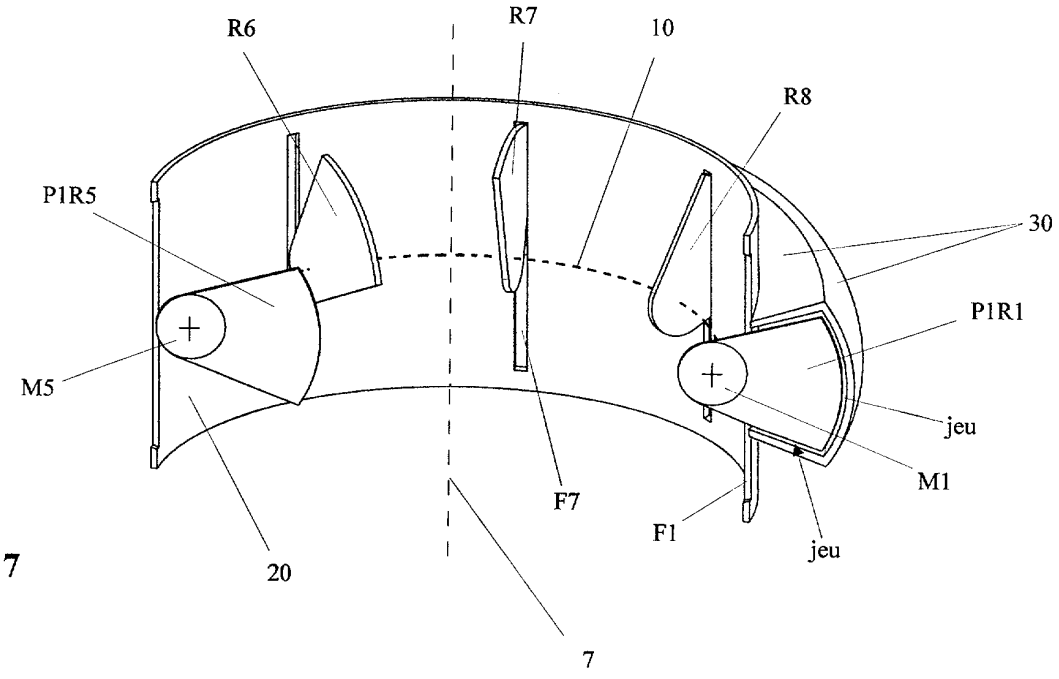

R6
R7
10
R8
P1R5
30
P1R1
M5
jeu
M1
F7
F1
jeu
20
7

Fig. 17

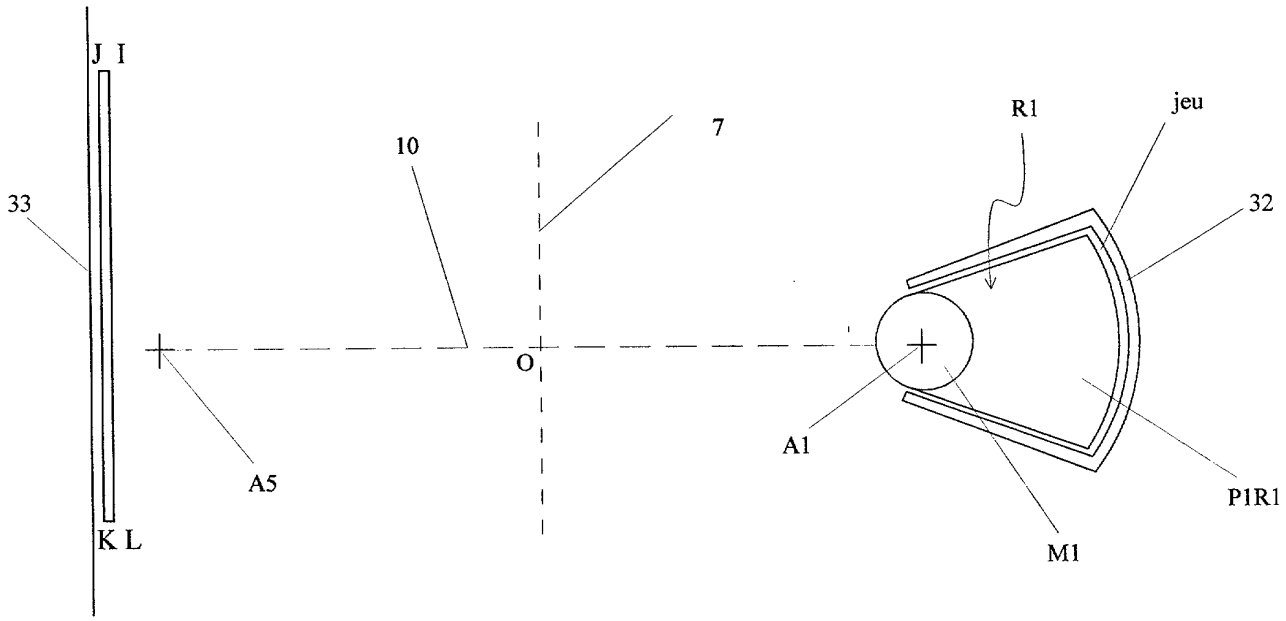


Fig. 18a

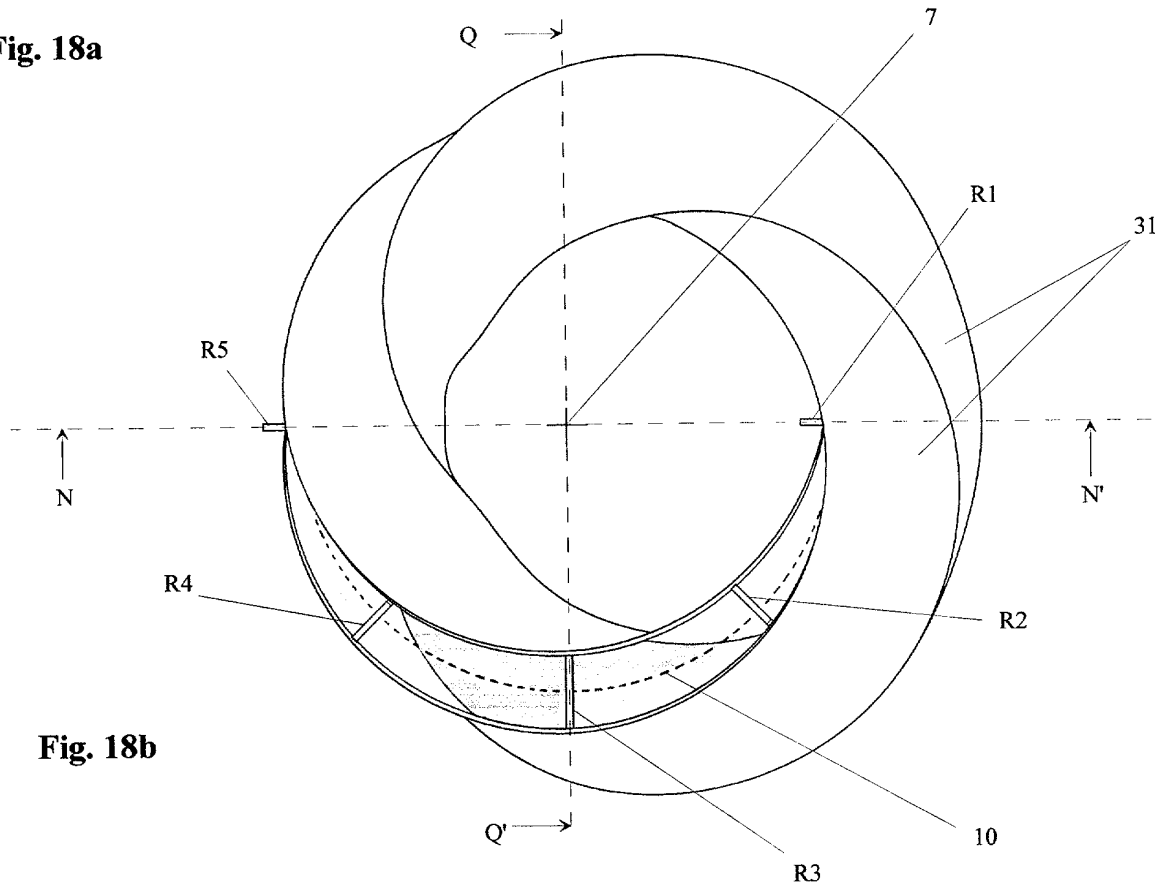


Fig. 18b

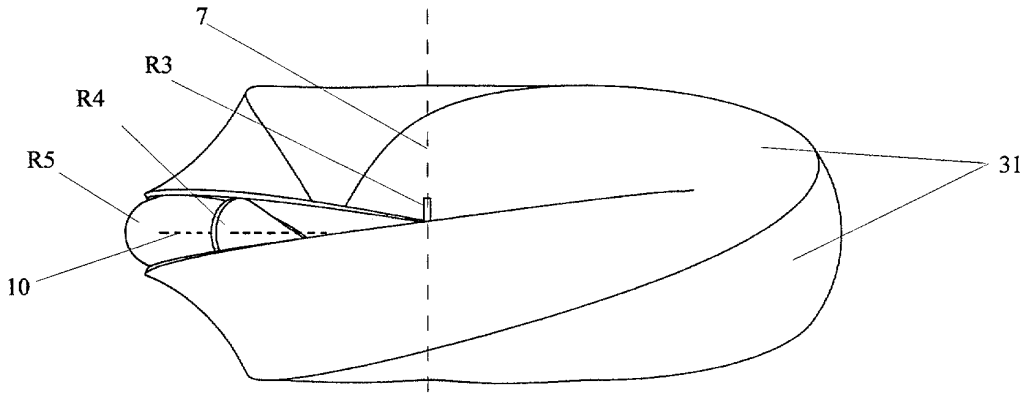


Fig. 19

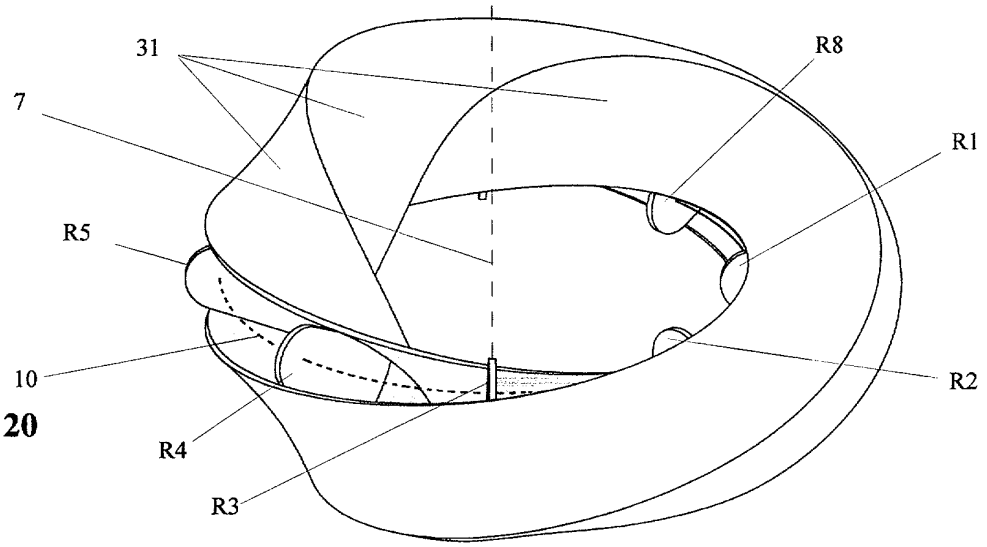


Fig. 20

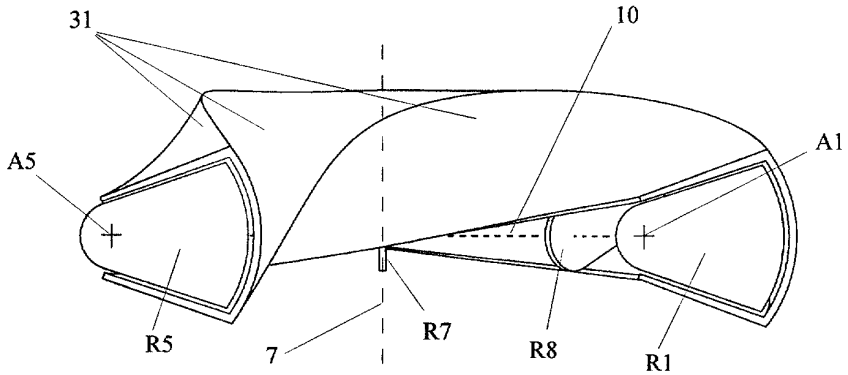


Fig. 21

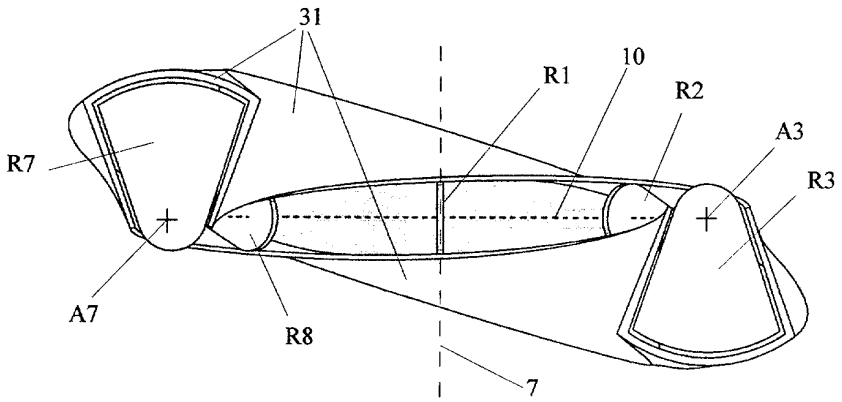


Fig. 22

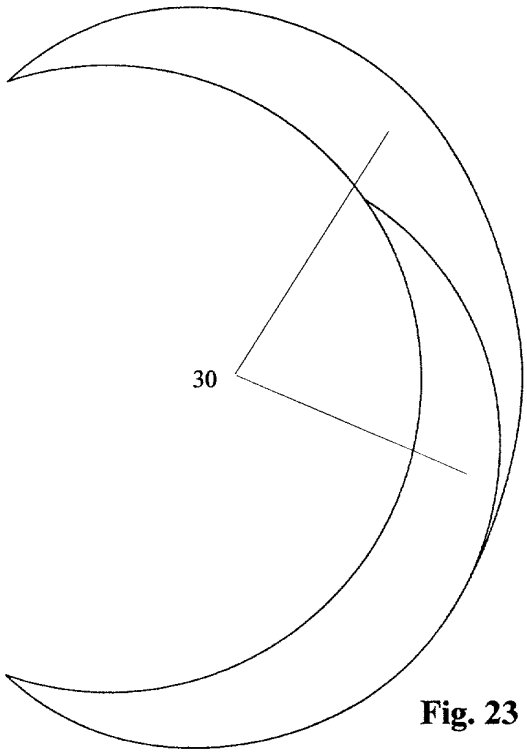


Fig. 23

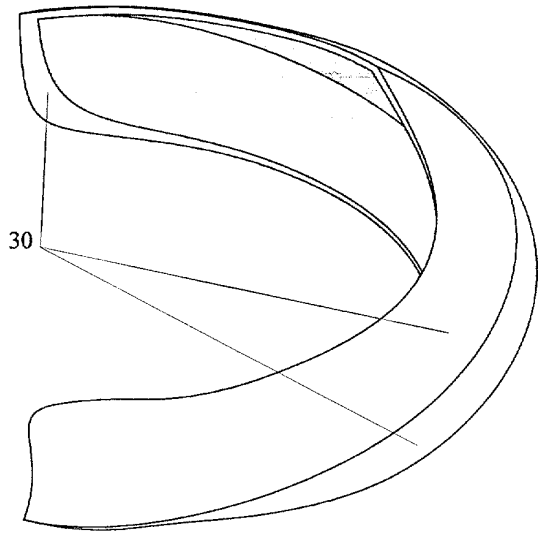


Fig. 24

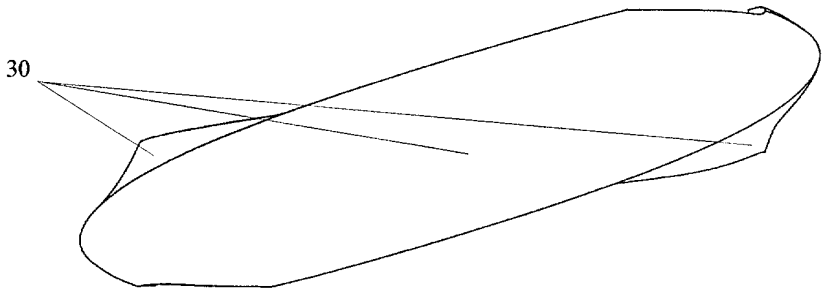


Fig. 25

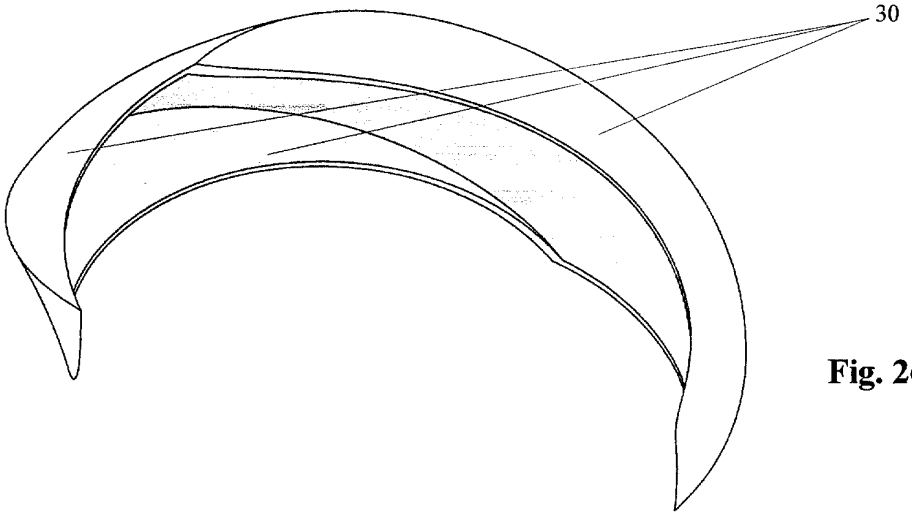


Fig. 26

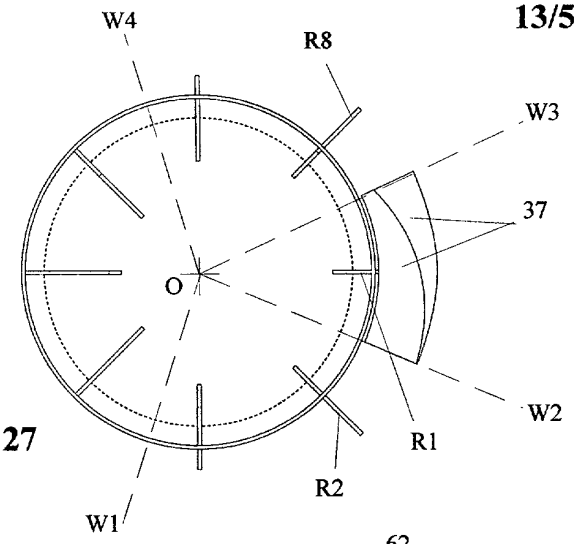


Fig. 27

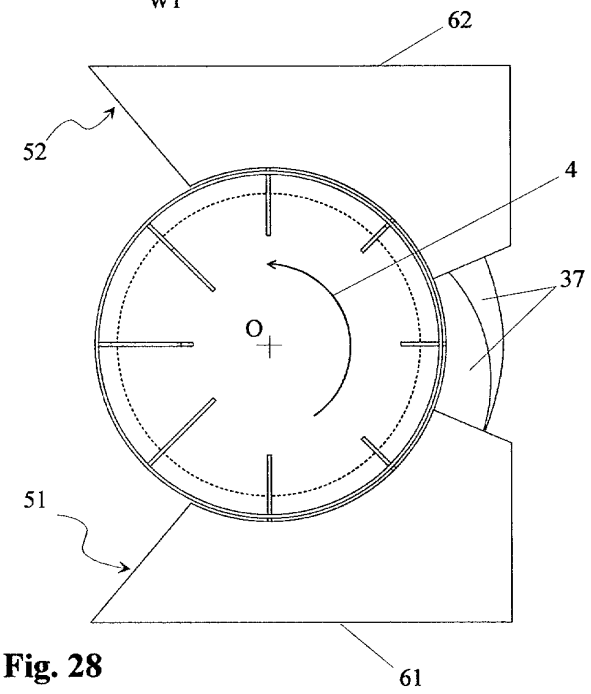


Fig. 28

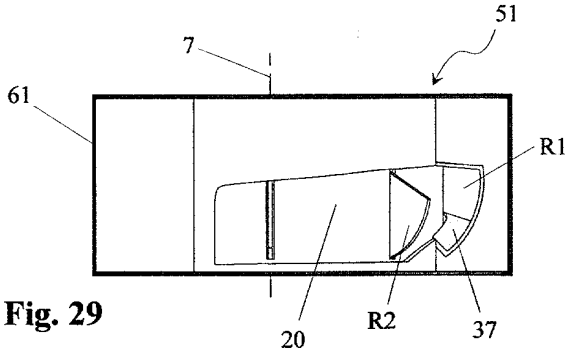


Fig. 29

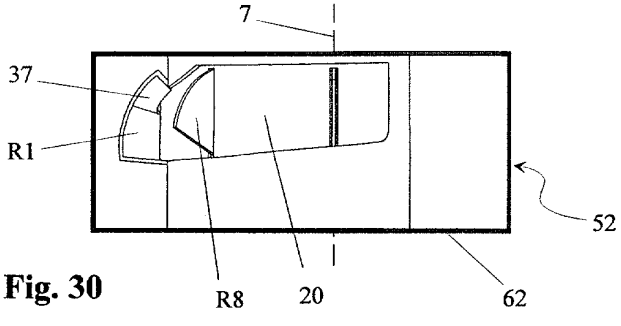


Fig. 30

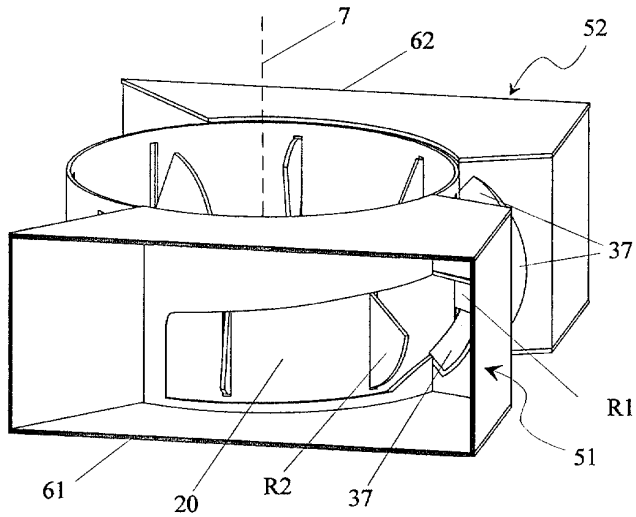


Fig. 31a

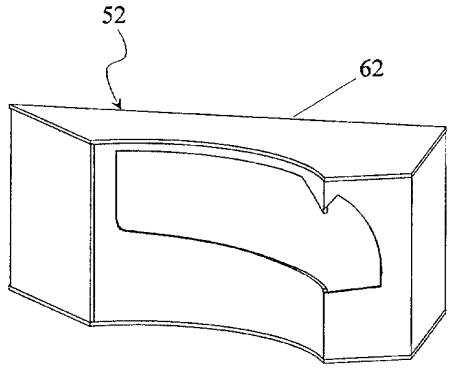


Fig. 31b

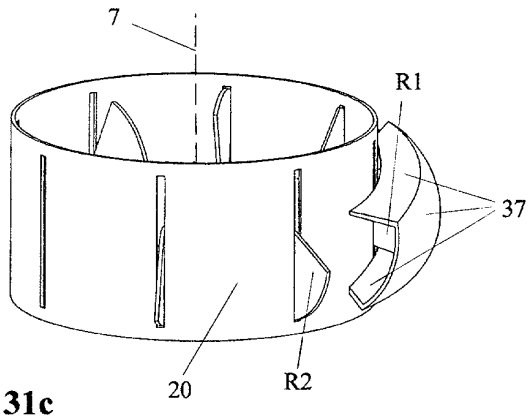


Fig. 31c

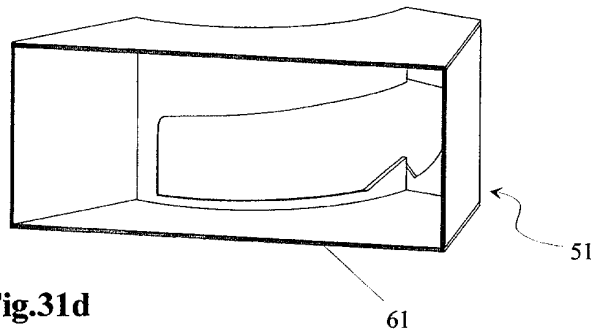


Fig.31d

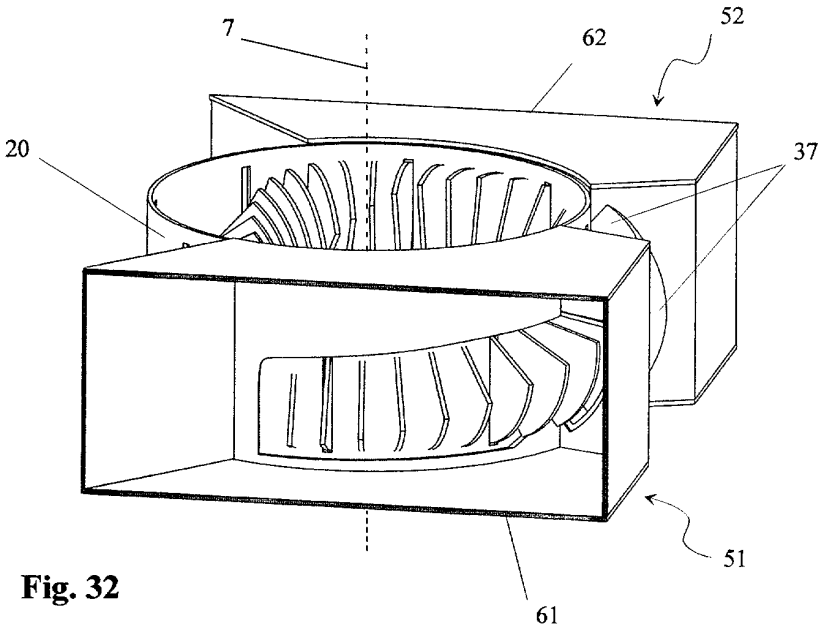


Fig. 32

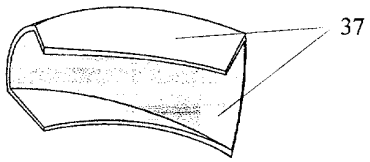


Fig. 33

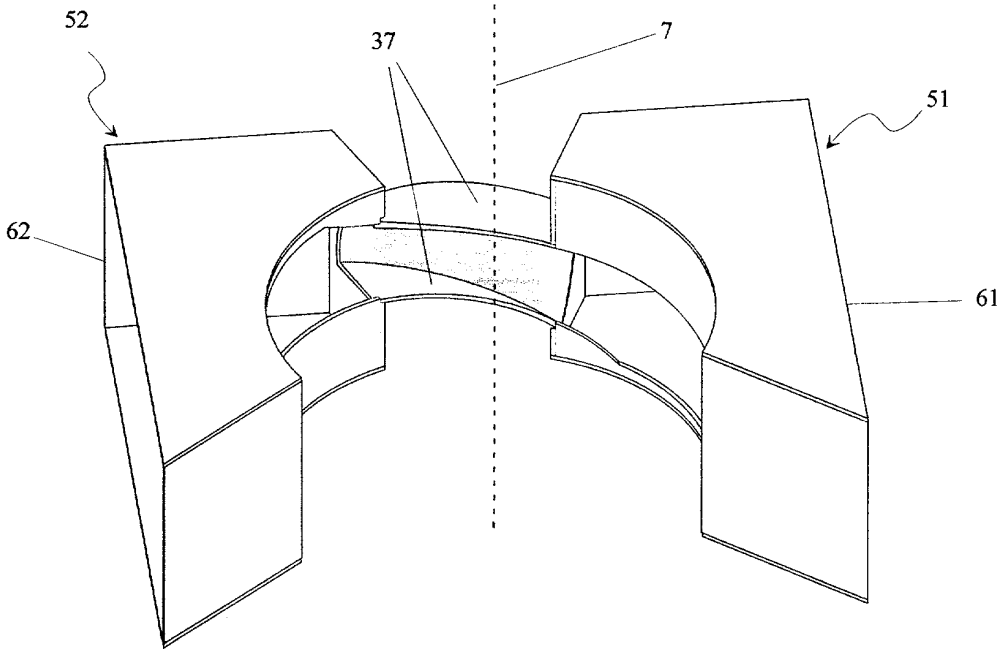


Fig. 34

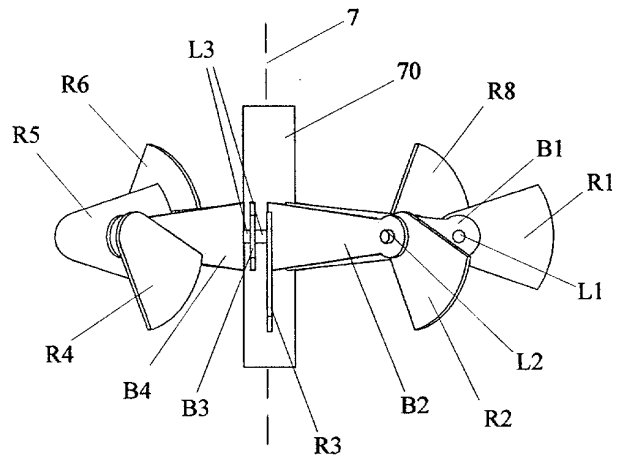


Fig. 35

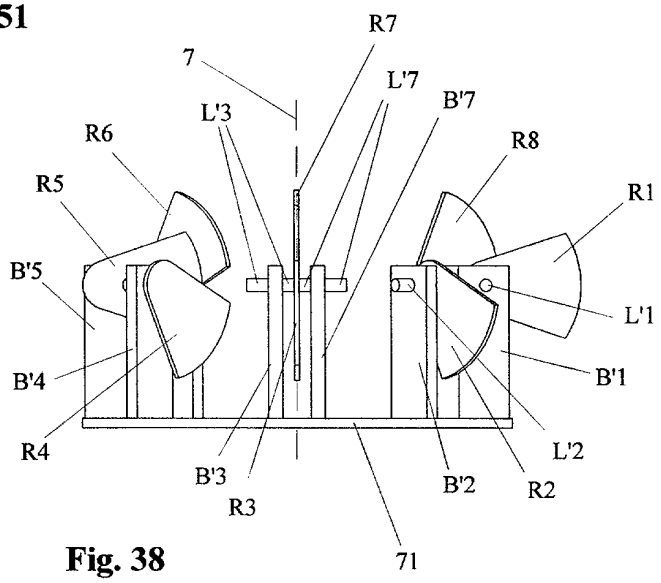


Fig. 38

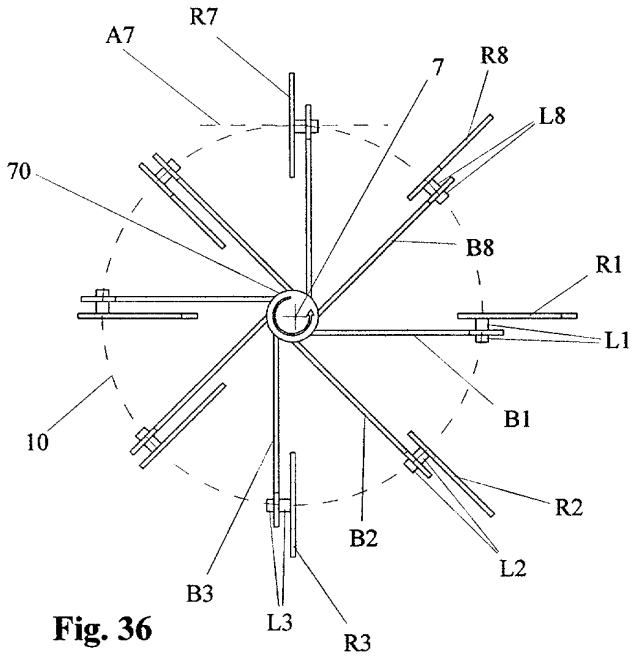


Fig. 36

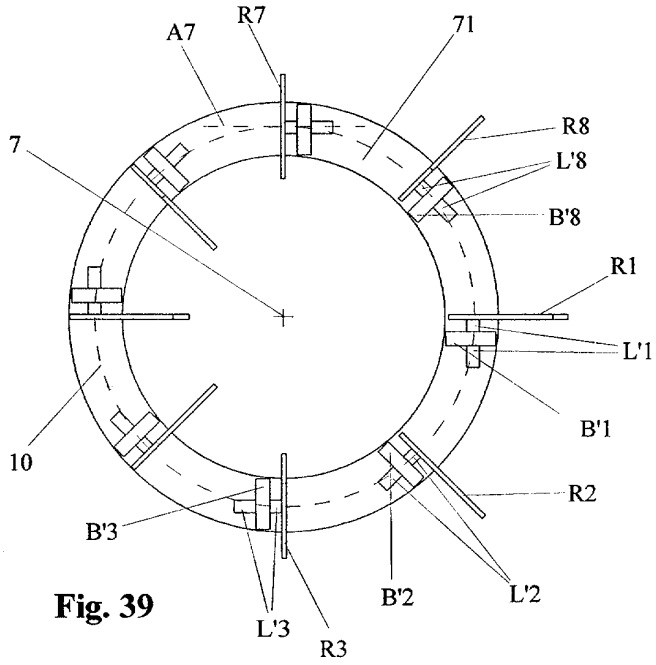


Fig. 39

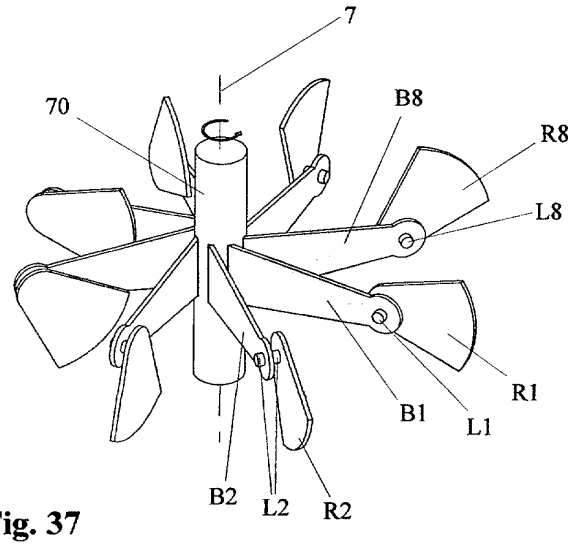


Fig. 37

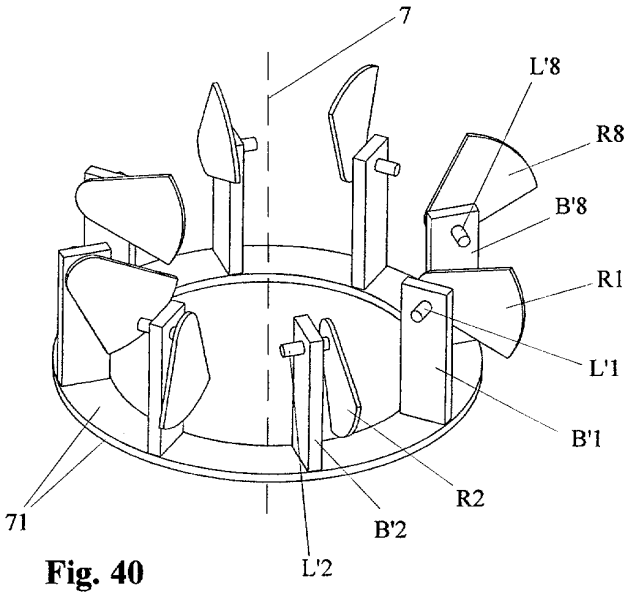


Fig. 40

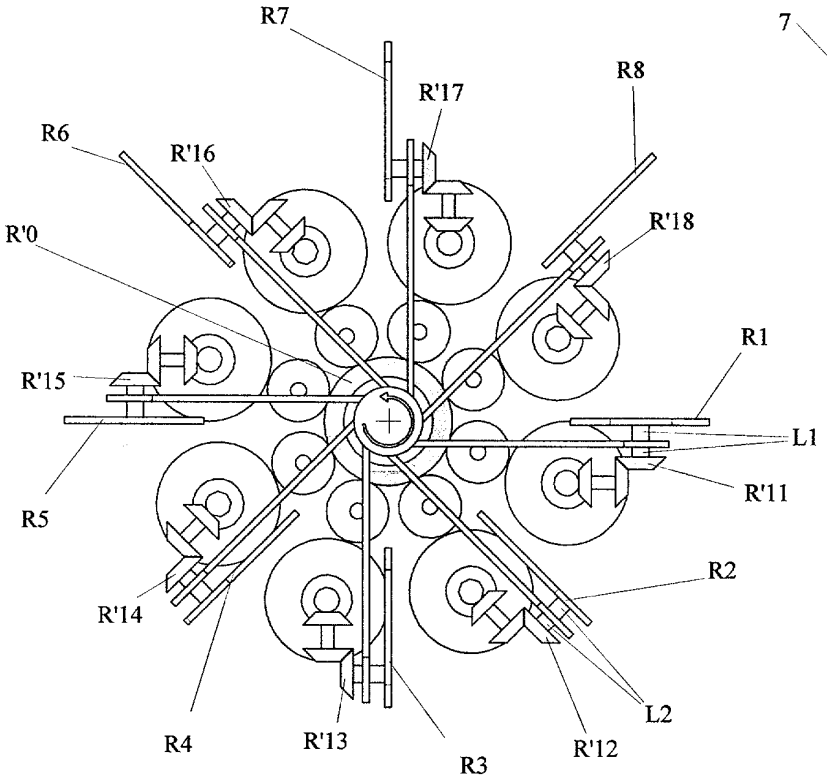


Fig.41

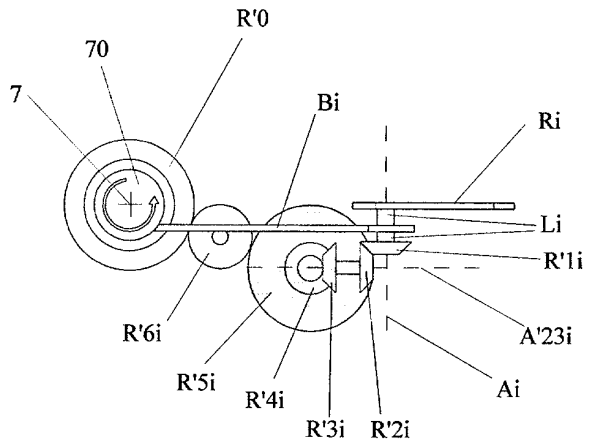


Fig.43

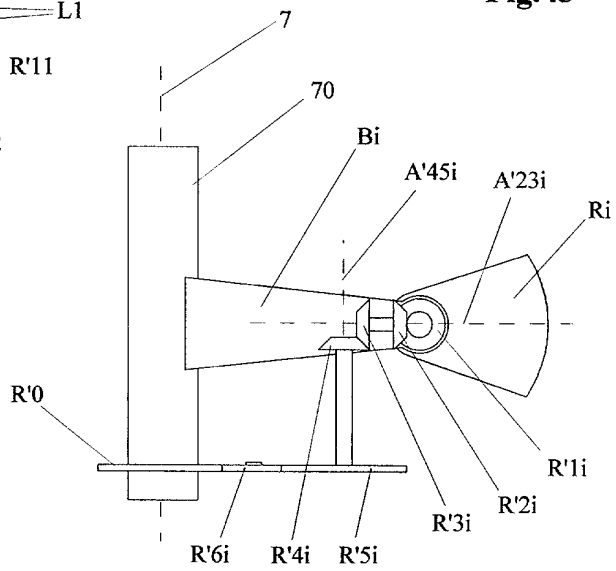


Fig.44

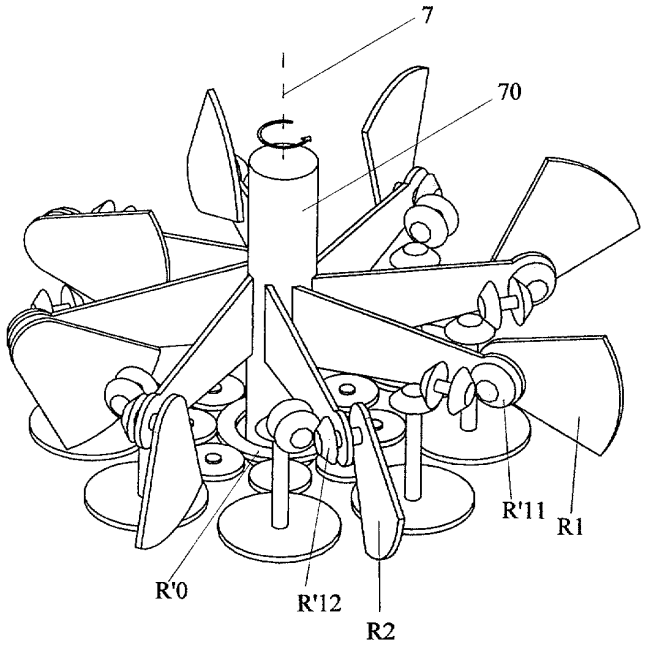


Fig.42

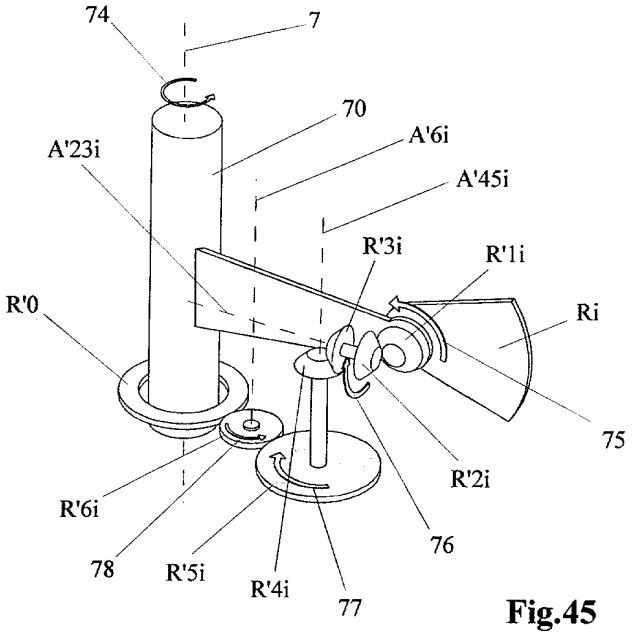


Fig.45

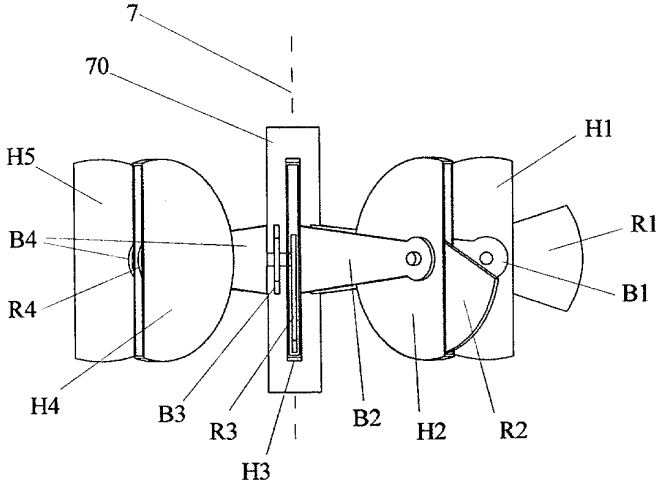


Fig.46

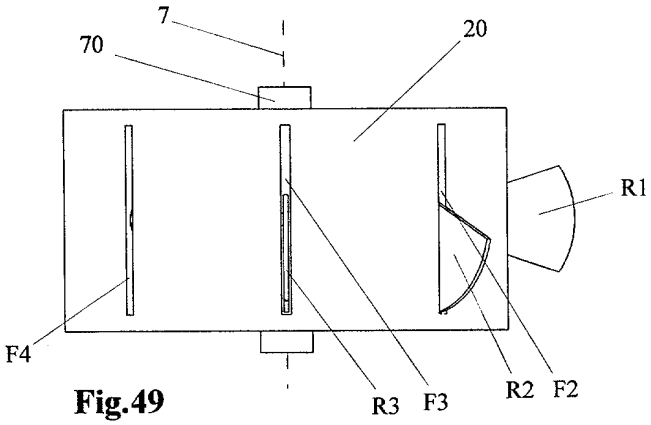


Fig.49

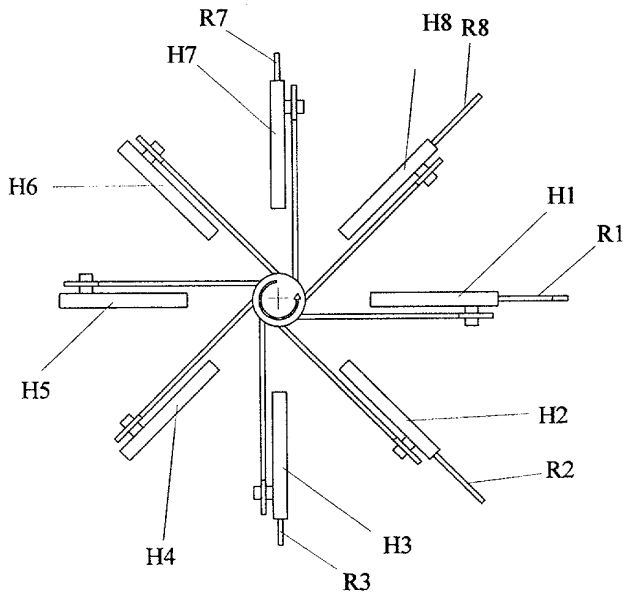


Fig.47

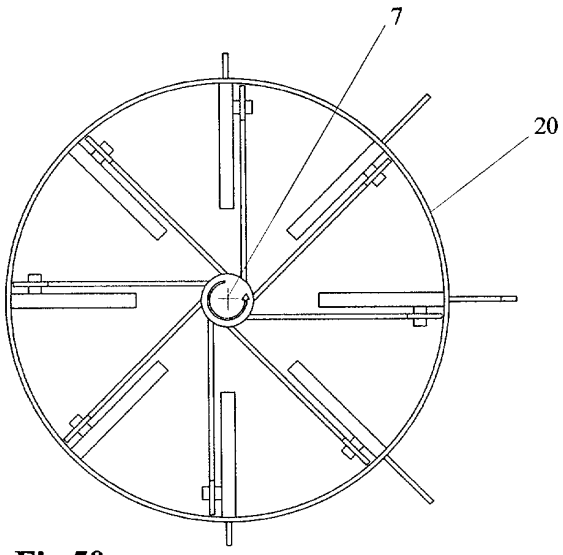


Fig.50

H5

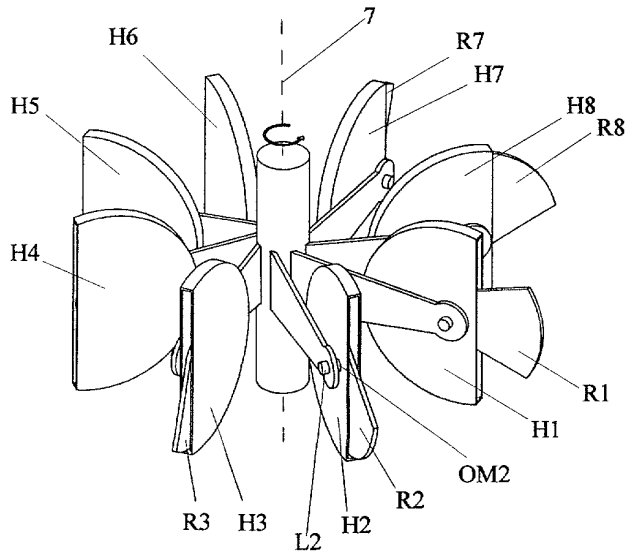


Fig.48

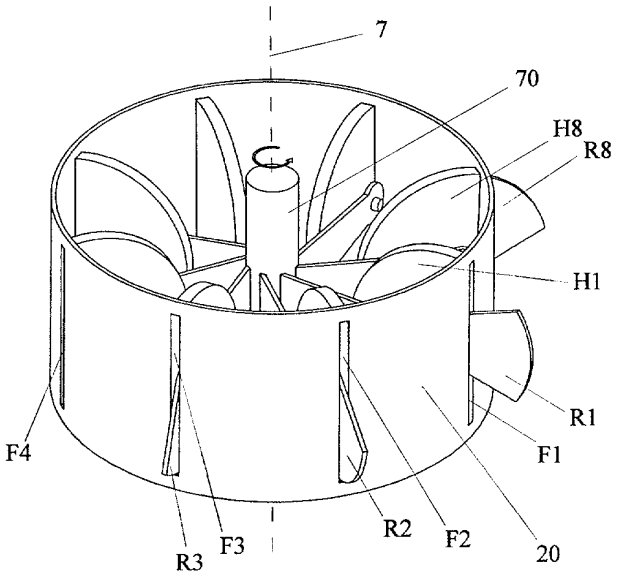


Fig.51

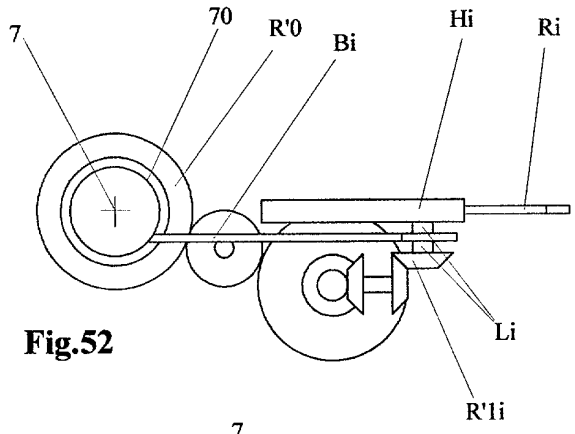


Fig.52

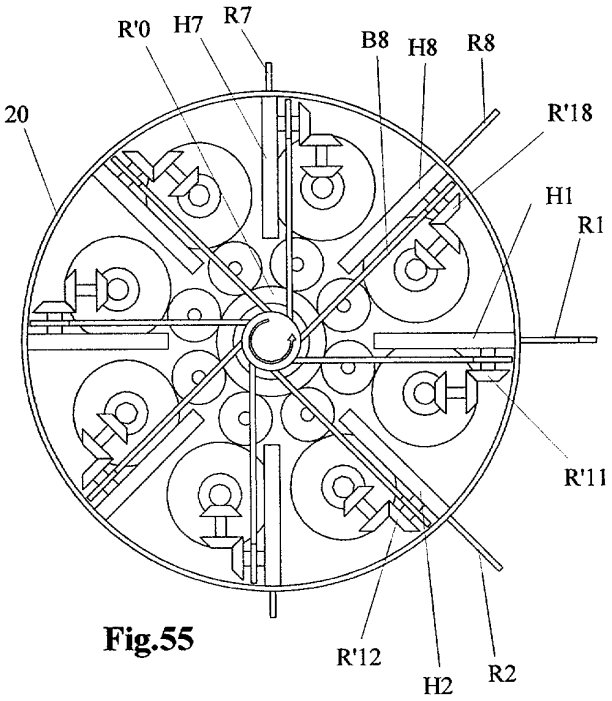


Fig.55

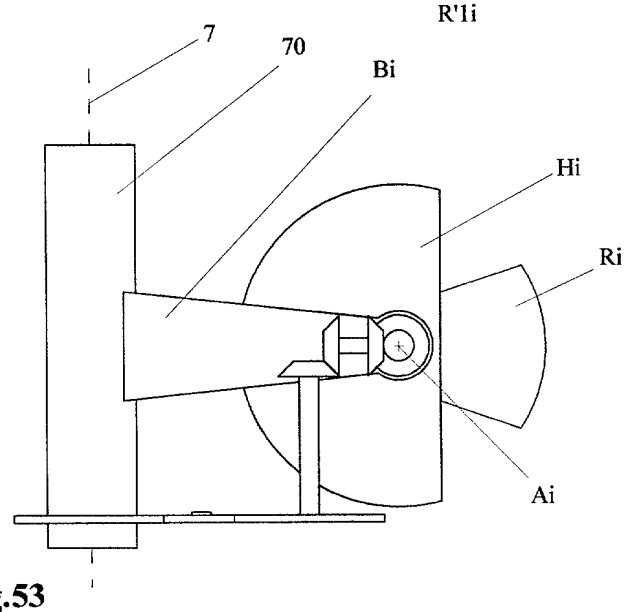


Fig.53

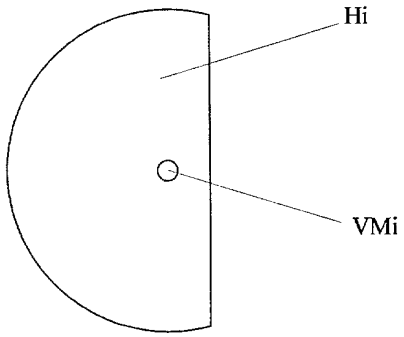


Fig.56

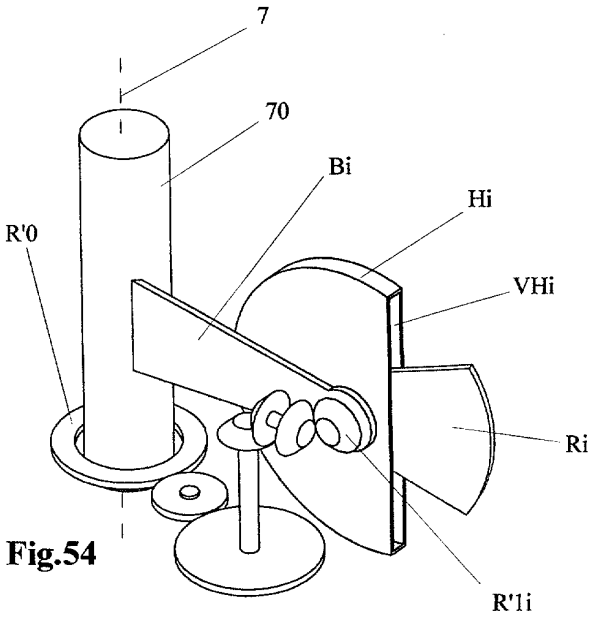


Fig.54

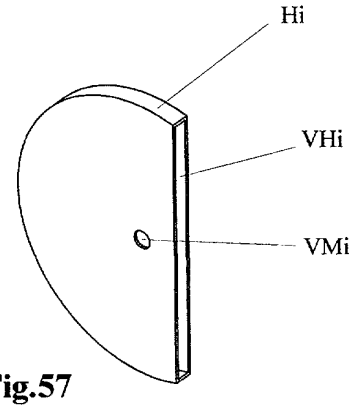


Fig.57

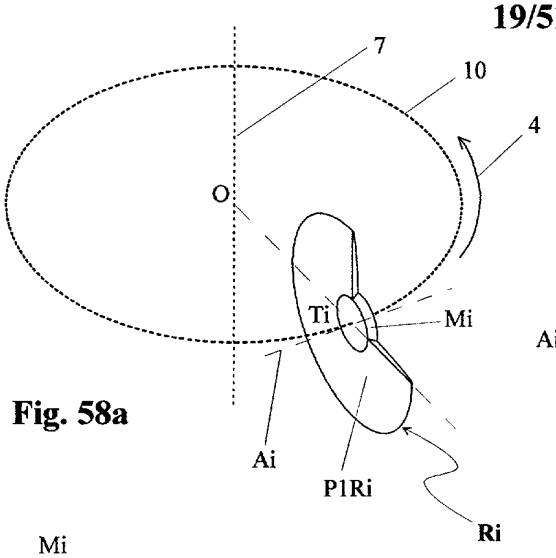


Fig. 58a

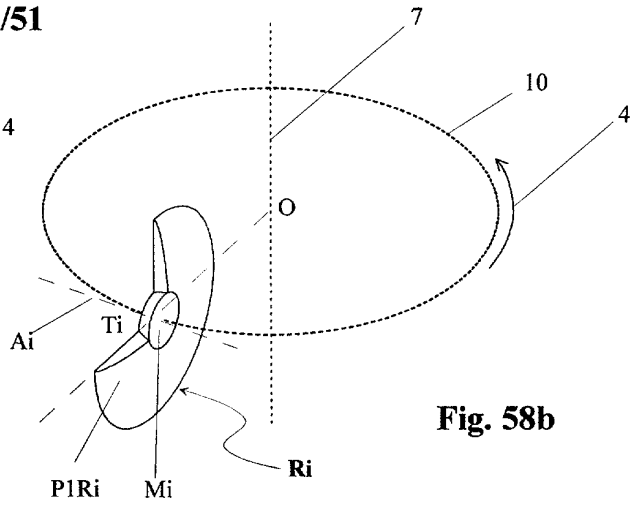


Fig. 58b

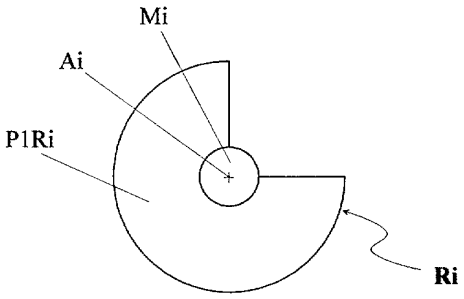


Fig. 58c

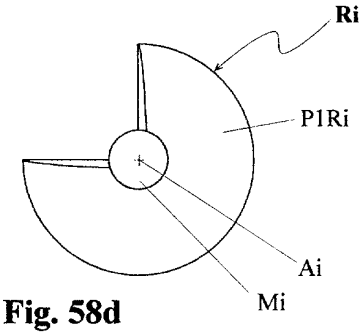


Fig. 58d

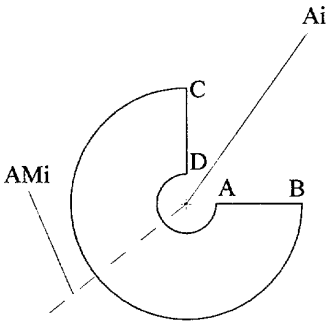


Fig. 58e

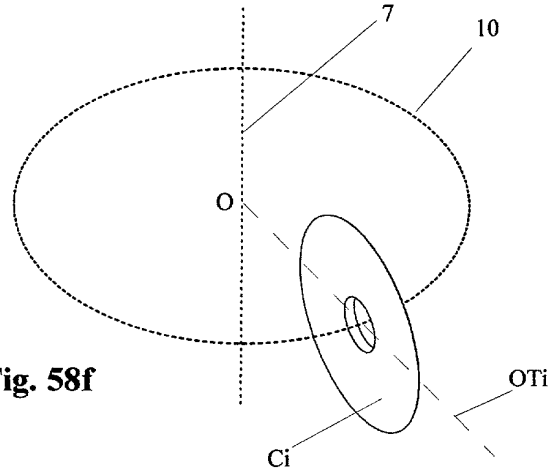


Fig. 58f

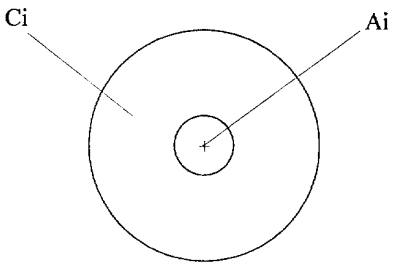


Fig. 58g

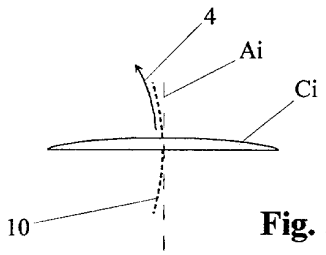


Fig. 58h

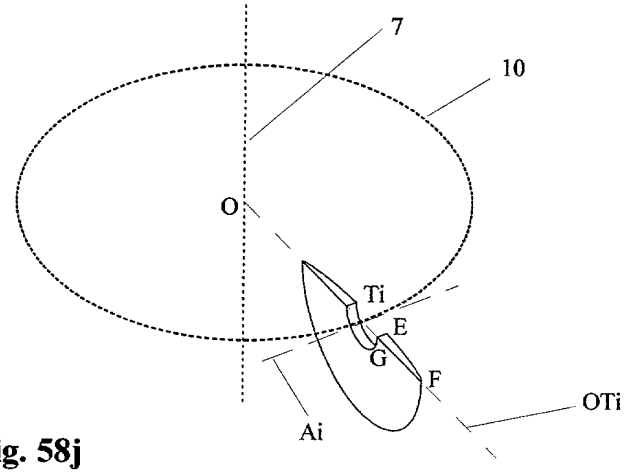


Fig. 58j

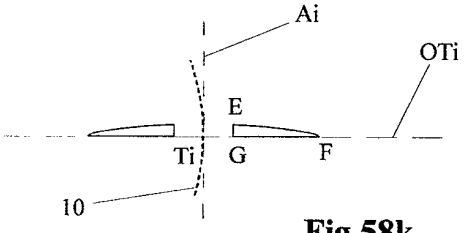


Fig.58k

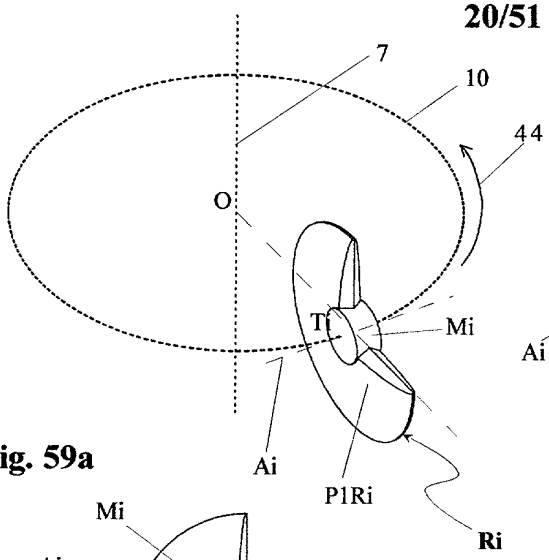


Fig. 59a

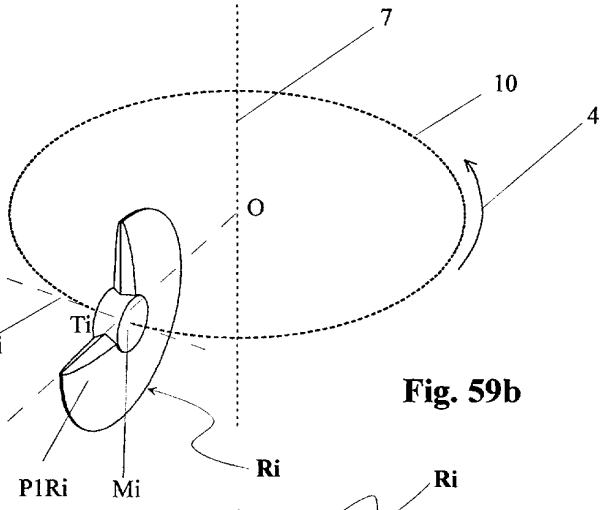


Fig. 59b

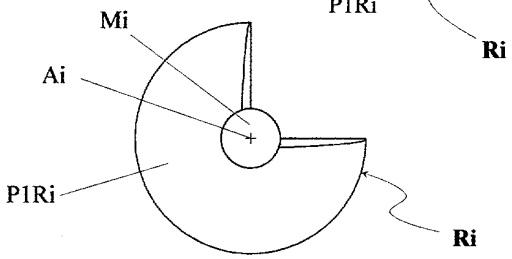


Fig. 59c

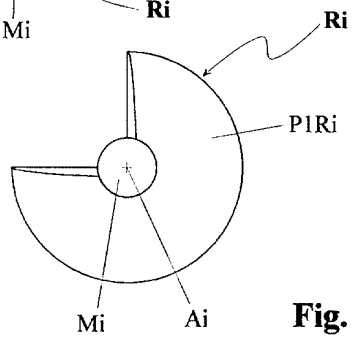


Fig. 59d

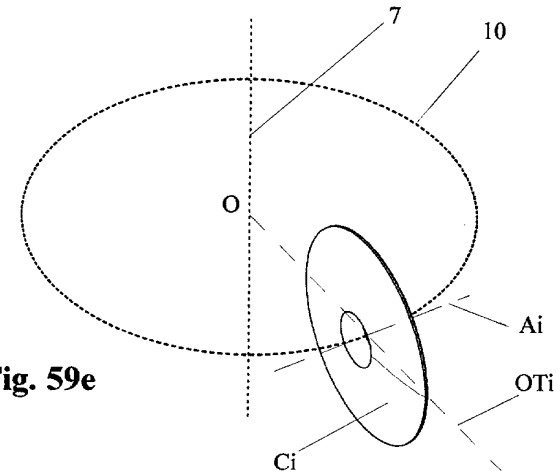


Fig. 59e

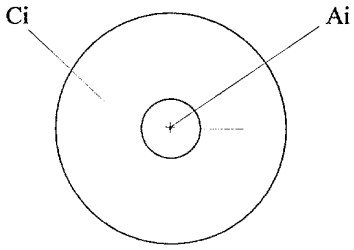


Fig. 59f

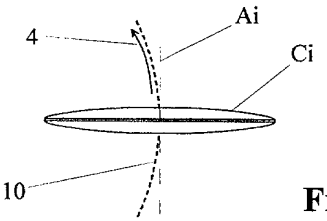


Fig. 59g

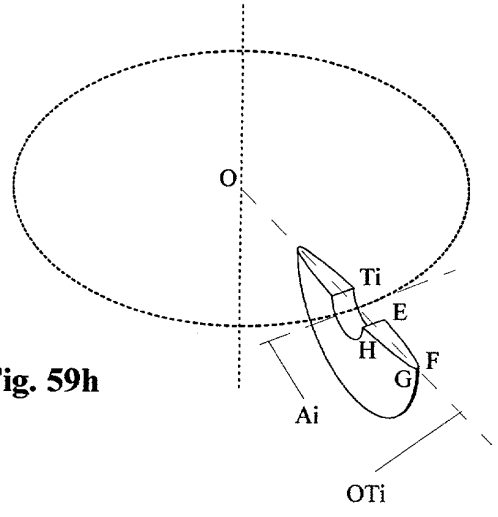


Fig. 59h

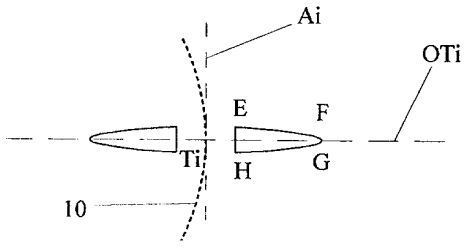


Fig.59j

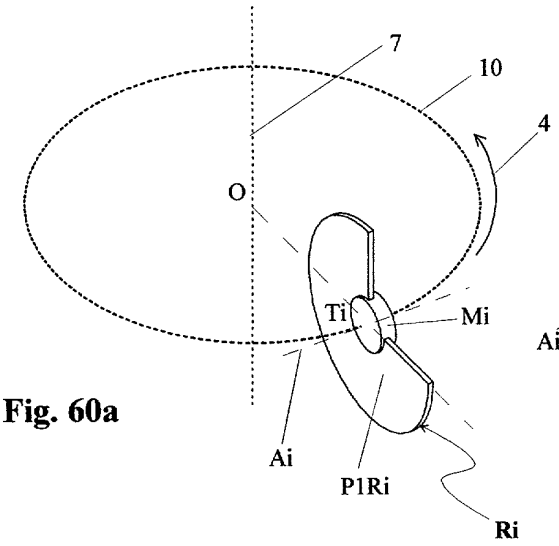


Fig. 60a

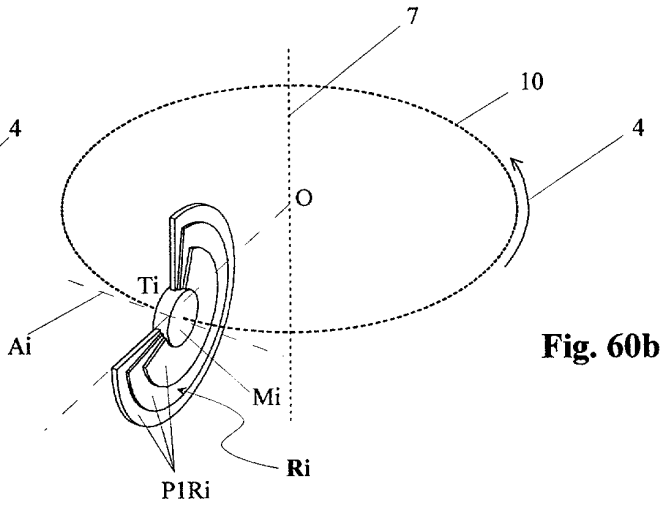


Fig. 60b

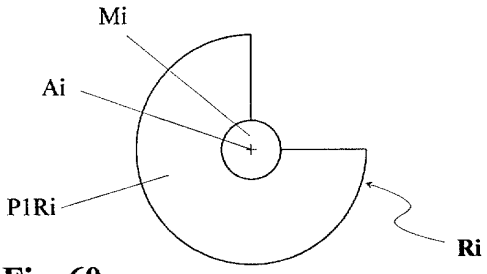


Fig. 60c

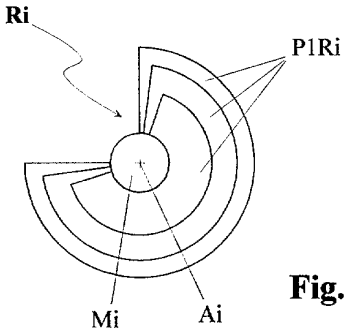


Fig. 60d

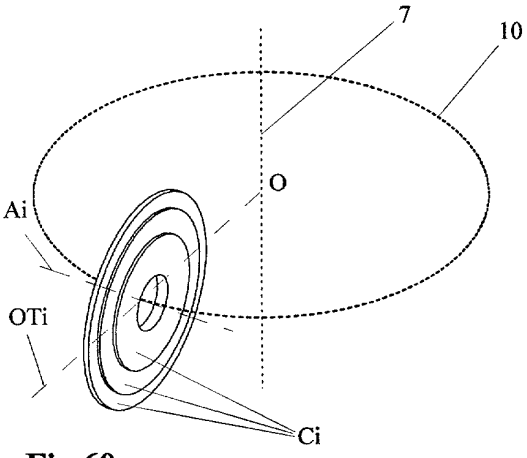


Fig.60e

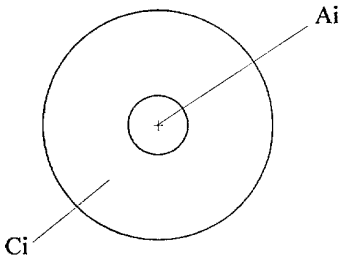


Fig. 60f

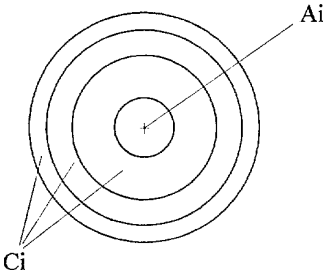


Fig. 60g

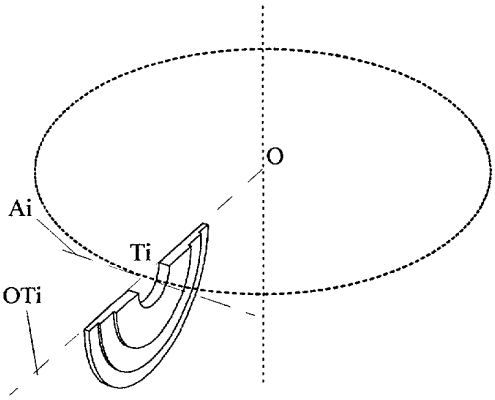


Fig. 60j

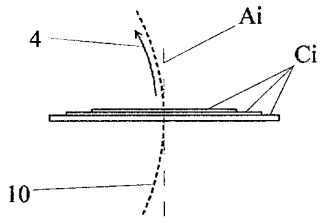


Fig. 60h

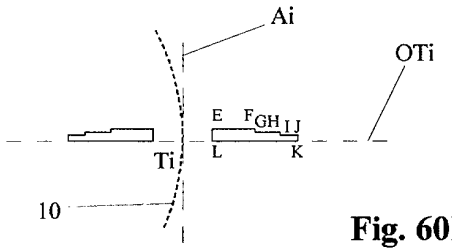


Fig. 60k

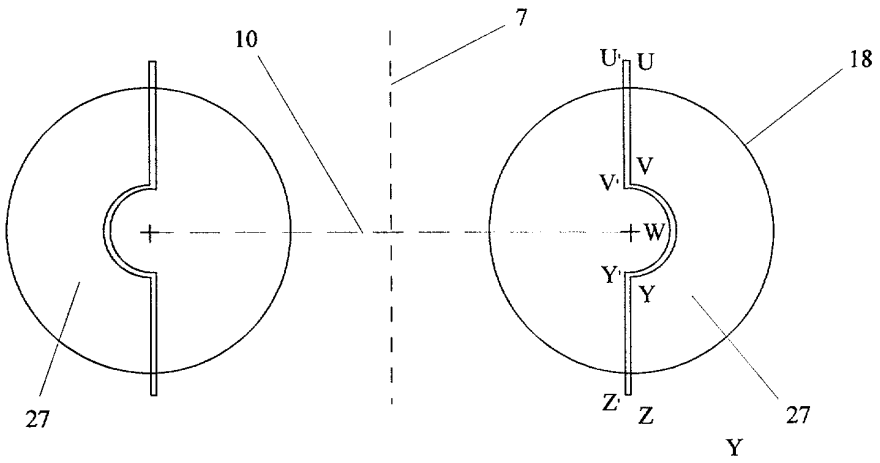


Fig. 61

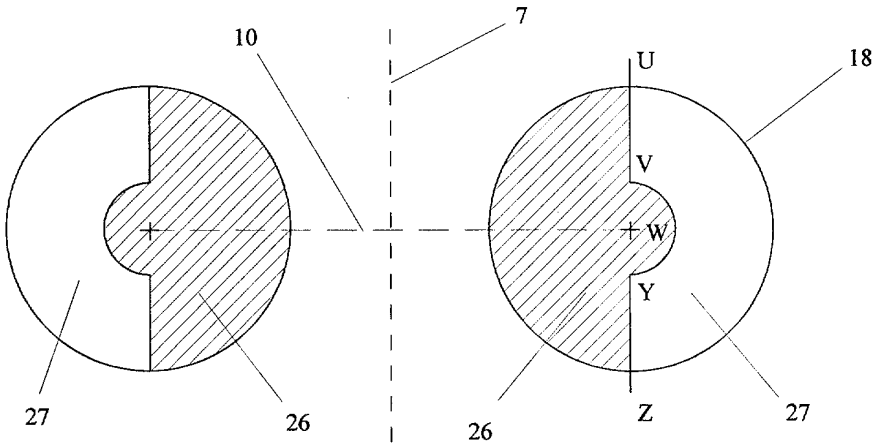


Fig. 62

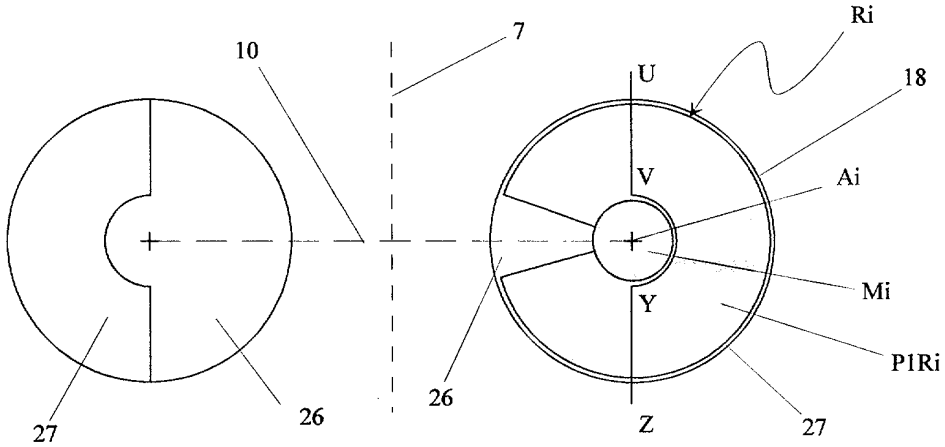


Fig. 63

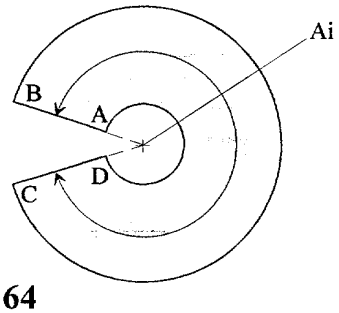


Fig. 64

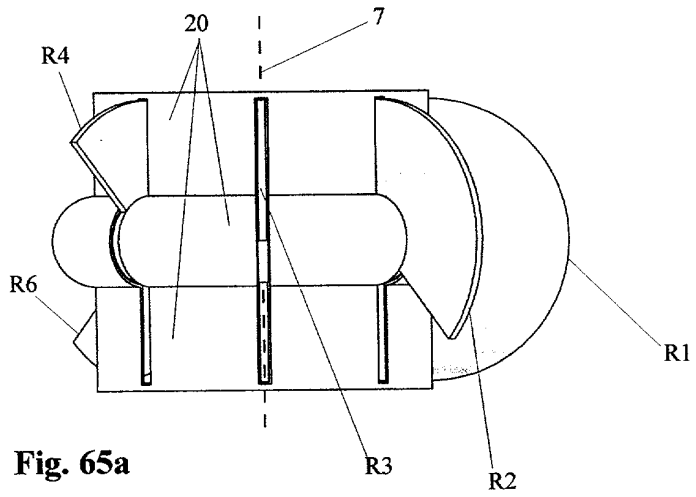


Fig. 65a

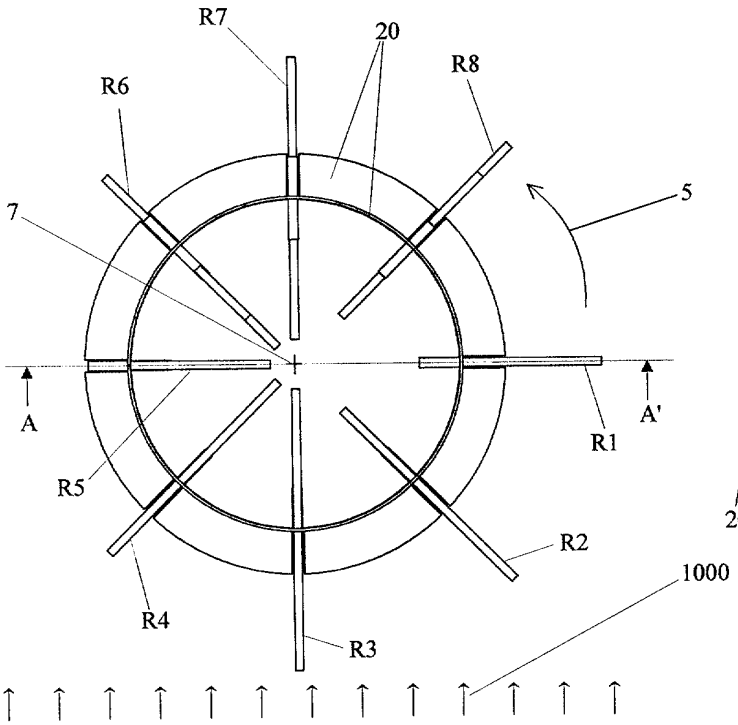


Fig. 65b

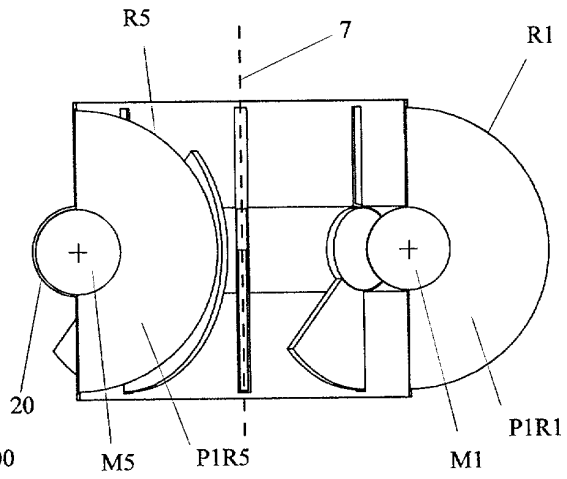


Fig. 65d

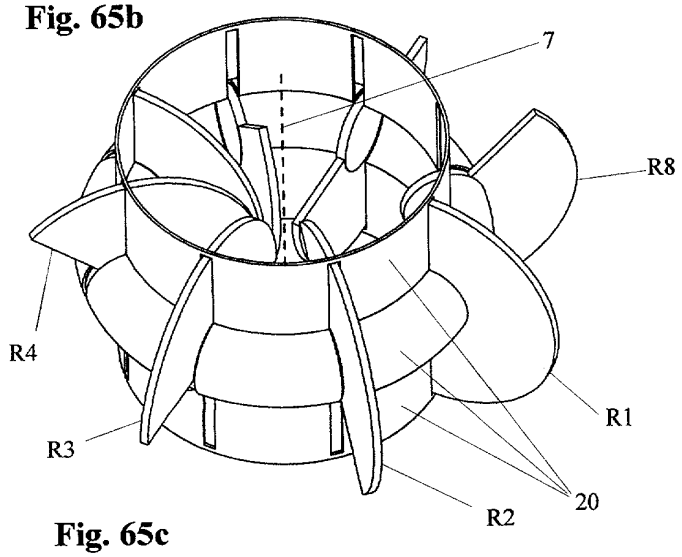


Fig. 65c

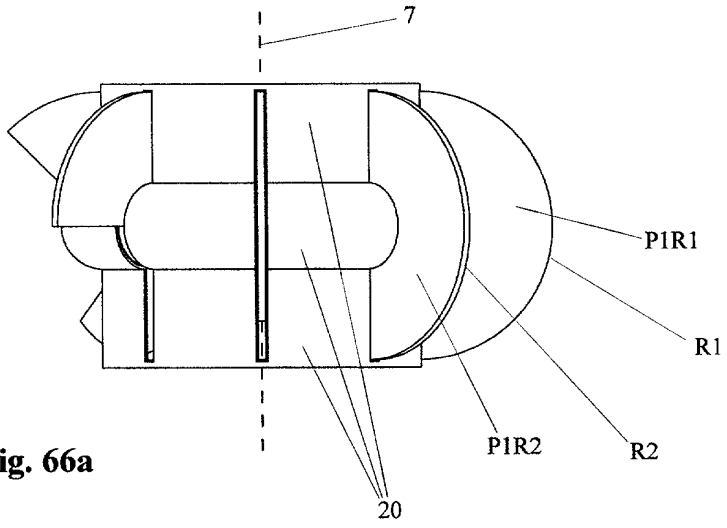


Fig. 66a

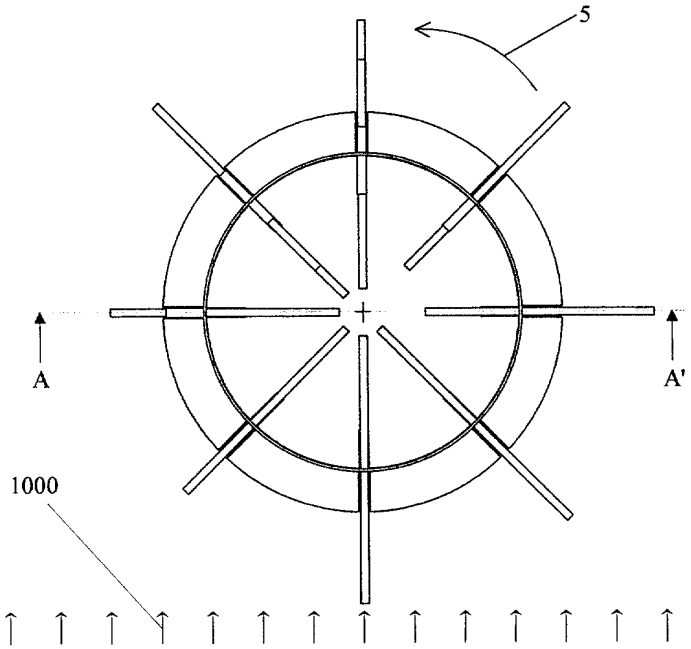


Fig. 66b

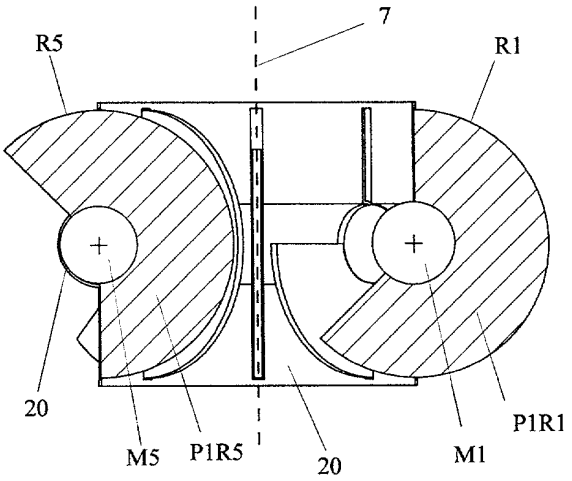


Fig. 66d

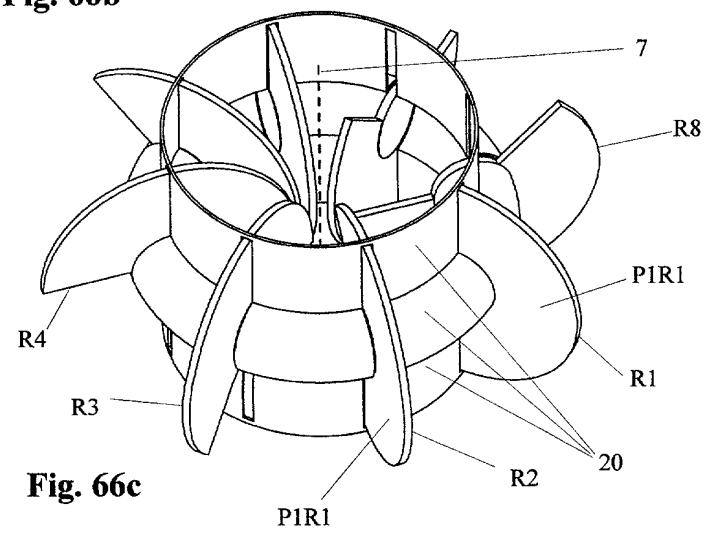


Fig. 66c

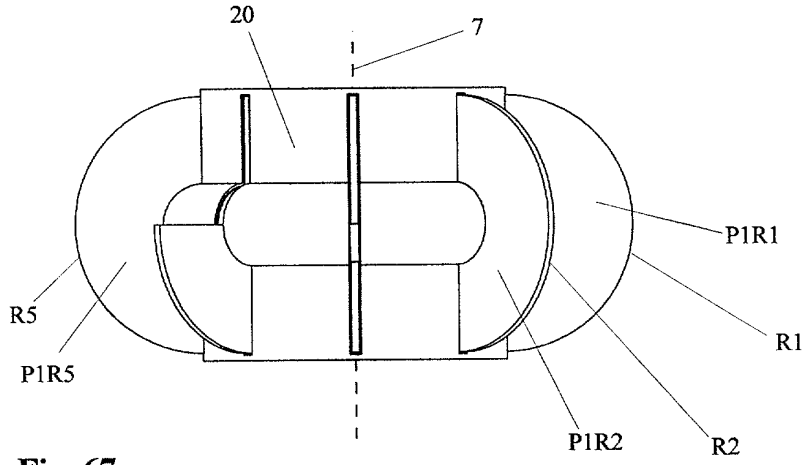


Fig. 67a

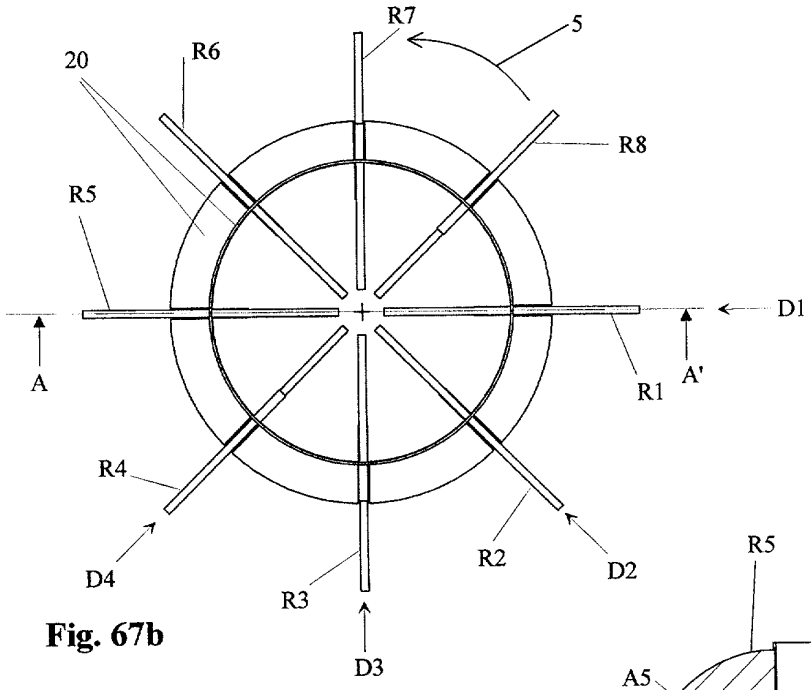


Fig. 67b

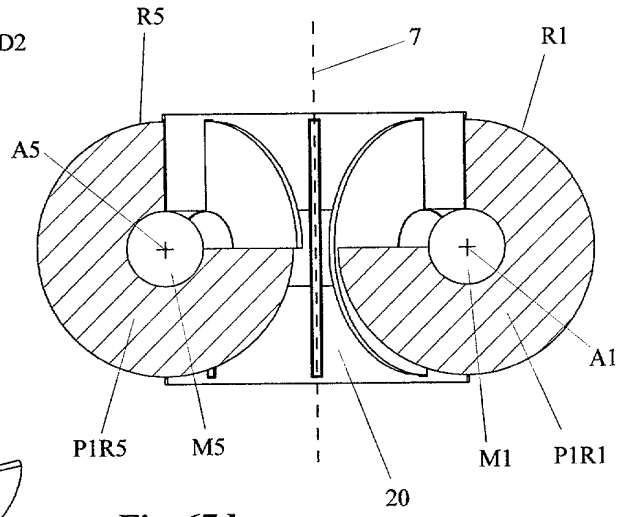


Fig. 67d

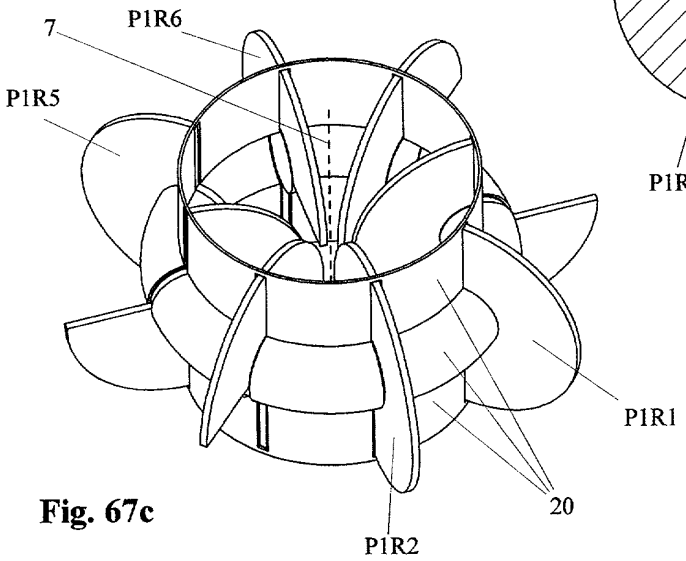


Fig. 67c

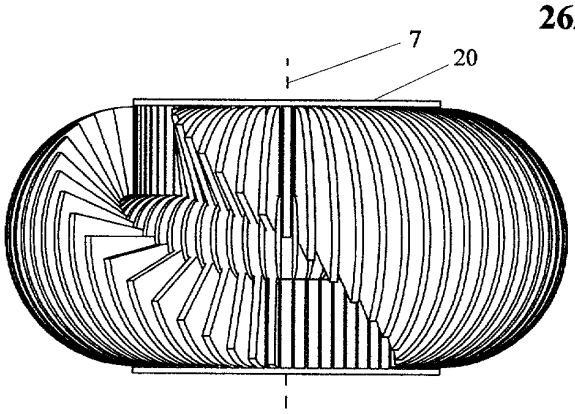


Fig. 68a

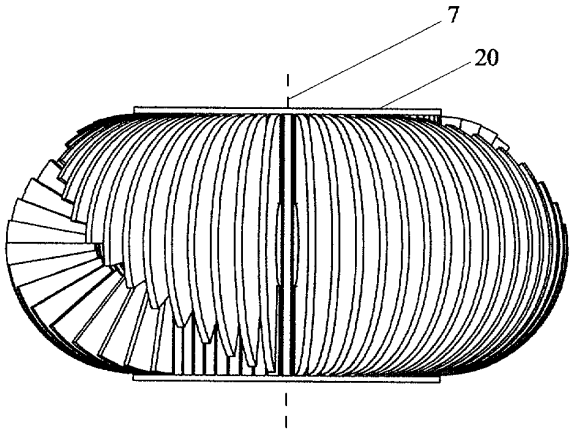


Fig. 68b

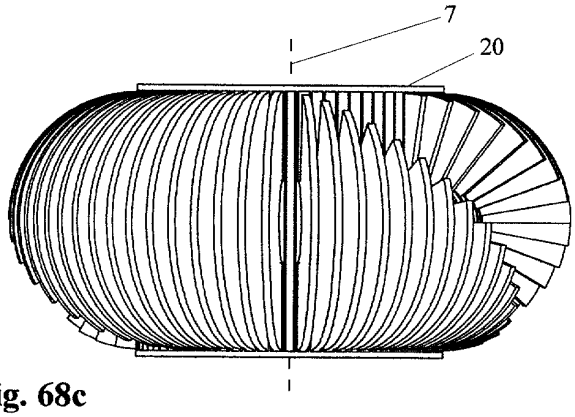


Fig. 68c

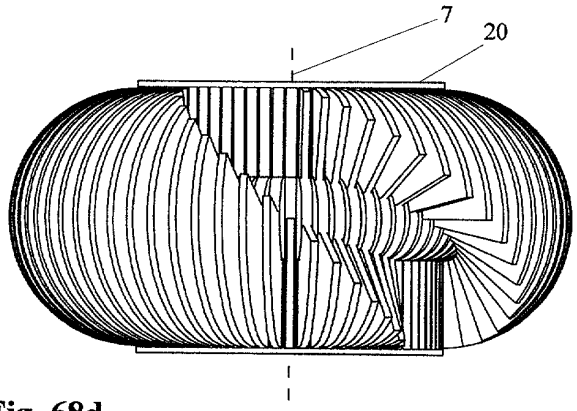


Fig. 68d

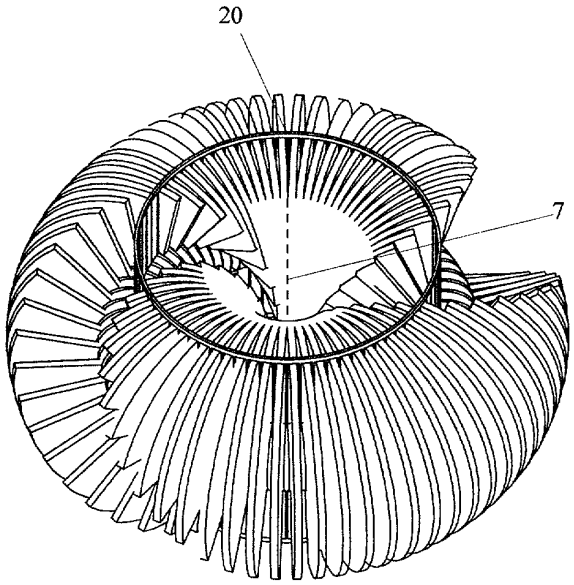


Fig. 68e

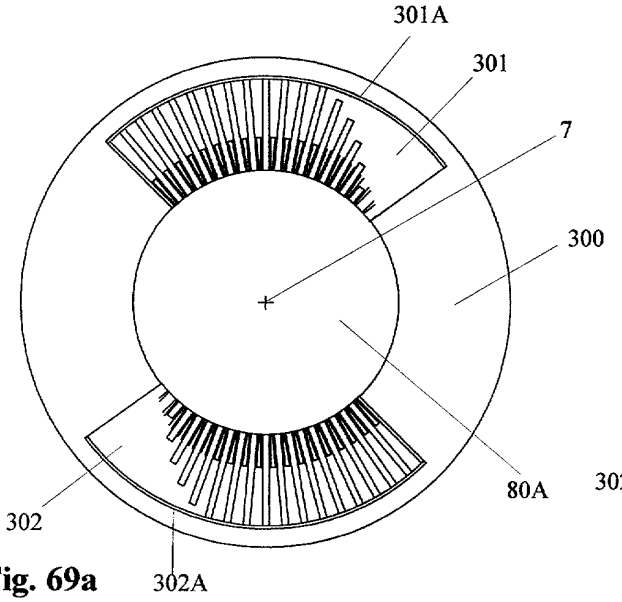


Fig. 69a

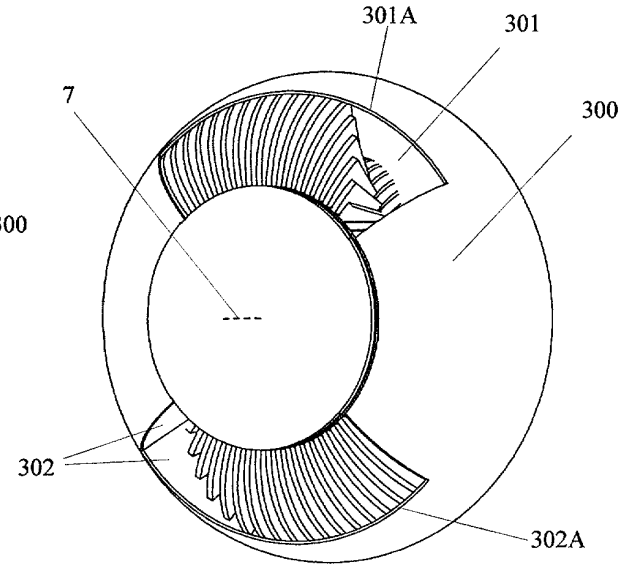


Fig. 69d

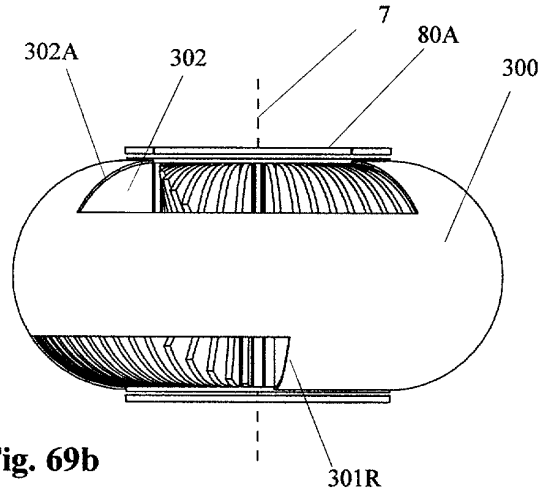


Fig. 69b

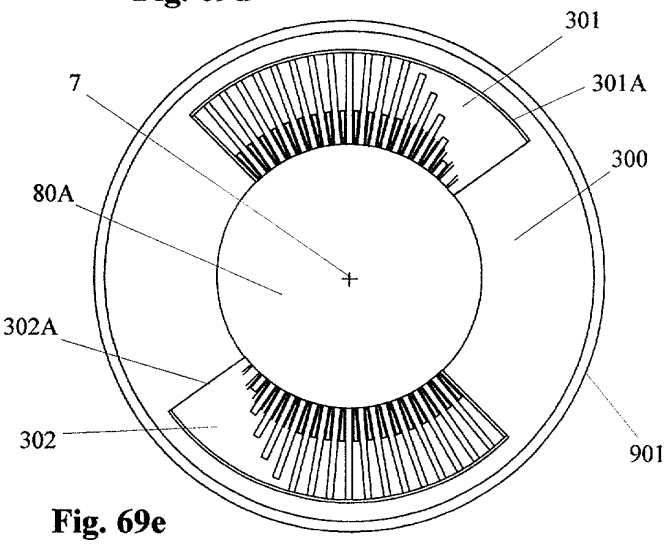


Fig. 69e

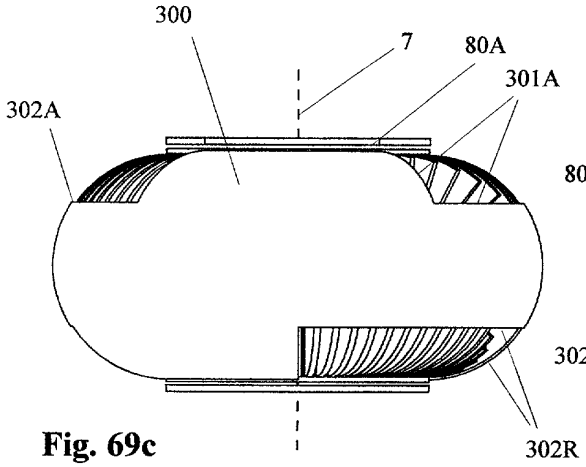


Fig. 69c

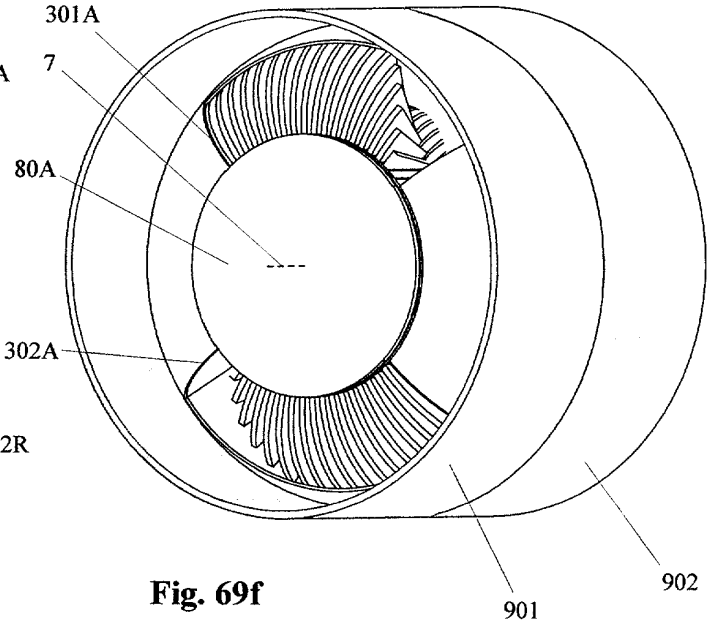


Fig. 69f

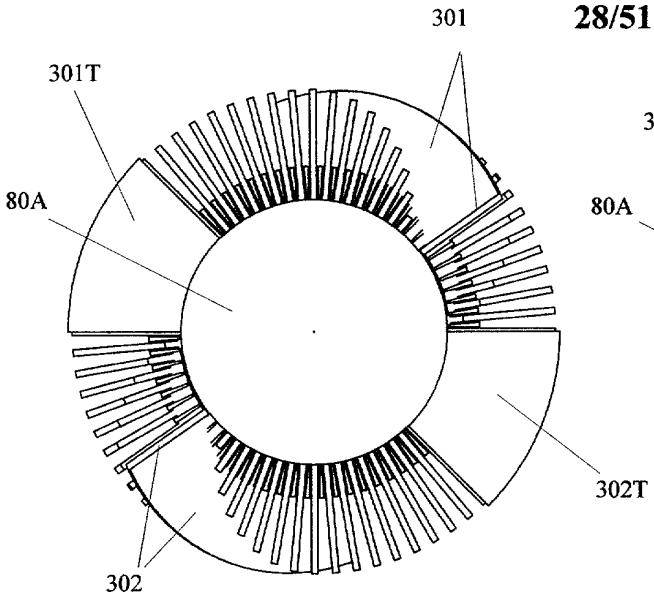


Fig. 70a

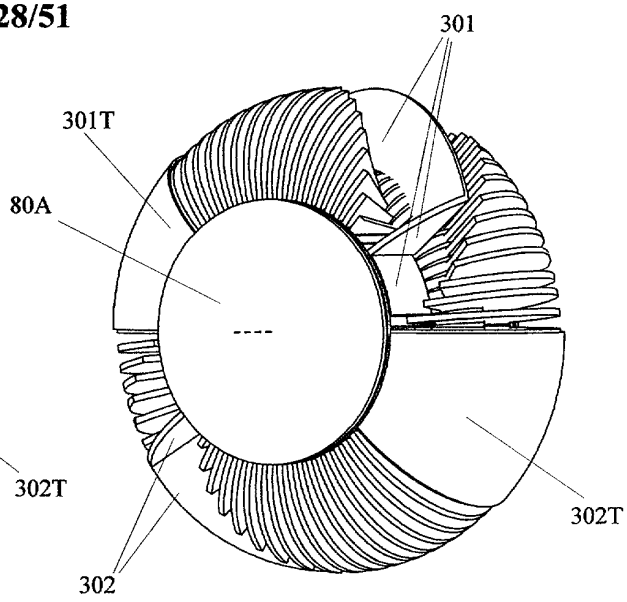


Fig. 70d

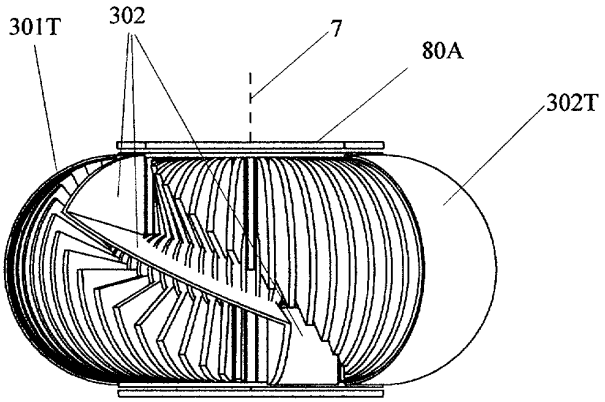


Fig. 70b

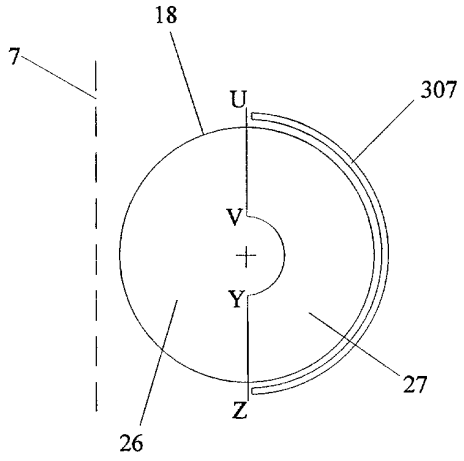


Fig. 70e

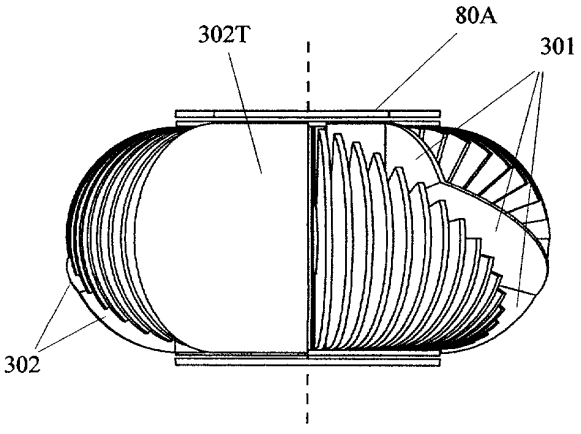


Fig. 70c

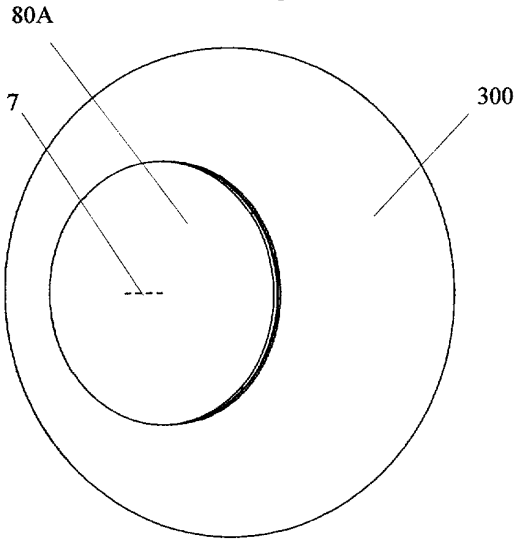


Fig. 70f

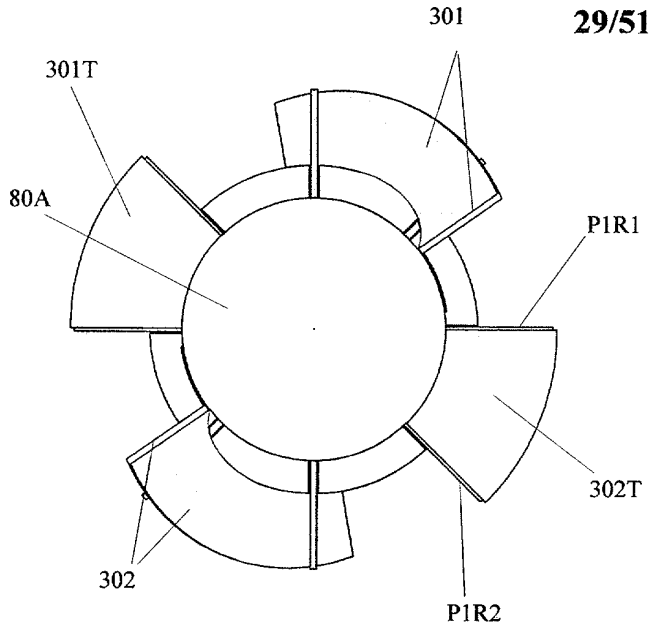


Fig. 71a

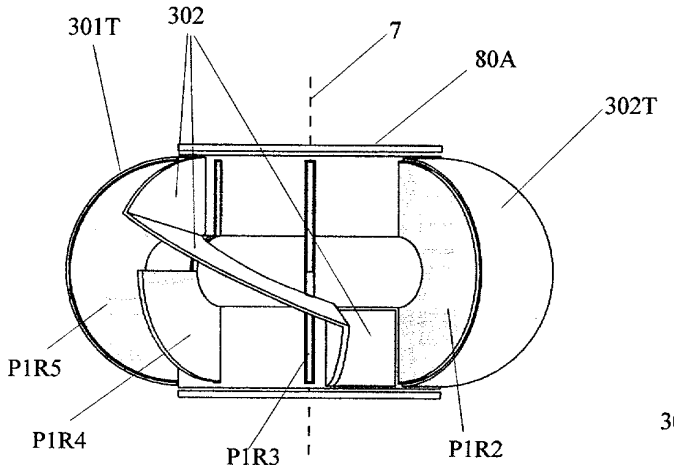


Fig. 71b

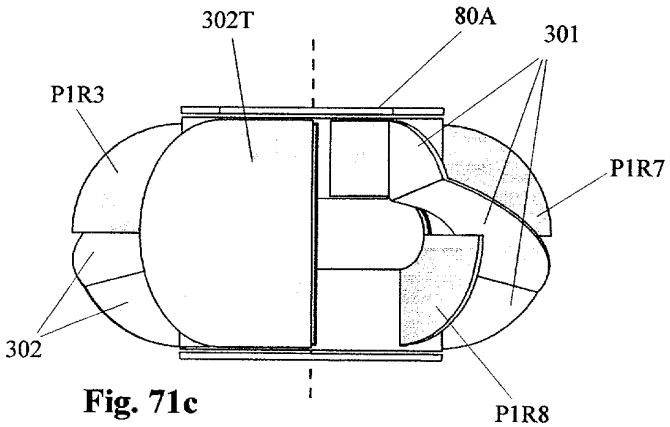


Fig. 71c

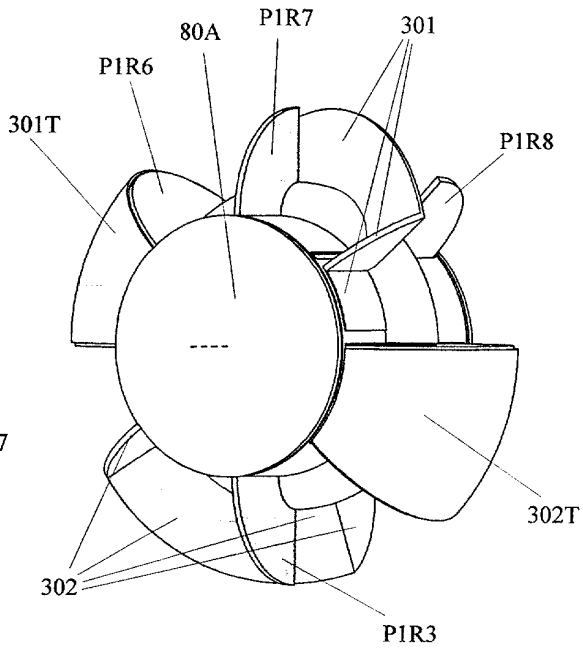


Fig. 71d

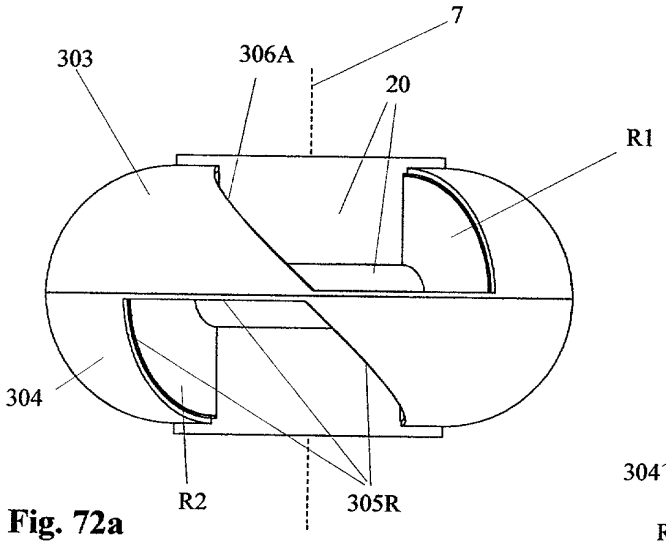


Fig. 72a

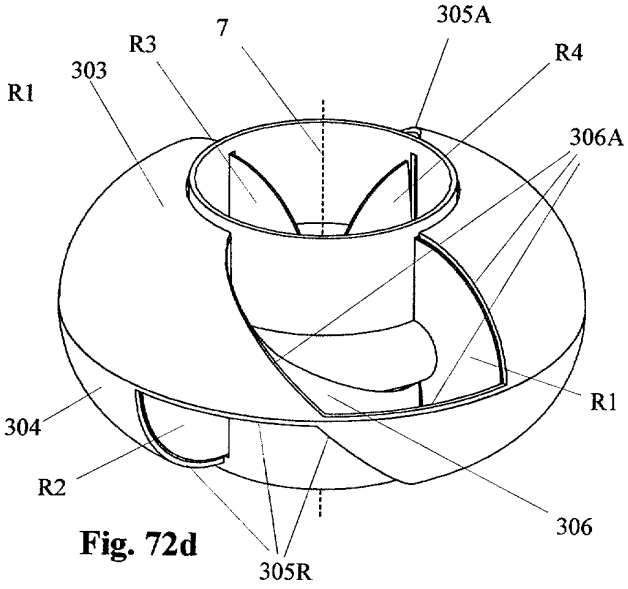


Fig. 72d

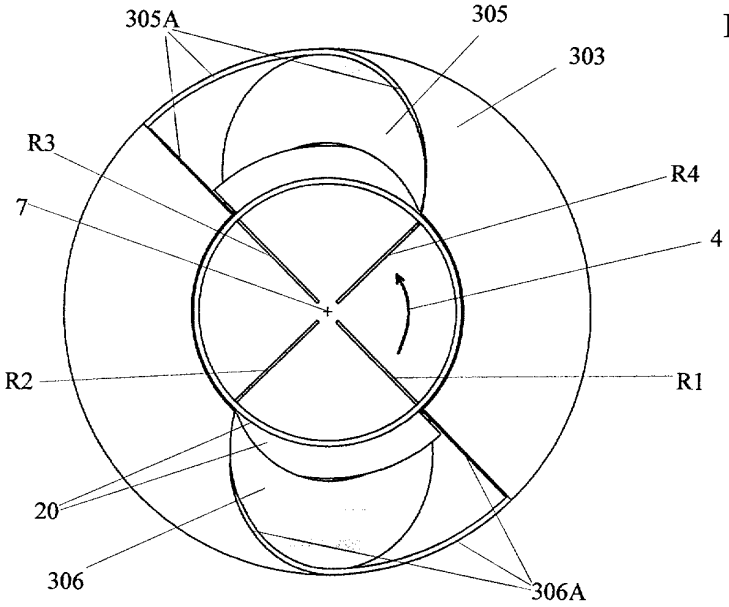


Fig. 72b

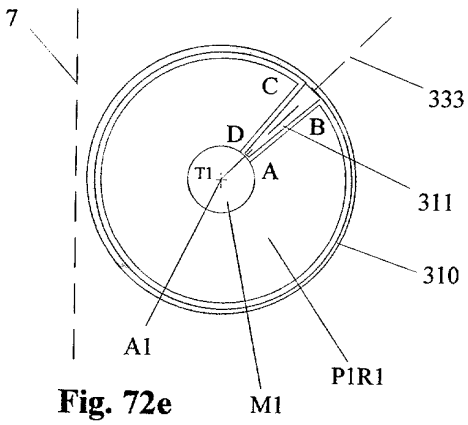


Fig. 72e

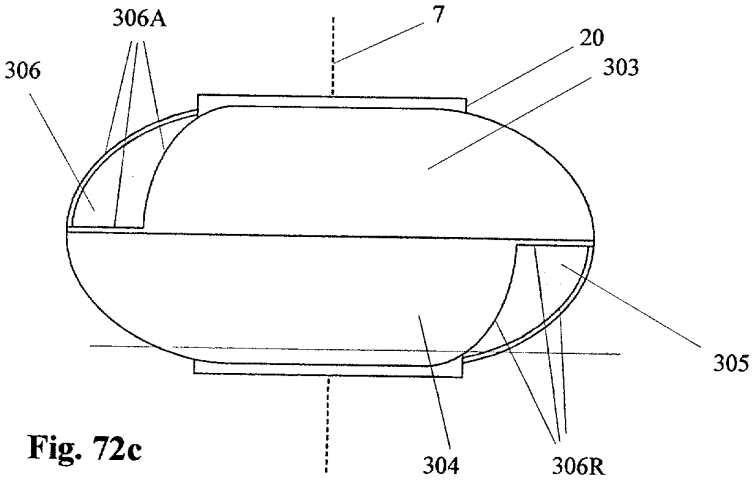


Fig. 72c

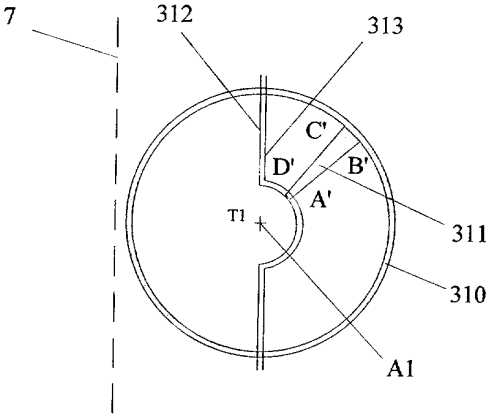


Fig. 72f

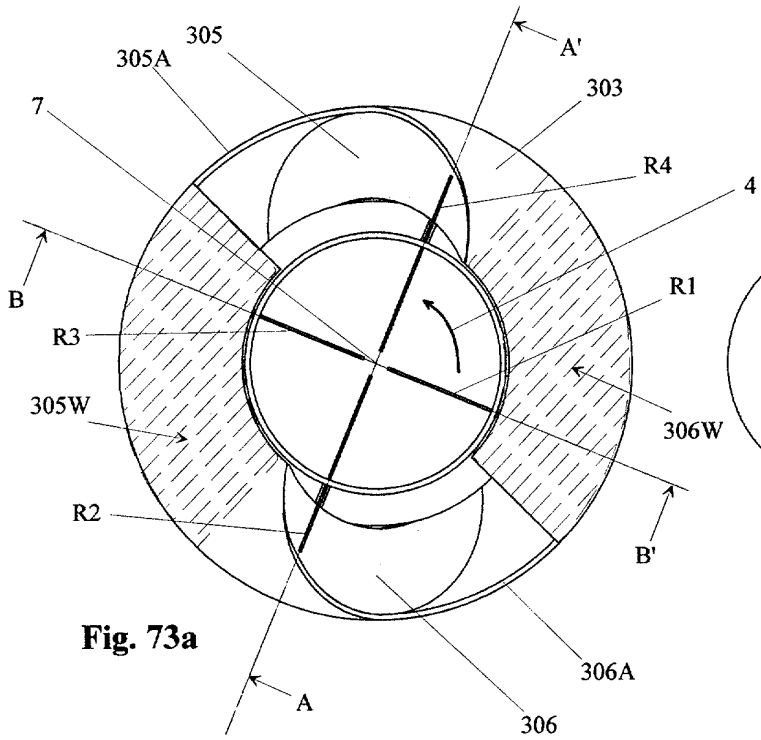


Fig. 73a

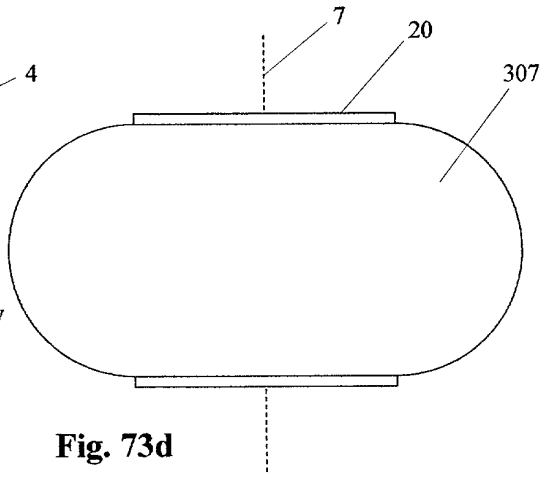


Fig. 73d

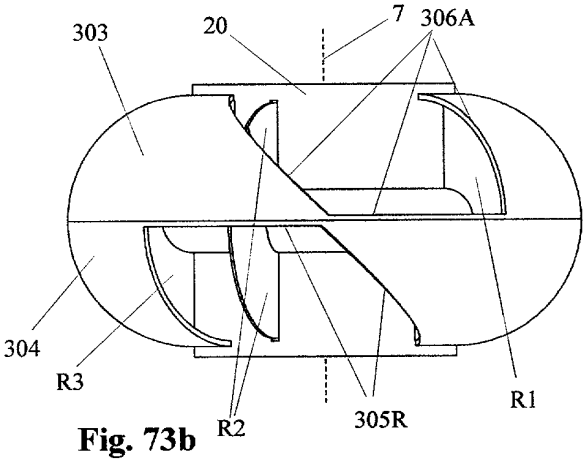


Fig. 73b

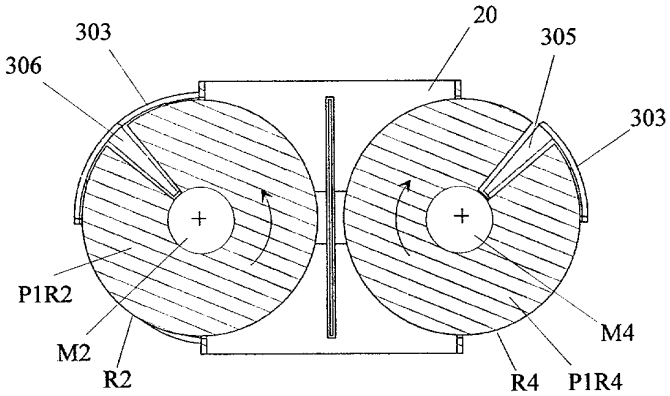


Fig. 73e

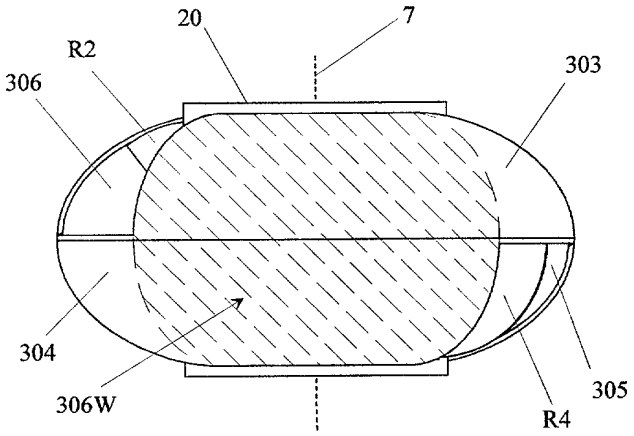


Fig. 73c

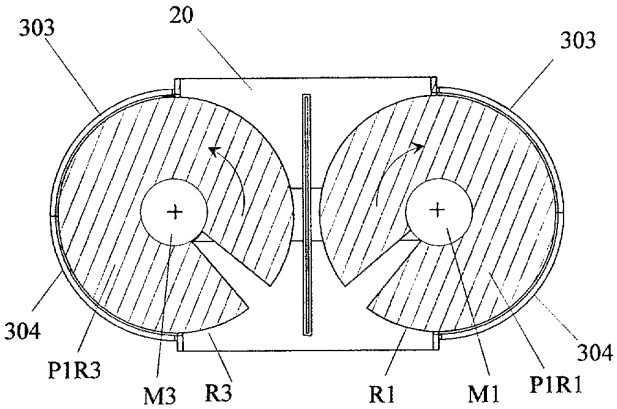


Fig. 73f

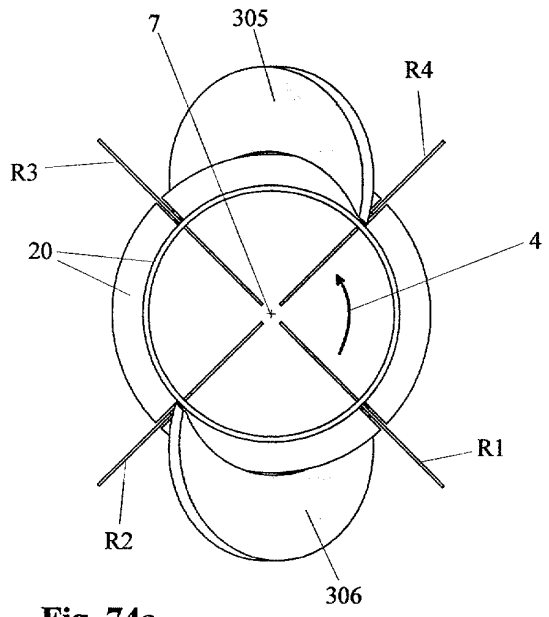


Fig. 74a

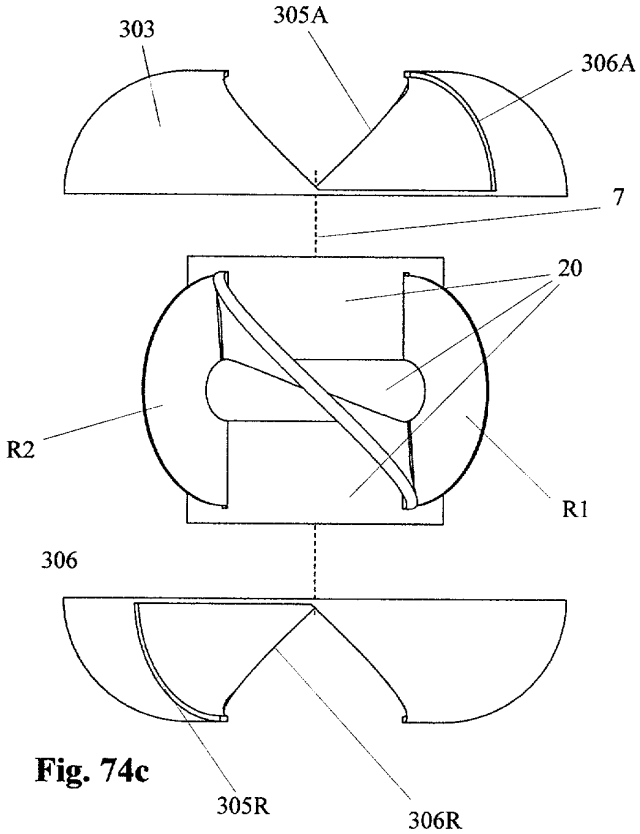


Fig. 74c

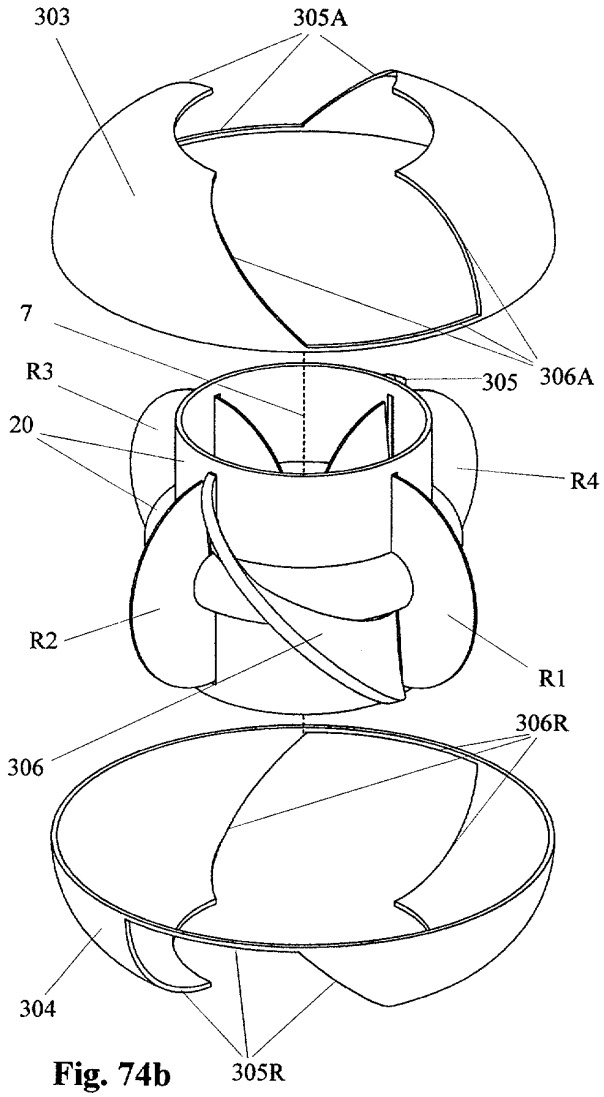


Fig. 74b

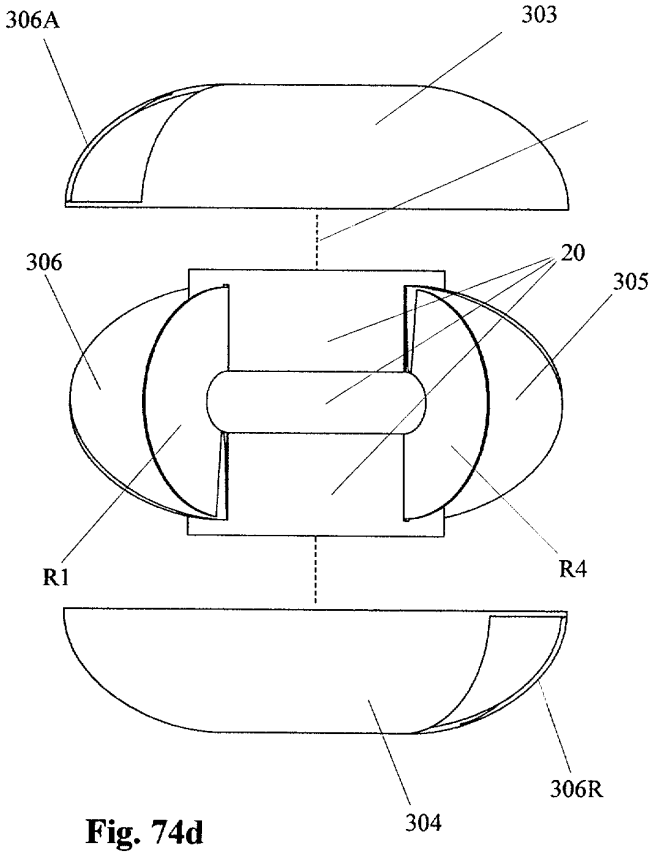


Fig. 74d

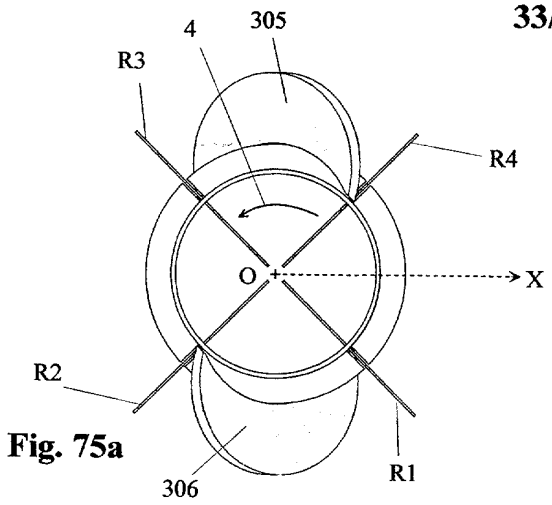


Fig. 75a

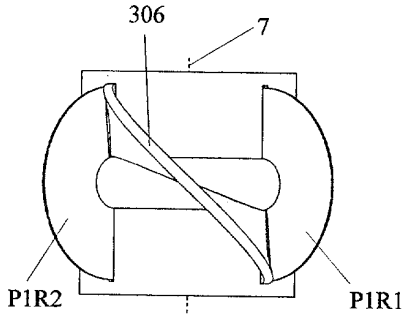


Fig. 76a

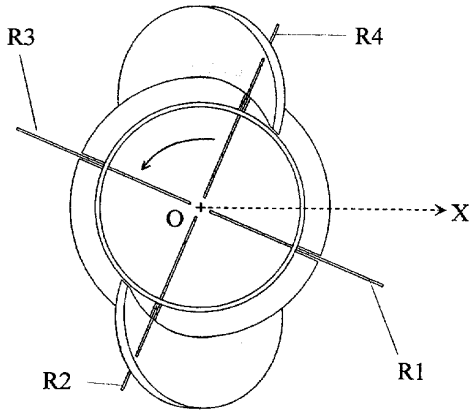


Fig. 75b

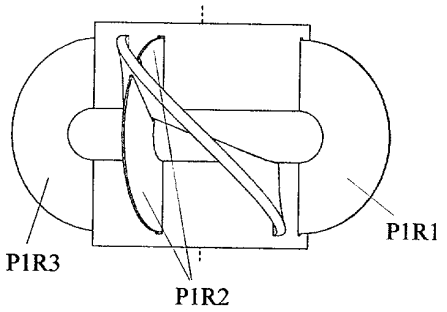


Fig. 76b

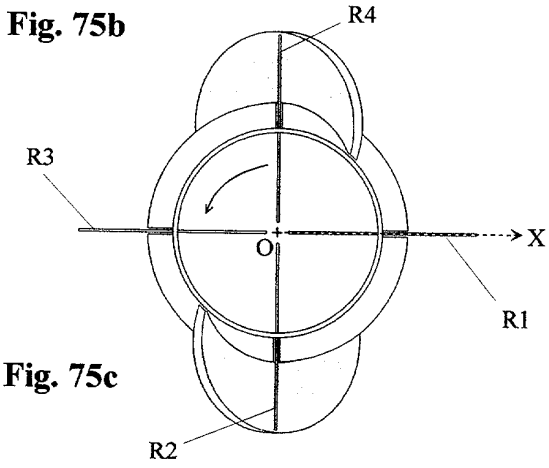


Fig. 75c

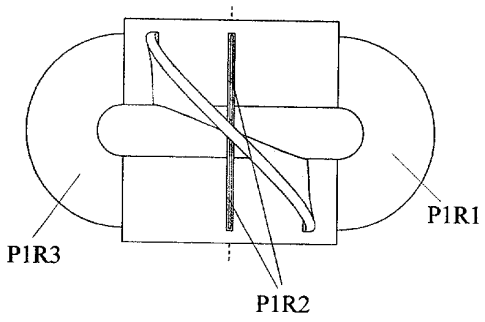


Fig. 76c

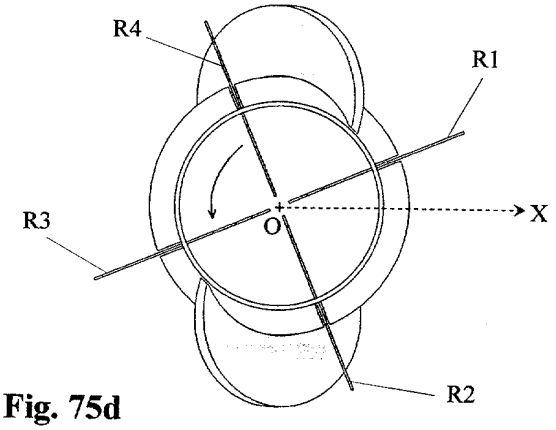


Fig. 75d

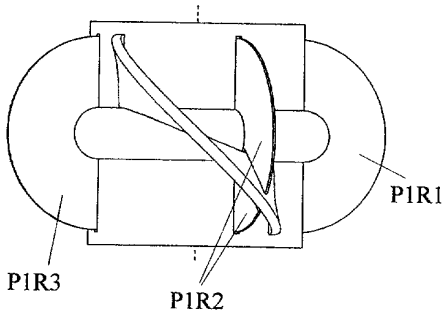


Fig. 76d

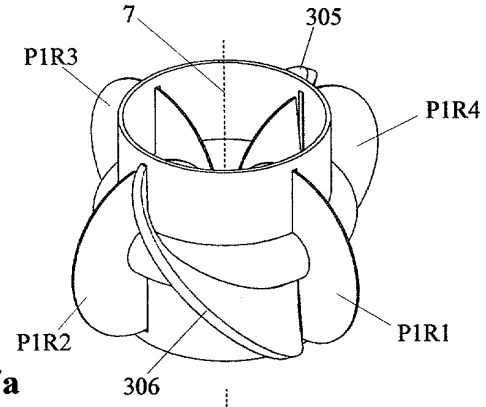


Fig. 77a

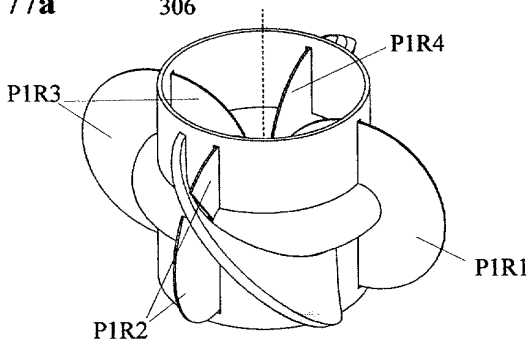


Fig. 77b

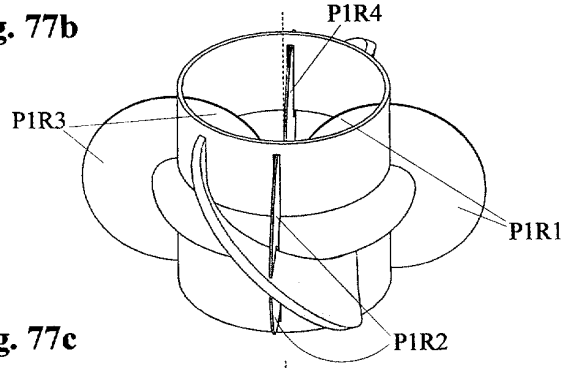


Fig. 77c

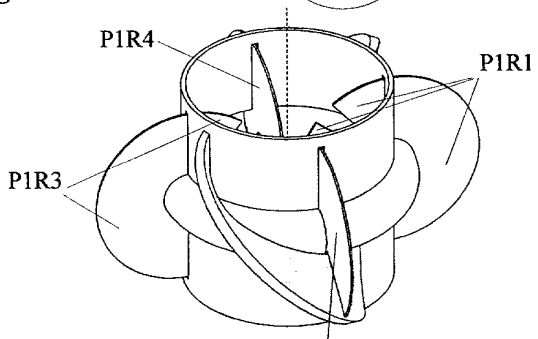


Fig. 77d

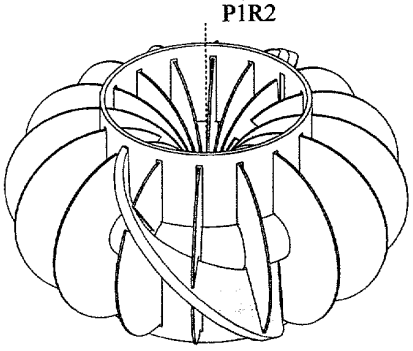


Fig. 77e

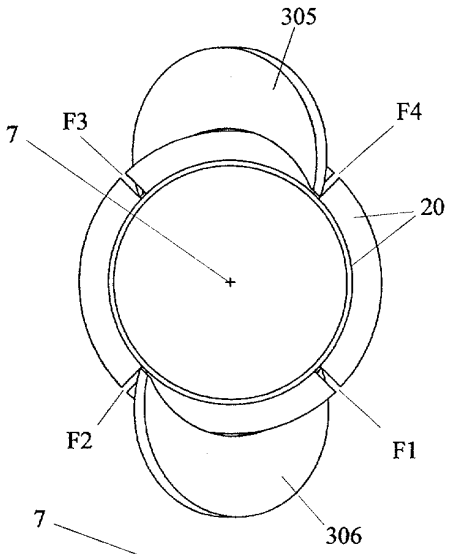


Fig. 78a

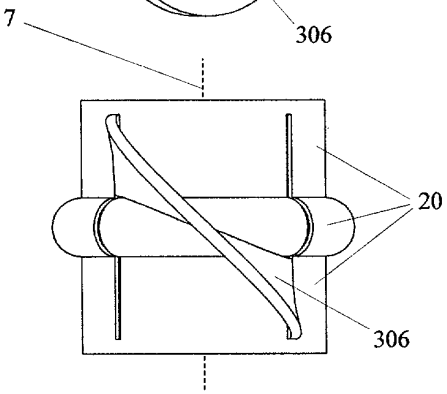


Fig. 78b

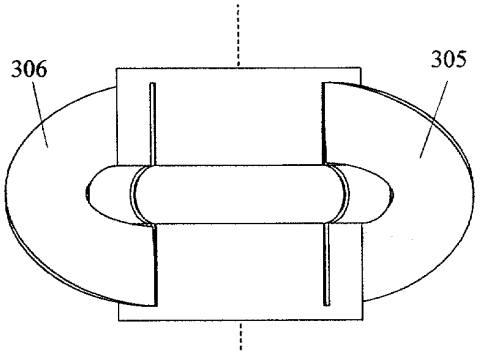


Fig. 78c

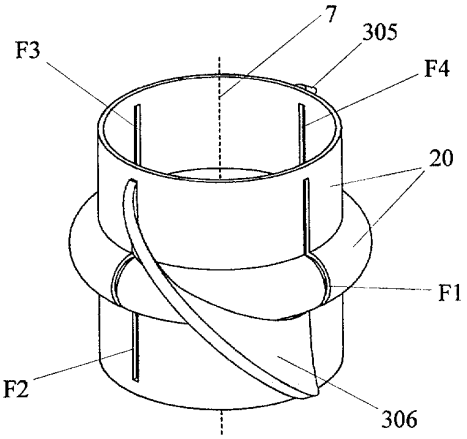


Fig. 78d

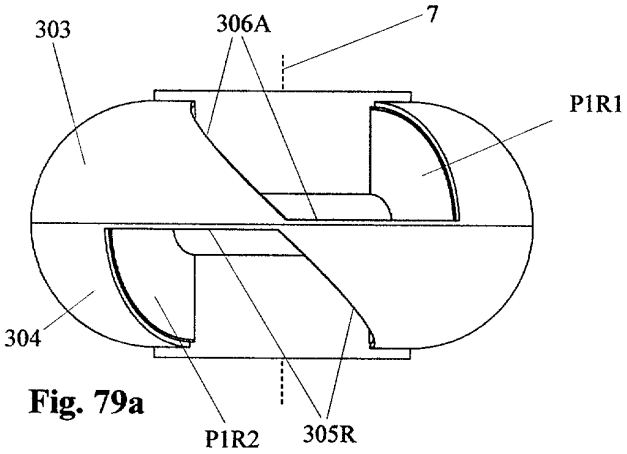


Fig. 79a

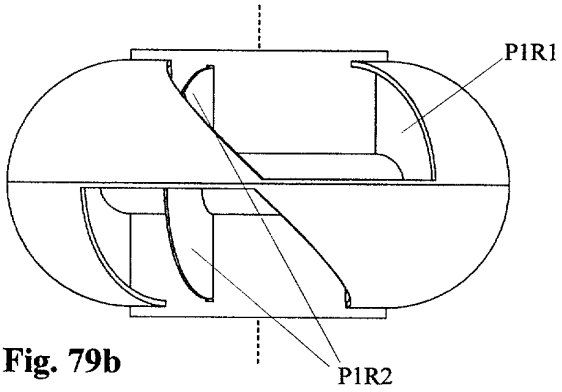


Fig. 79b

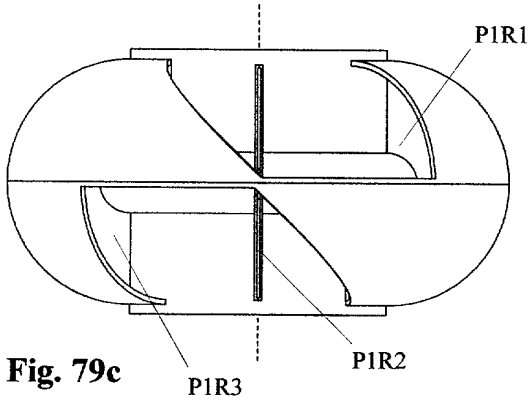


Fig. 79c

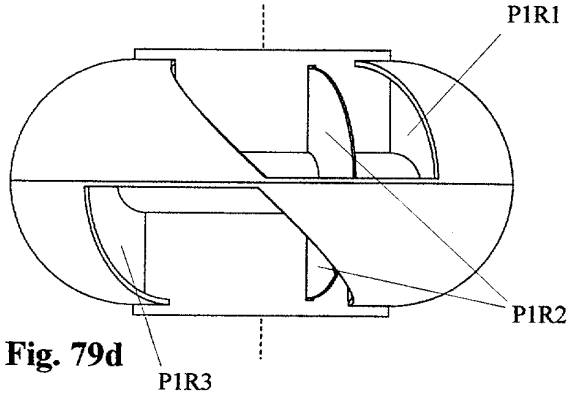


Fig. 79d

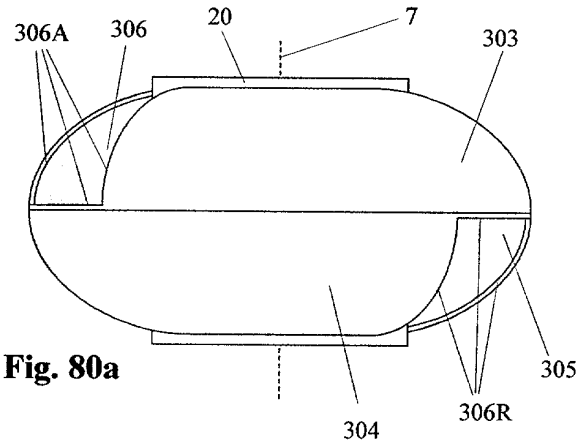


Fig. 80a

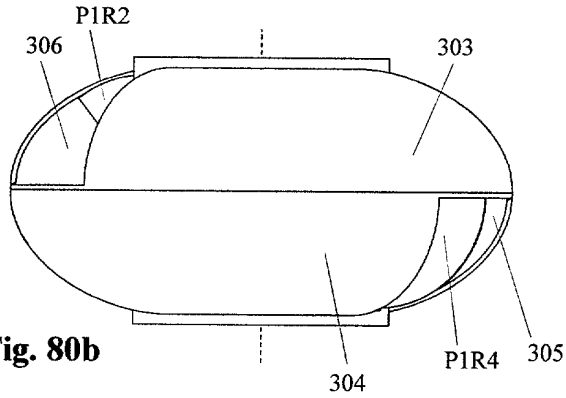


Fig. 80b

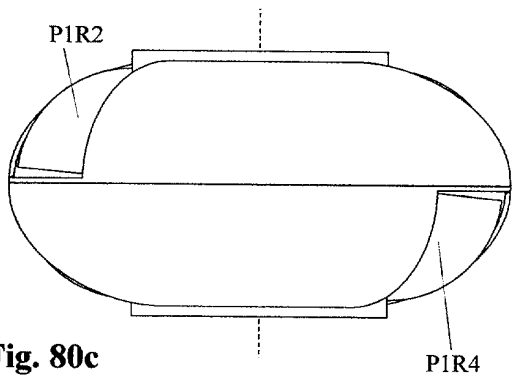


Fig. 80c

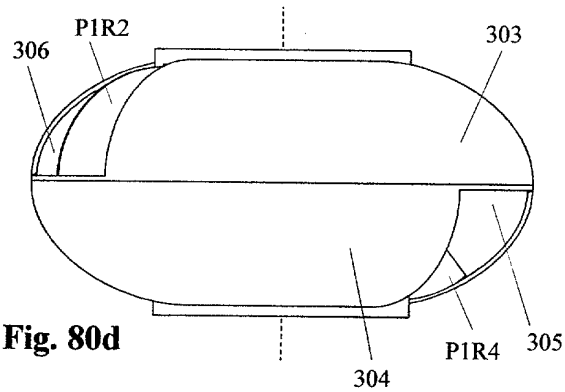


Fig. 80d

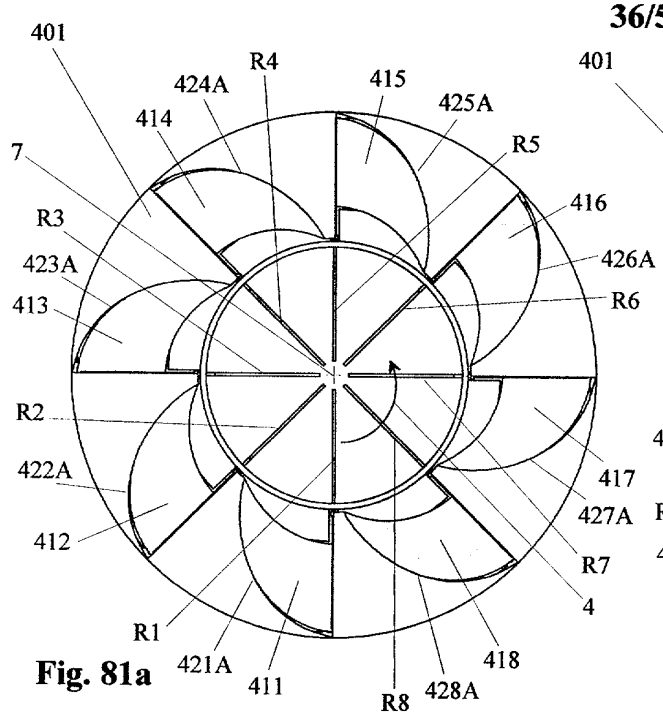


Fig. 81a

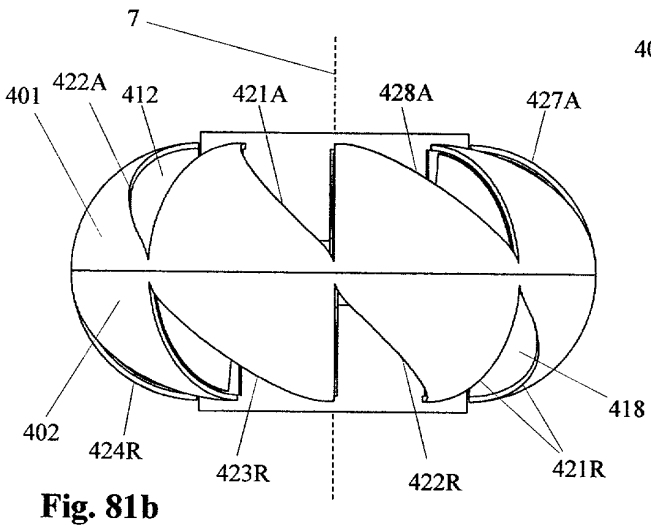


Fig. 81b

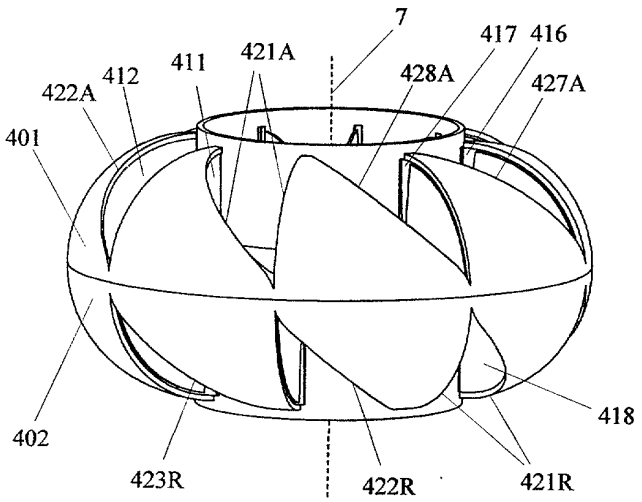


Fig. 81c

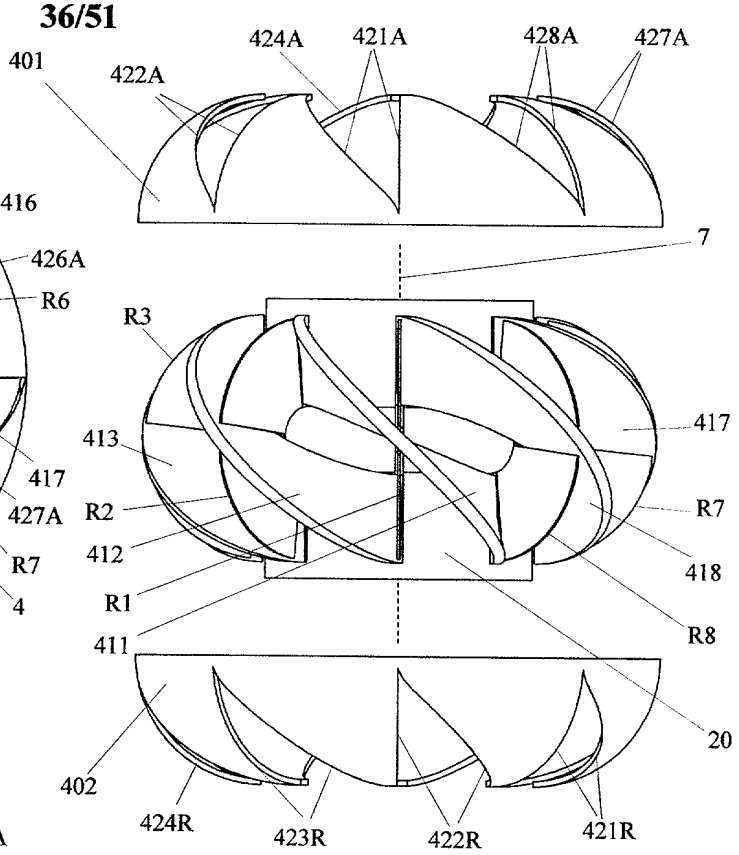


Fig. 81d

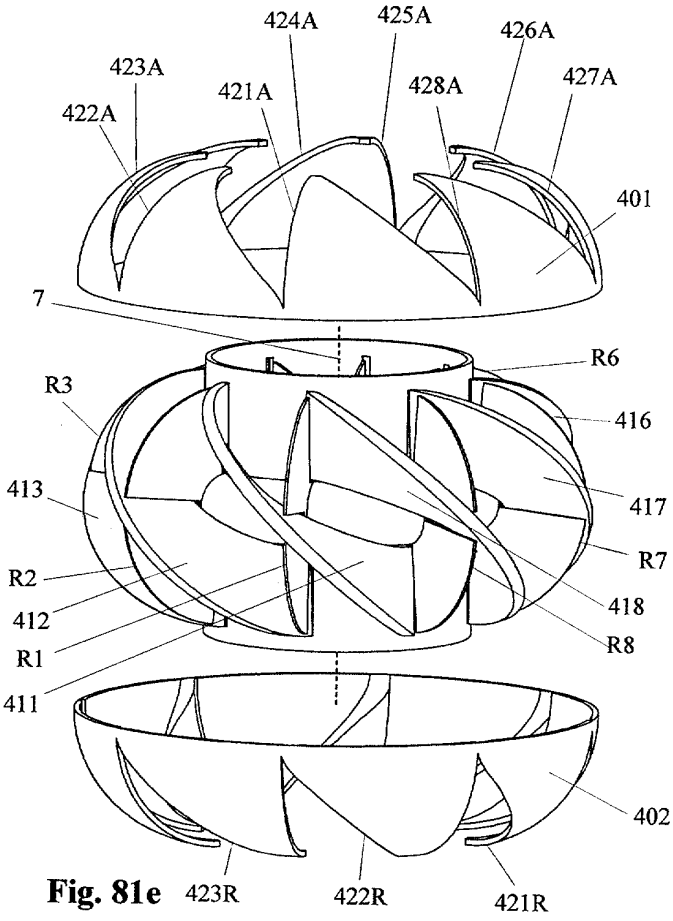


Fig. 81e

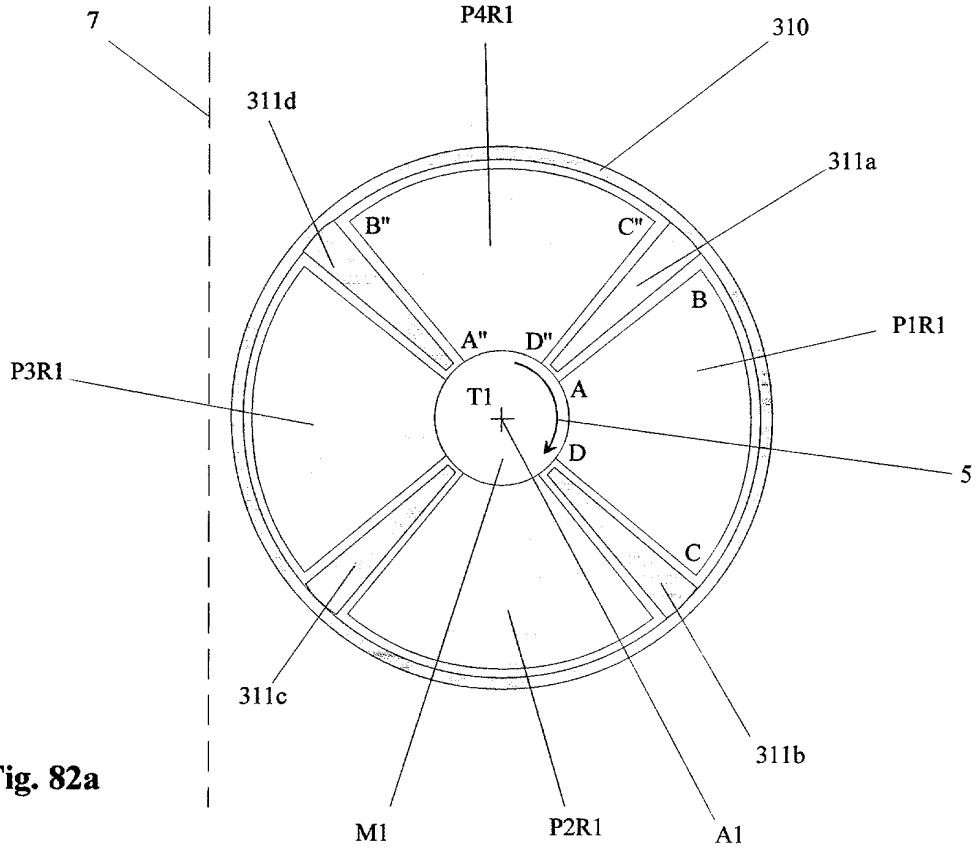


Fig. 82a

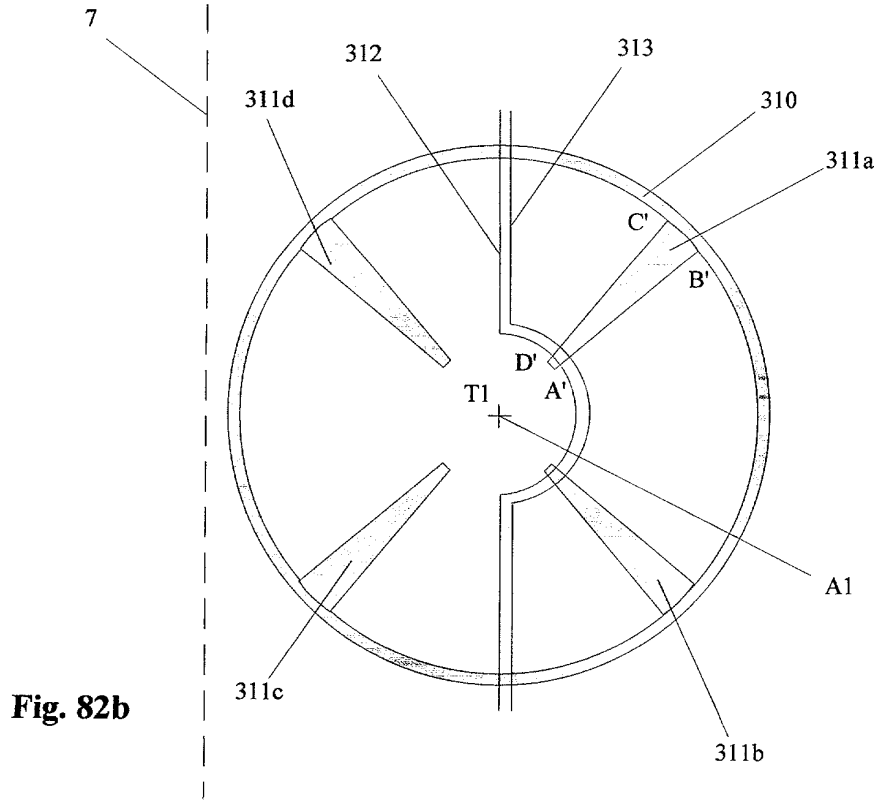


Fig. 82b

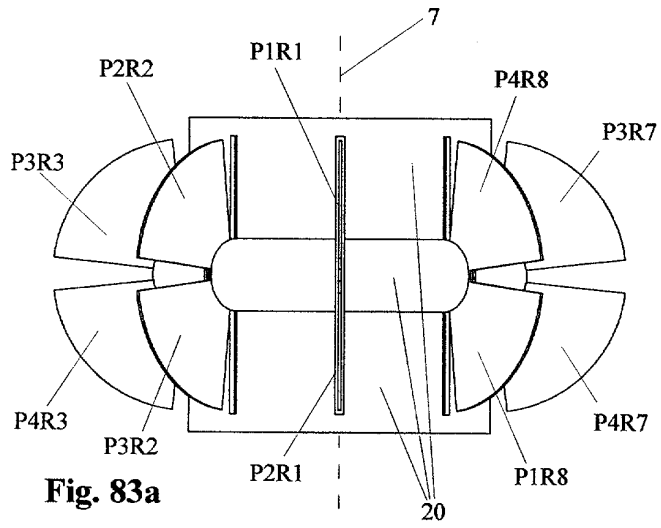


Fig. 83a

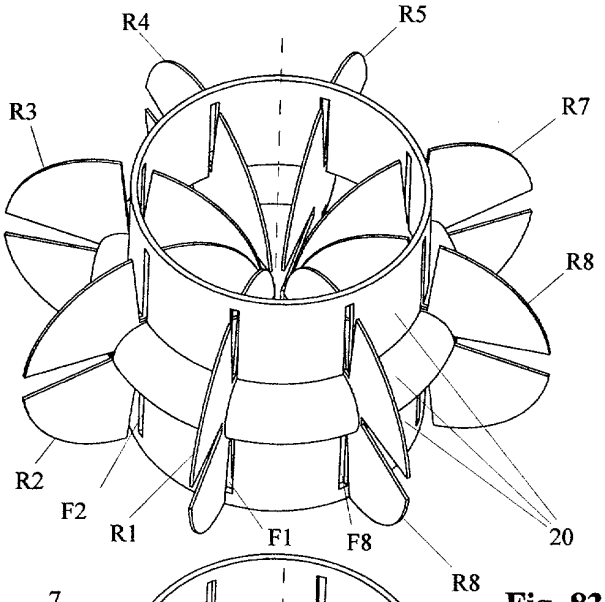


Fig. 83d

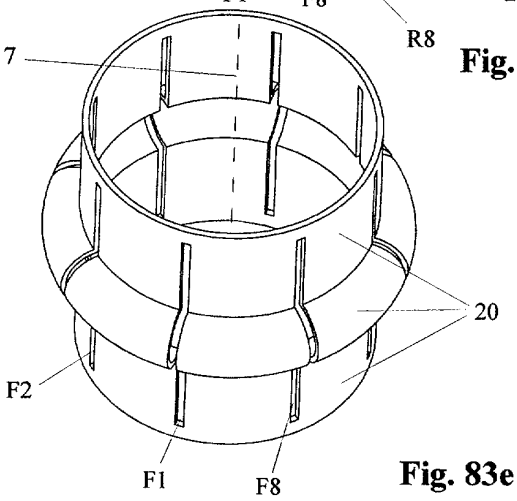


Fig. 83e

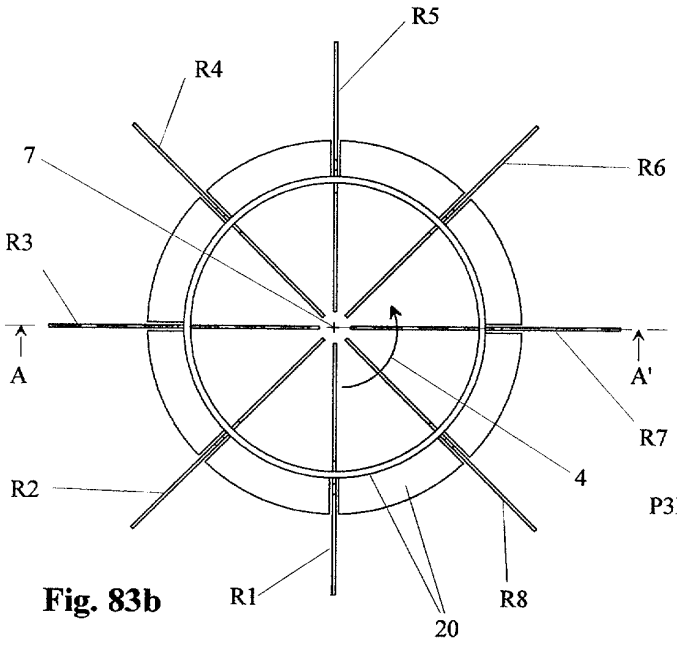


Fig. 83b

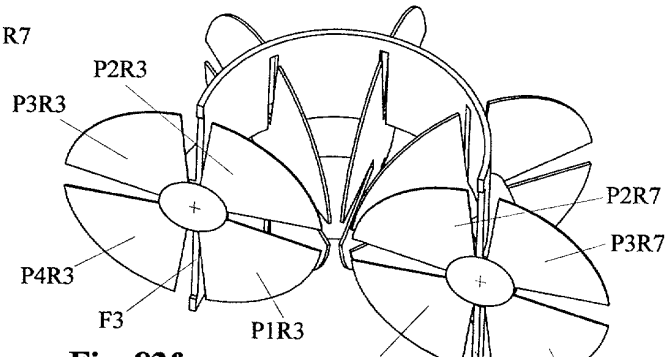


Fig. 83f

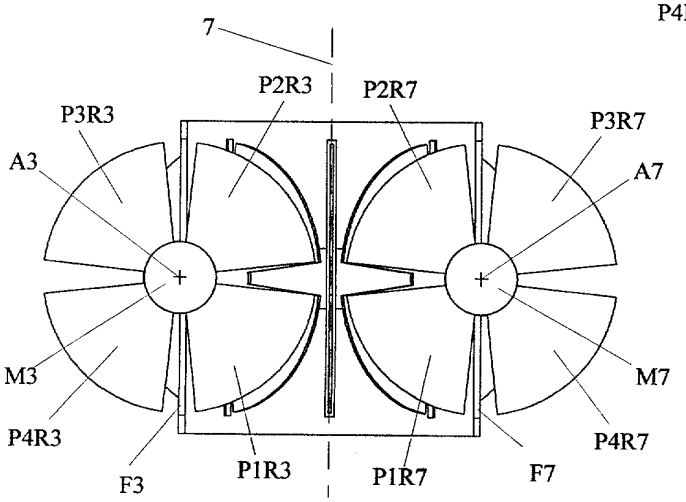


Fig. 83c

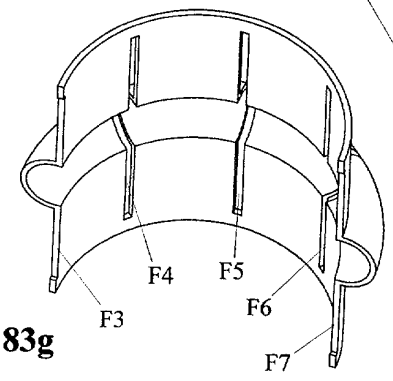


Fig. 83g

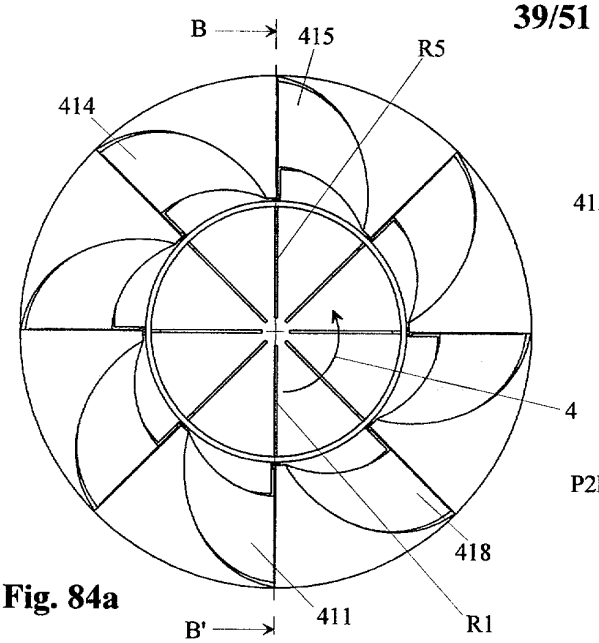


Fig. 84a

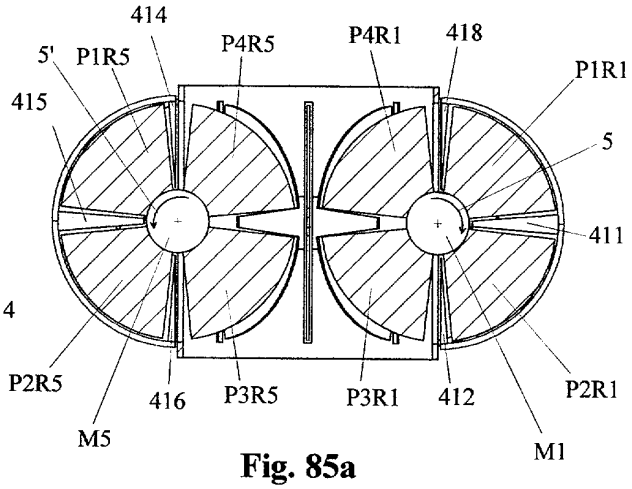


Fig. 85a

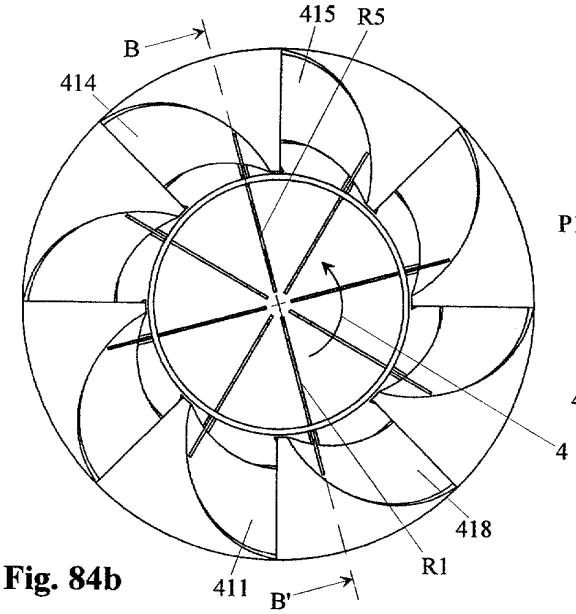


Fig. 84b

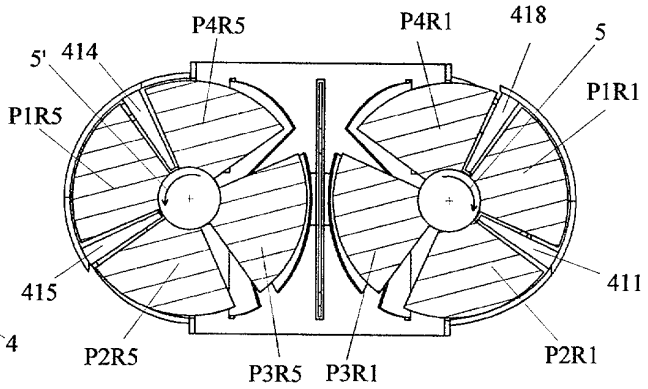


Fig. 85b

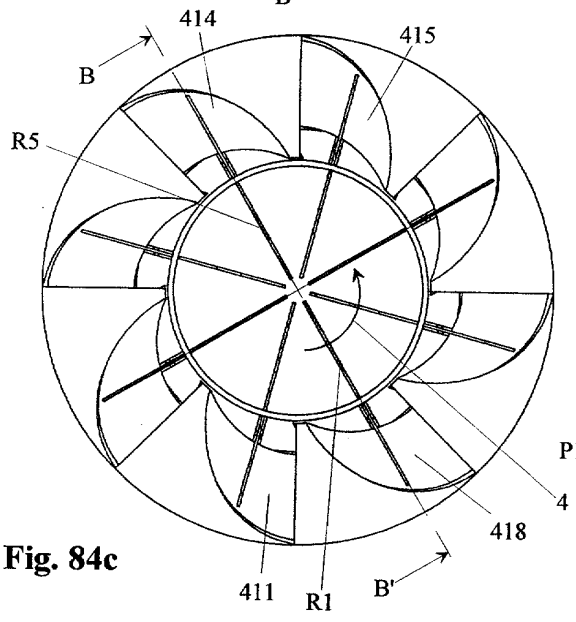


Fig. 84c

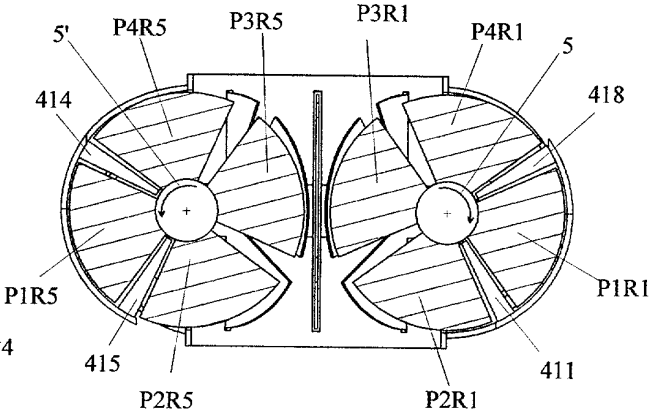


Fig. 85c

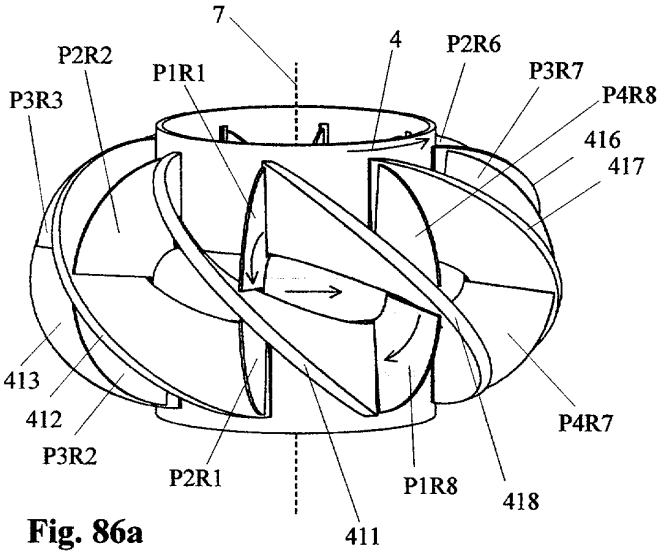


Fig. 86a

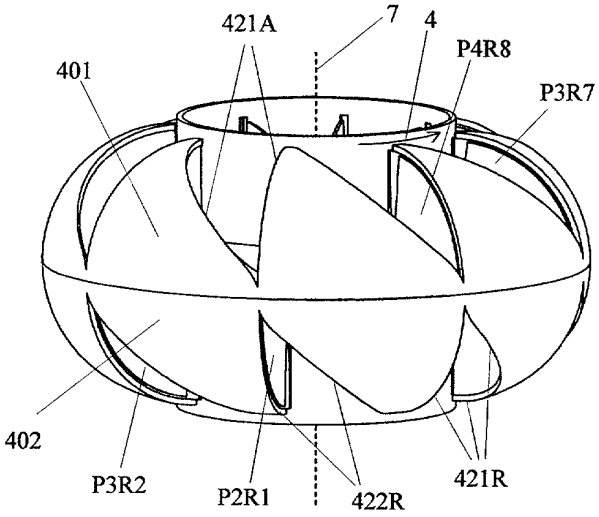


Fig. 87a

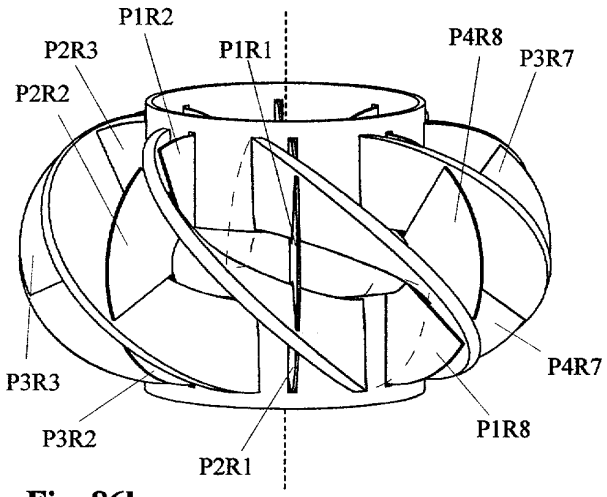


Fig. 86b

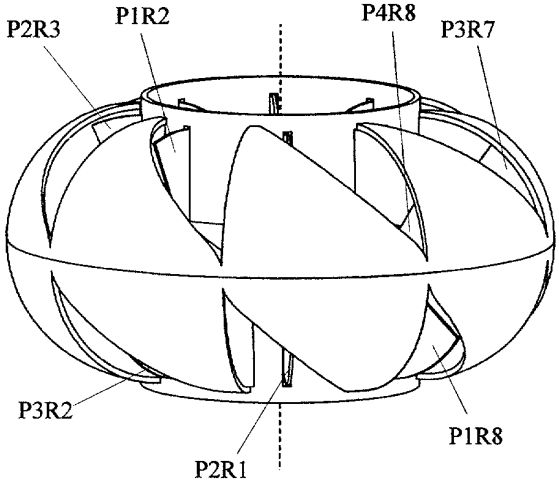


Fig. 87b

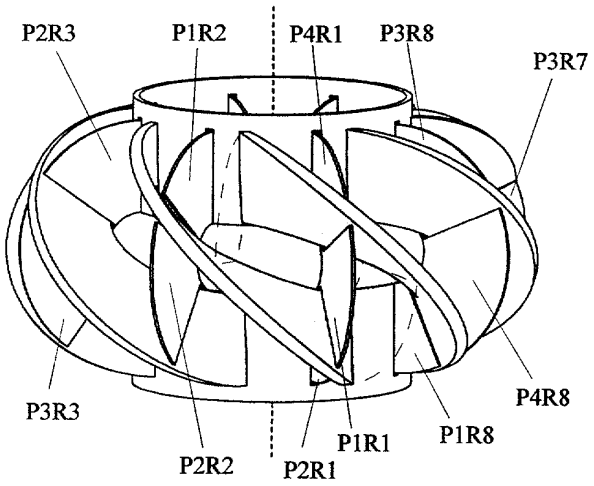


Fig. 86c

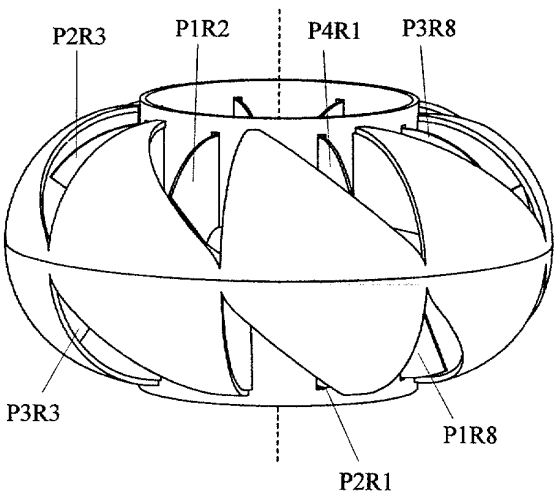


Fig. 87c

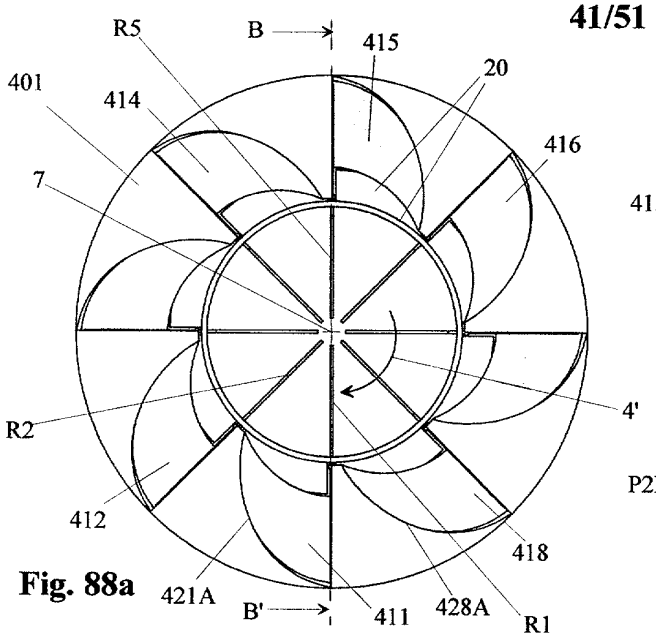


Fig. 88a

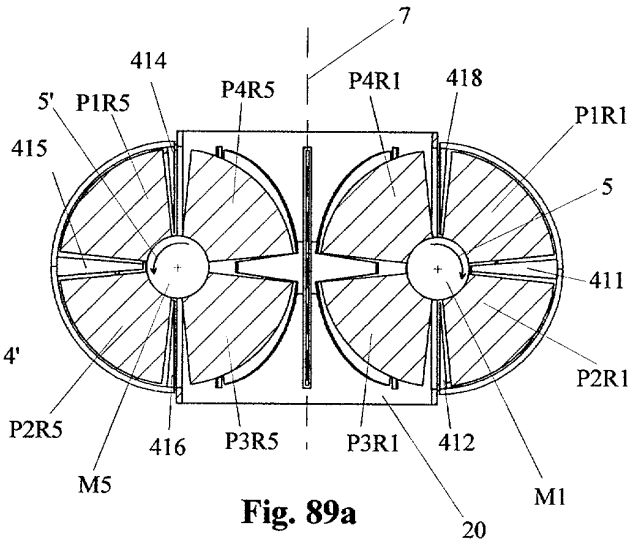


Fig. 89a

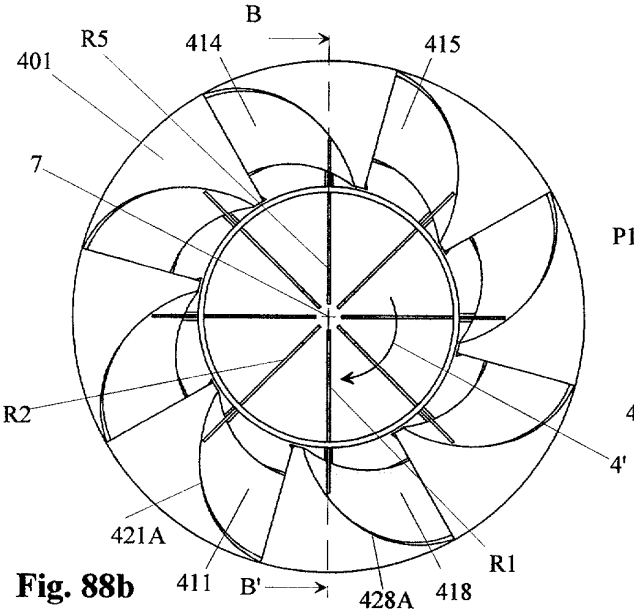


Fig. 88b

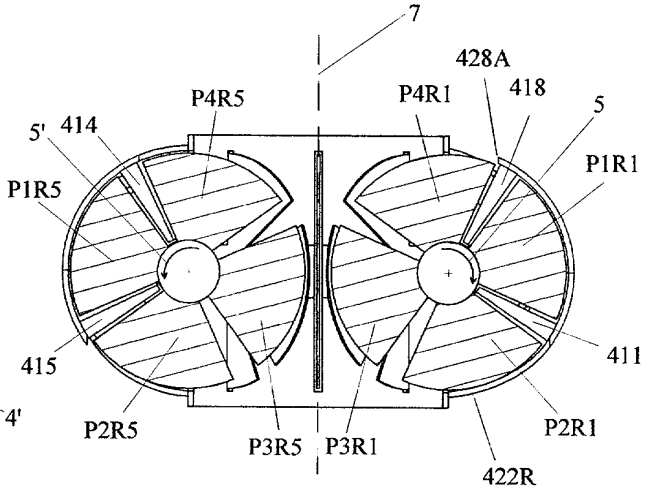


Fig. 89b

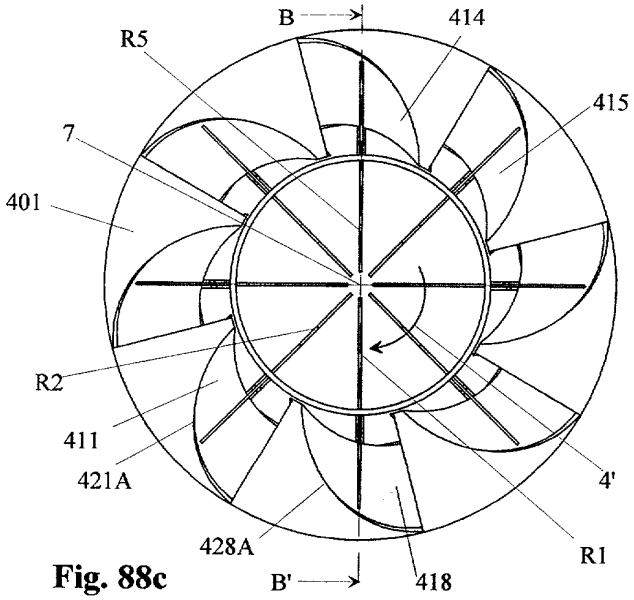


Fig. 88c

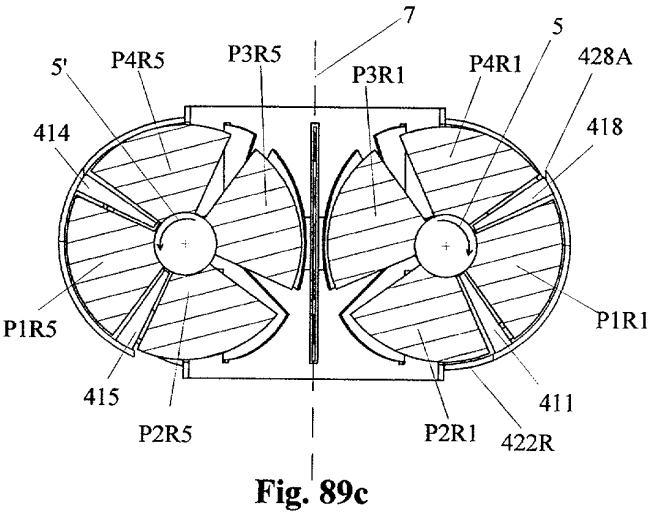


Fig. 89c

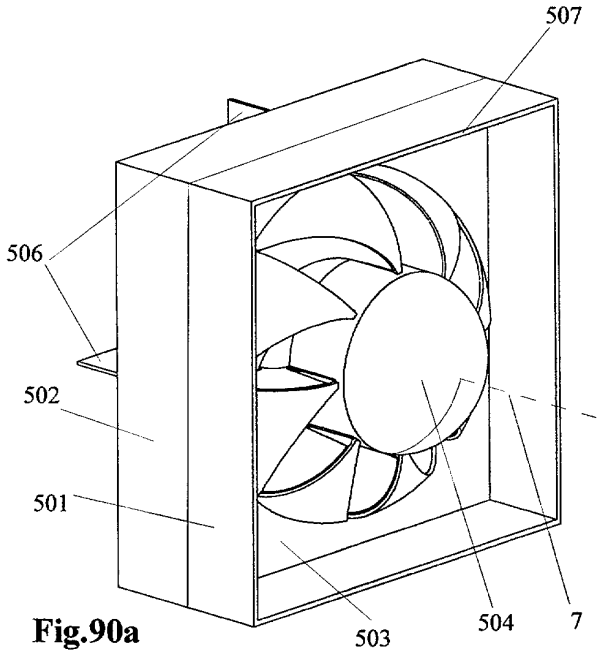


Fig.90a

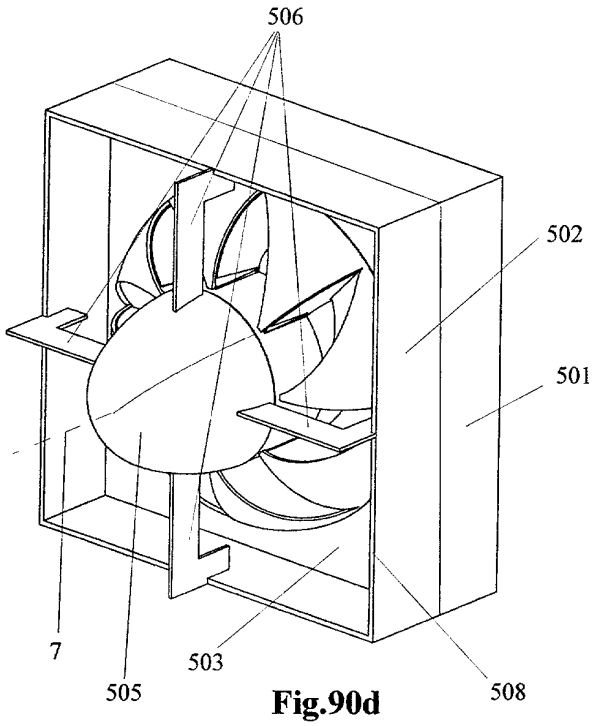


Fig.90d

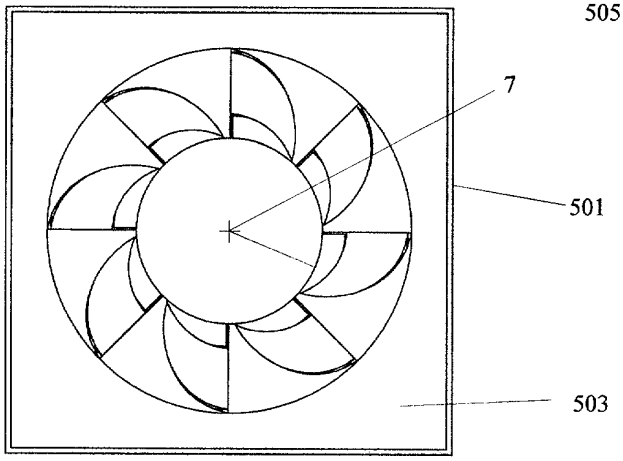


Fig.90b

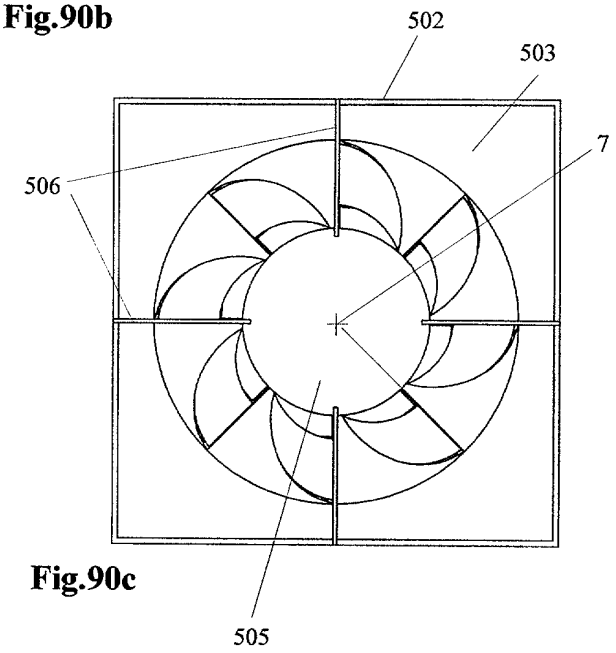


Fig.90c

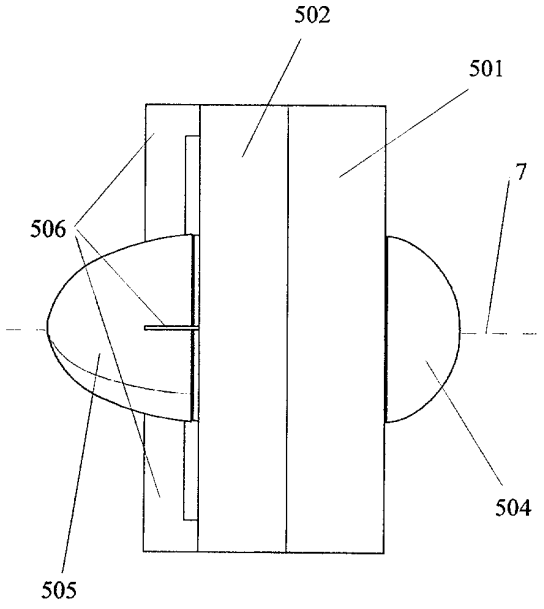


Fig.90e

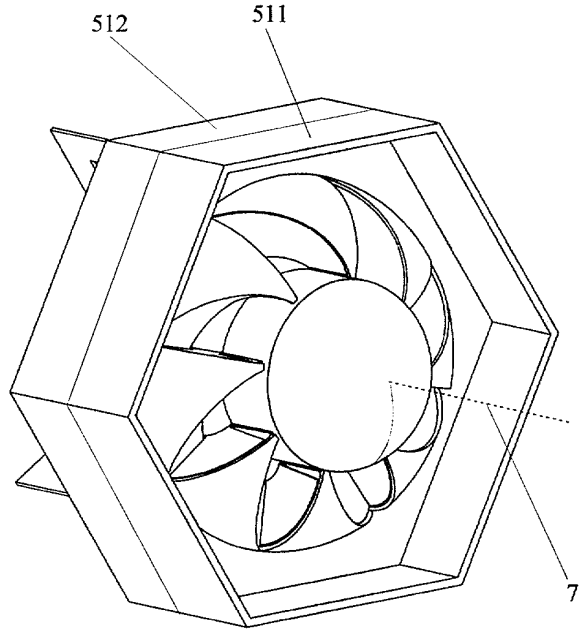


Fig.91a

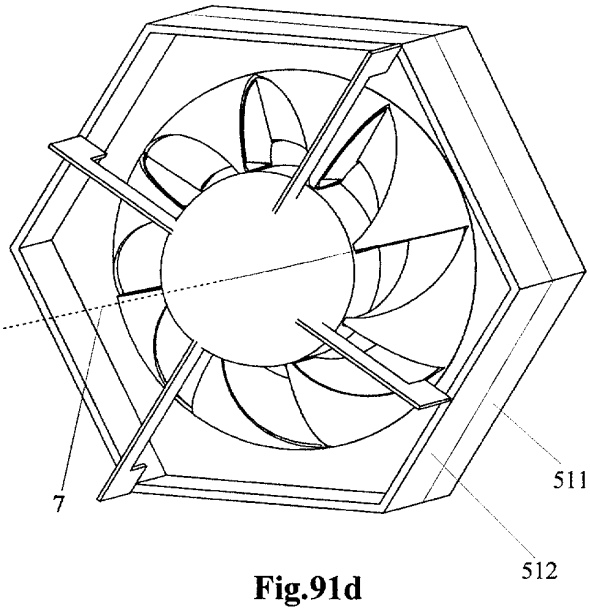


Fig.91d

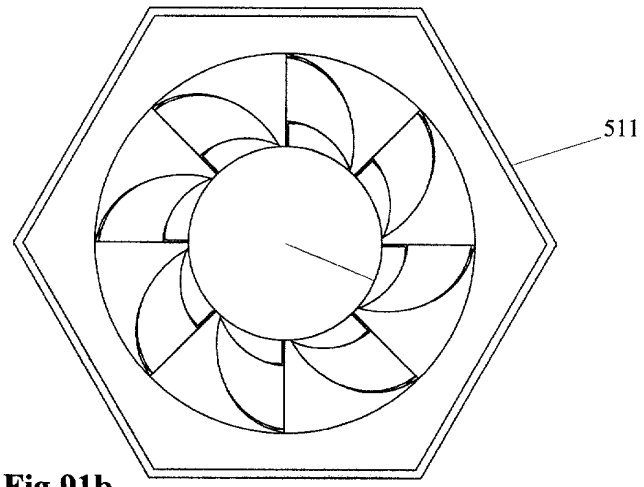


Fig.91b

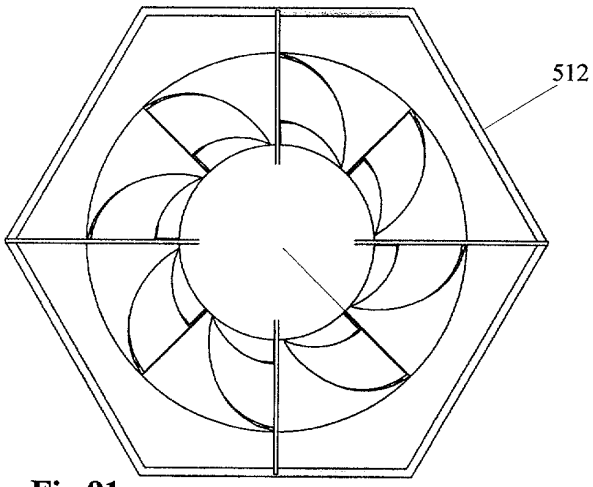


Fig.91c

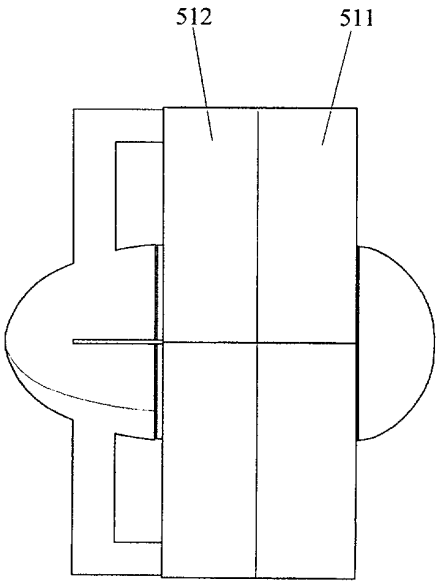


Fig.91e

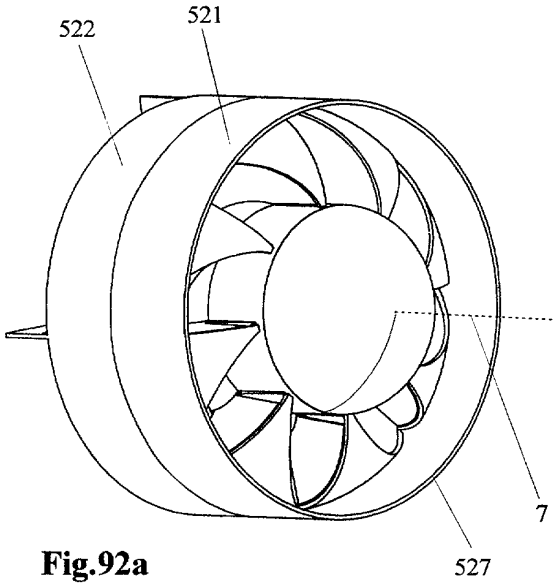


Fig.92a

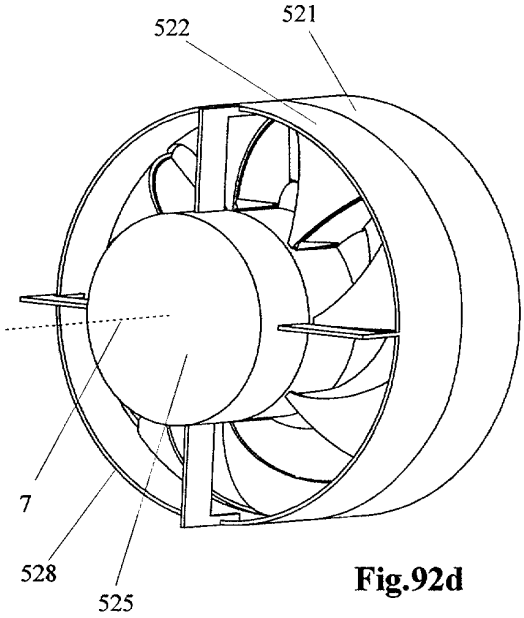


Fig.92d

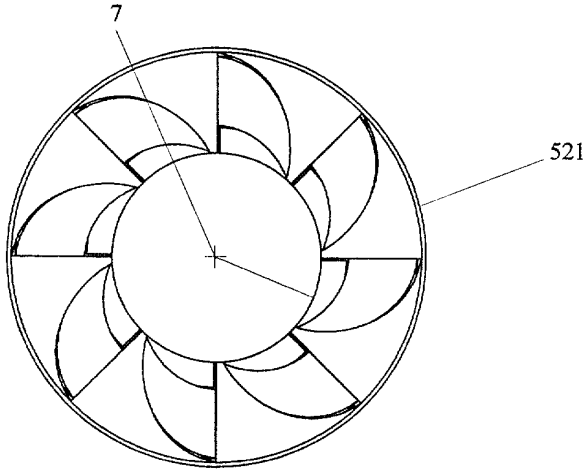


Fig.92b

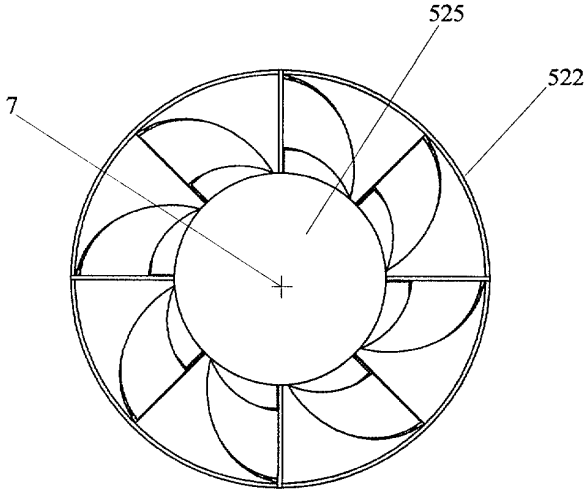


Fig.92c

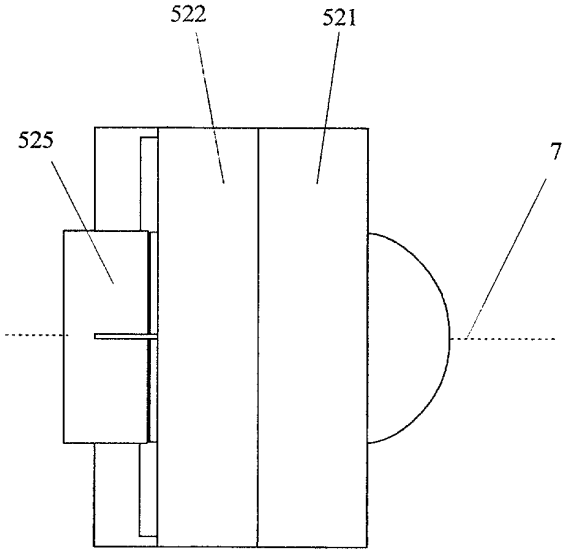


Fig.92e

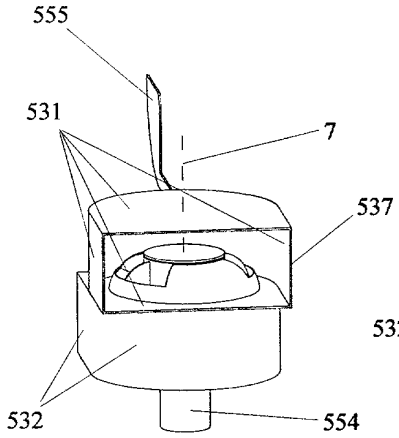


Fig.93a

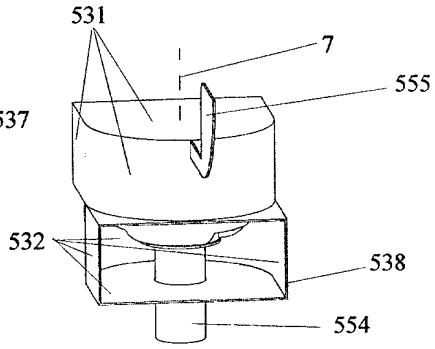


Fig.93b

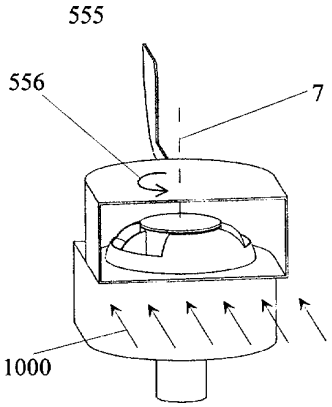


Fig.95a

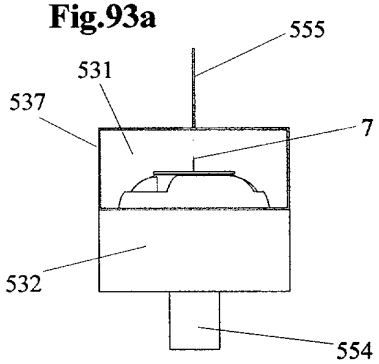


Fig.93c

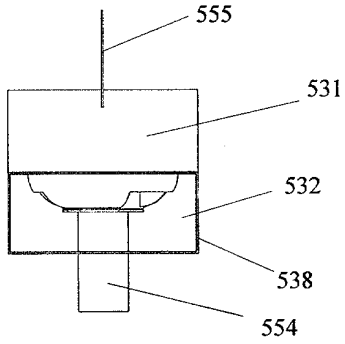


Fig.93d

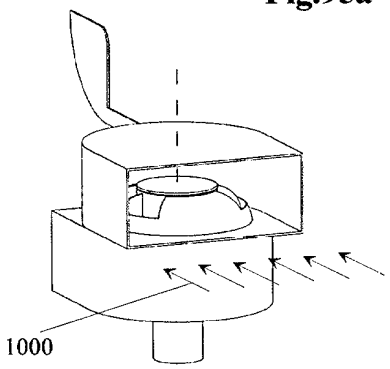


Fig.95b

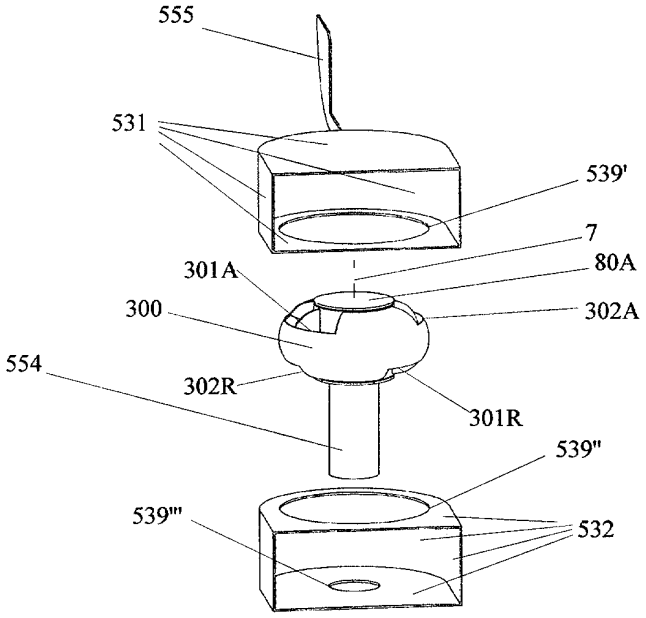


Fig.94

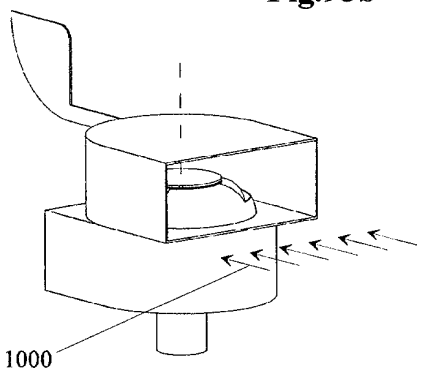


Fig.95c

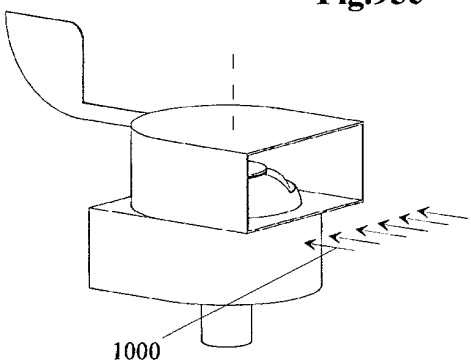


Fig.95d

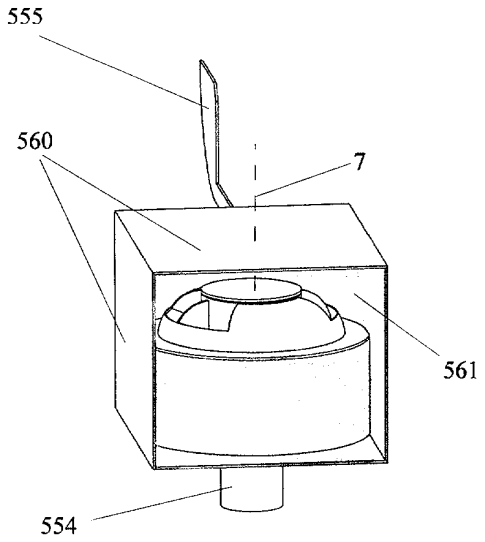


Fig.96a

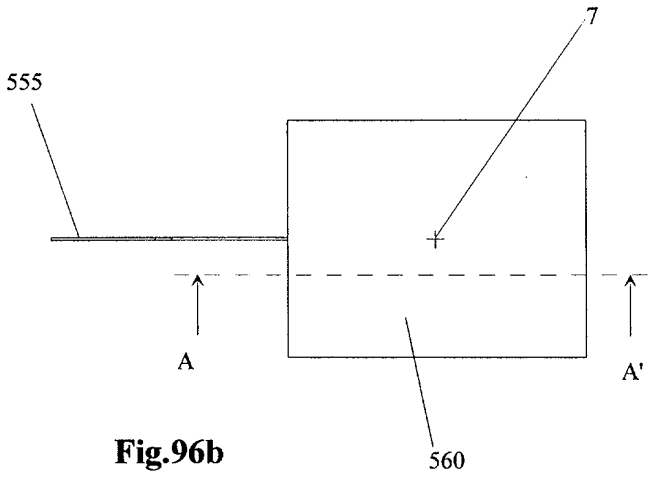


Fig.96b

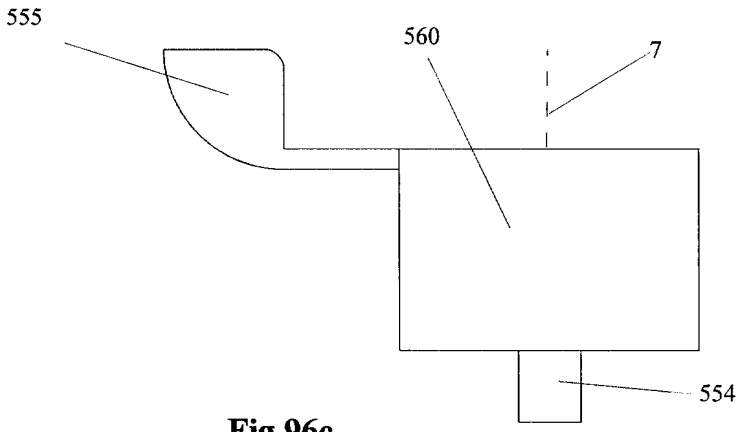


Fig.96c

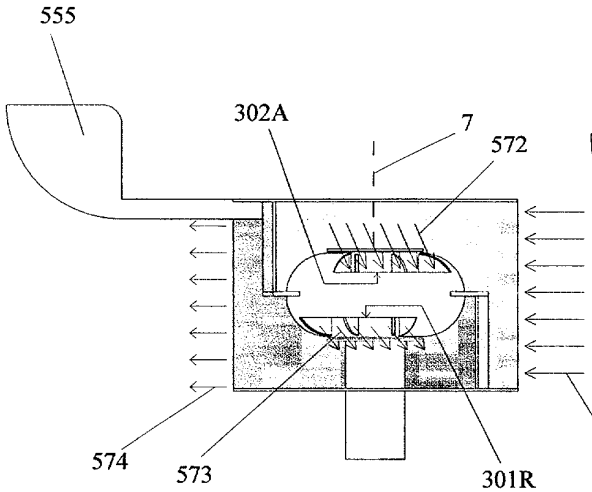


Fig.97a

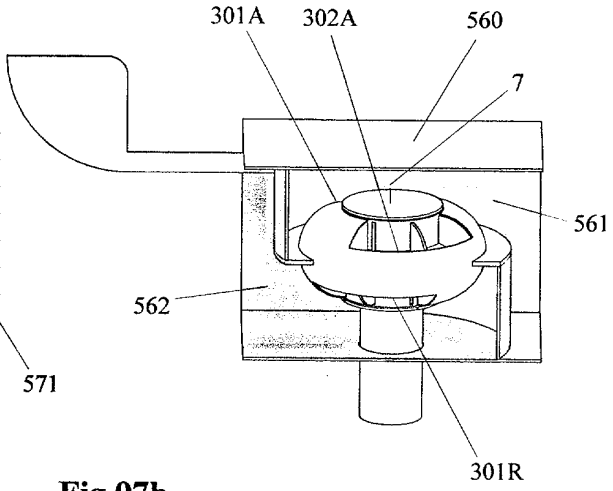


Fig.97b

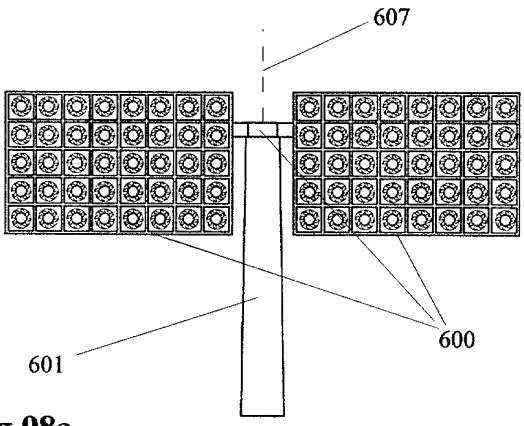


Fig.98a

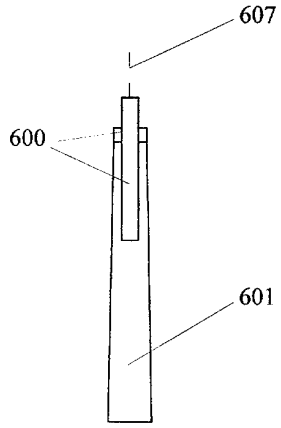


Fig.98b

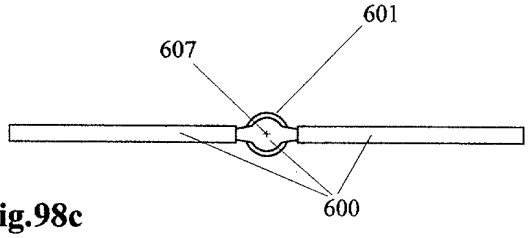


Fig.98c

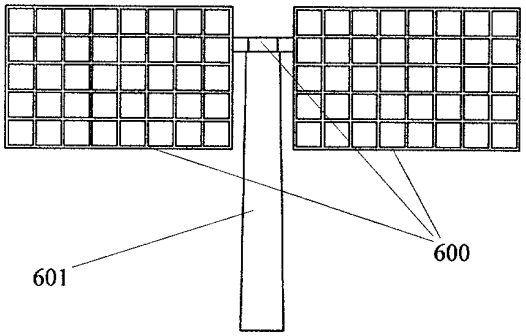


Fig.98d

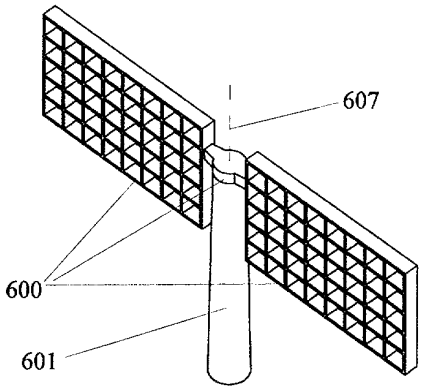


Fig.98e

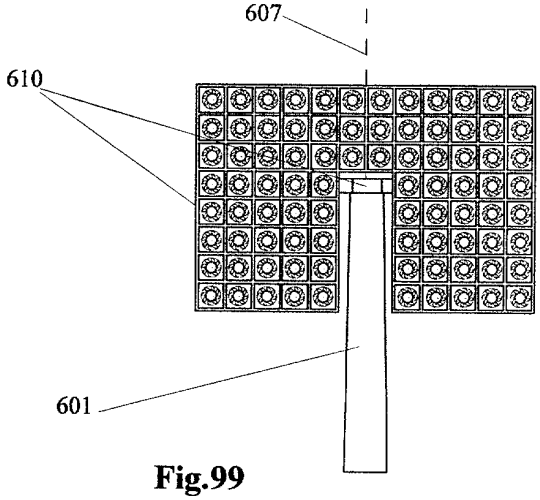


Fig.99

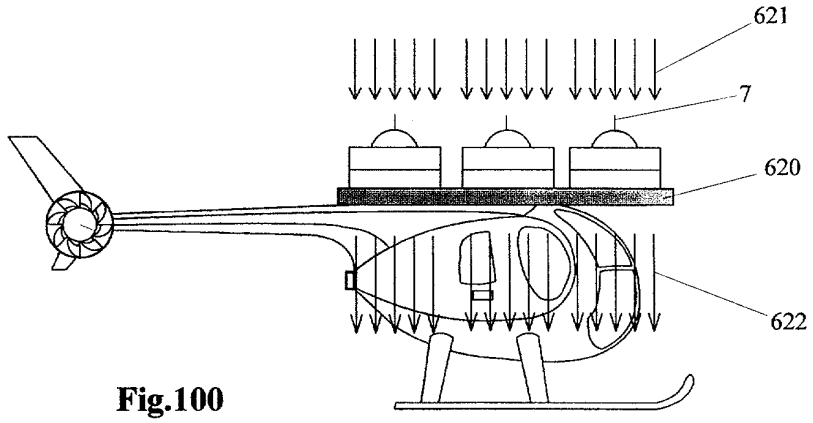


Fig.100

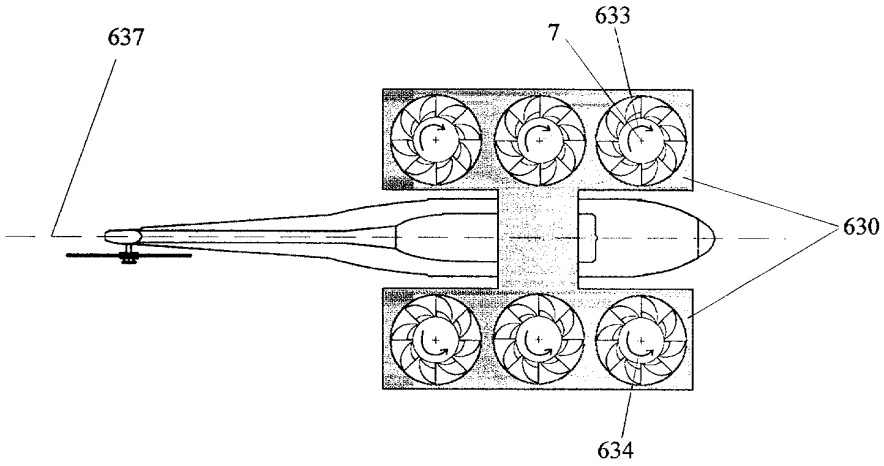


Fig.101

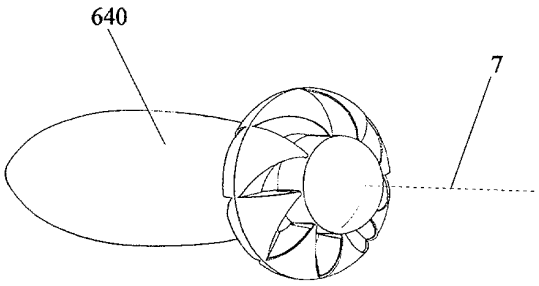


Fig.102a

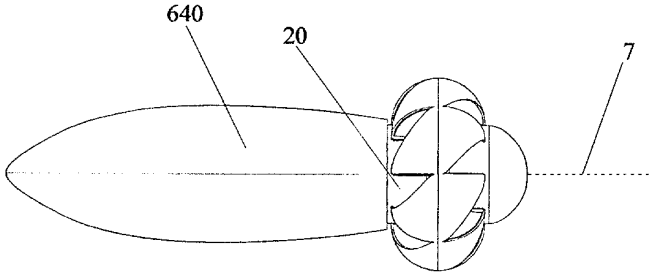


Fig.102b

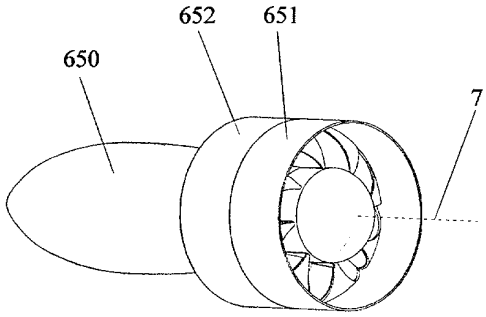


Fig.103a

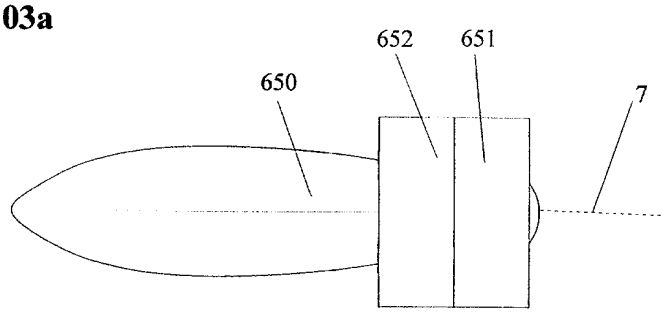


Fig.103b

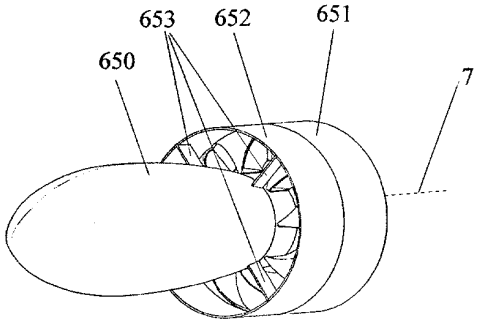


Fig.103c

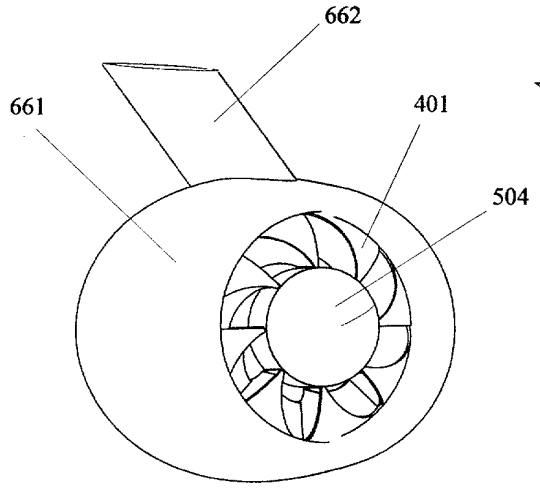


Fig.104a

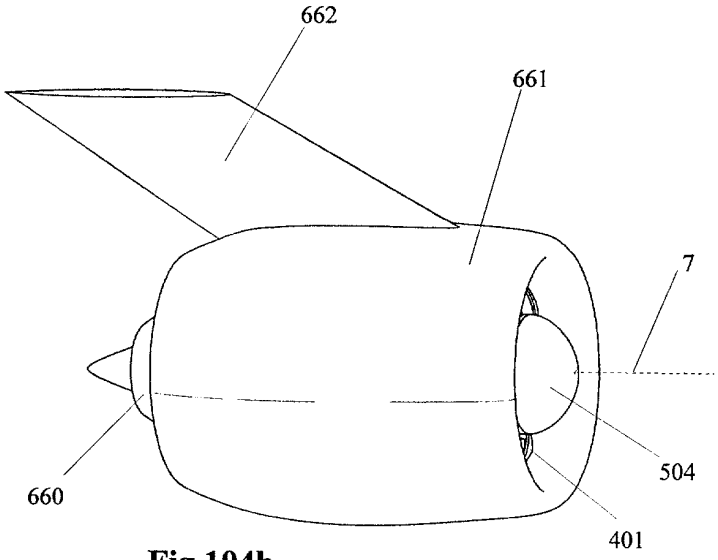


Fig.104b

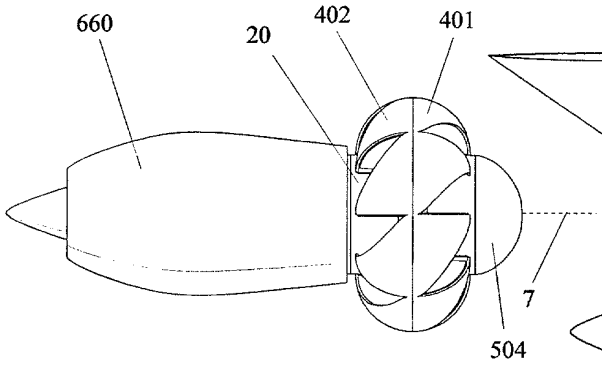


Fig.105

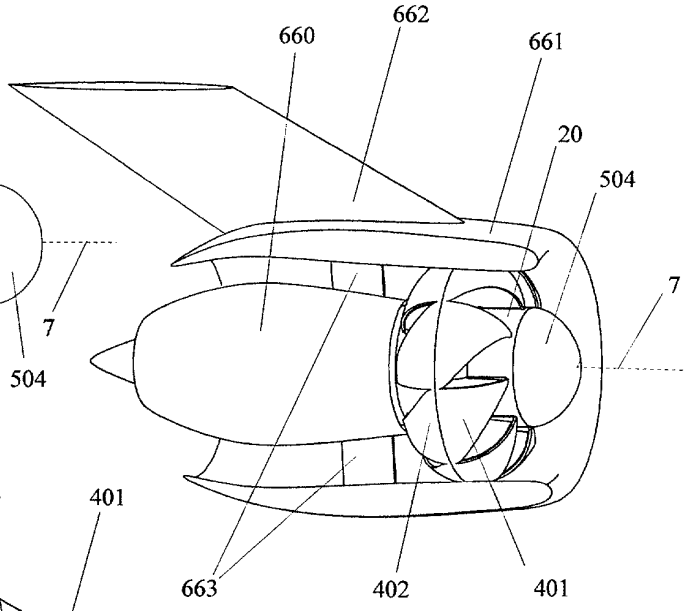


Fig.106a

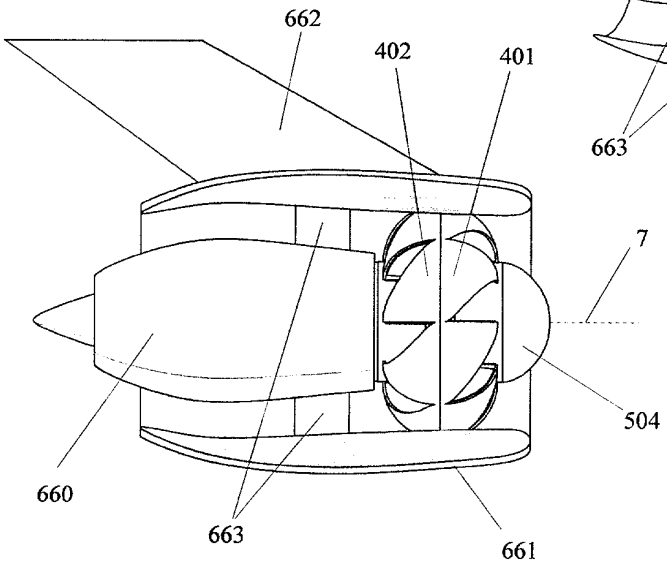


Fig.106b

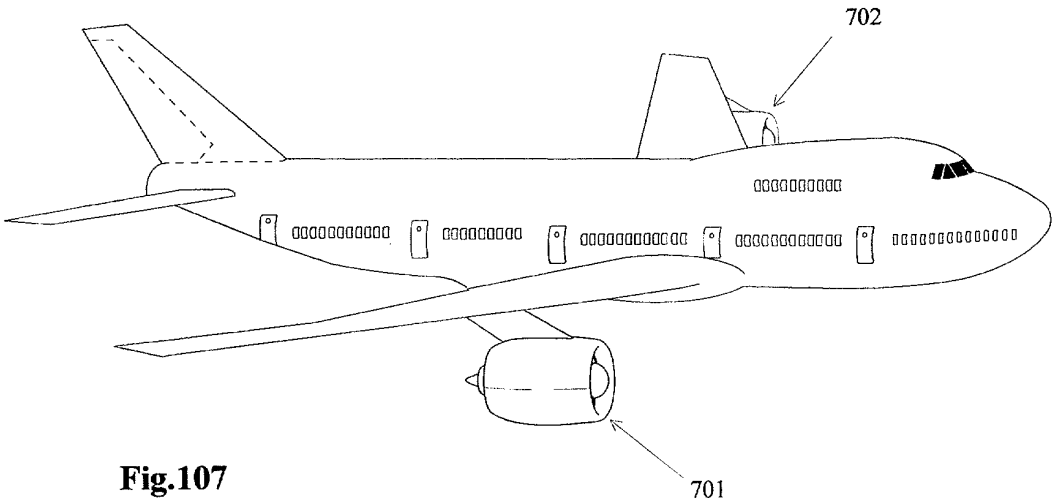


Fig.107

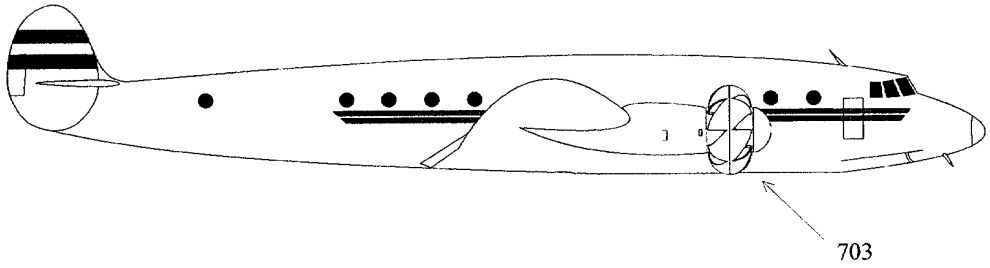


Fig.108

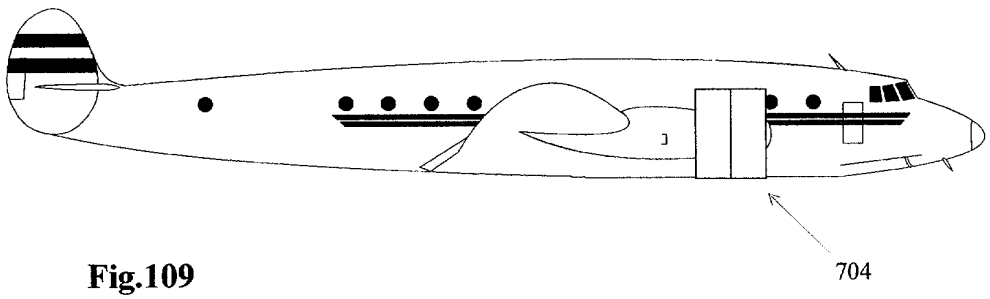


Fig.109

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 718463
FR 0806646

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 20 2008 007752 U1 (GLUSHKO VIKTOR [DE]) 16 octobre 2008 (2008-10-16) * le document en entier *	1-4	F03D3/06 F03D7/06 B64C11/00
Y		5-30	

Y	WO 2005/005824 A (ALLAIRE SERGE [CA]) 20 janvier 2005 (2005-01-20) * page 2, ligne 24 - page 3, ligne 2; figures 3A,9 *	6-30	

X	US 4 097 190 A (WHITE HERBERT O) 27 juin 1978 (1978-06-27) * colonne 3, ligne 60 - colonne 4, ligne 56; figure 1 *	1,2	
Y		5	

X	US 2008/121752 A1 (CHEN FRANKLIN Y K [US]) 29 mai 2008 (2008-05-29) * alinéas [0083], [0084] *	1,2,31	

A	DE 20 2006 015410 U1 (LANGE WOLFGANG [DE]) 21 décembre 2006 (2006-12-21) * le document en entier *	1-30	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F03D

A	FR 2 841 605 A (HERMANS SERGE [FR]) 2 janvier 2004 (2004-01-02) * le document en entier *	1-30	

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
1 septembre 2009	Beran, Jiri

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0806646 FA 718463

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 01-09-2009
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 202008007752 U1	16-10-2008	AUCUN	
WO 2005005824 A	20-01-2005	AUCUN	
US 4097190 A	27-06-1978	AUCUN	
US 2008121752 A1	29-05-2008	AUCUN	
DE 202006015410 U1	21-12-2006	AUCUN	
FR 2841605 A	02-01-2004	AUCUN	

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82