

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **718 281 A1**

(51) Int. Cl.: **F03D** **1/06** (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00065/21

(71) Requérant:
Max de Martini, Rue des Cerisiers 7
2000 Neuchâtel (CH)

(22) Date de dépôt: 25.01.2021

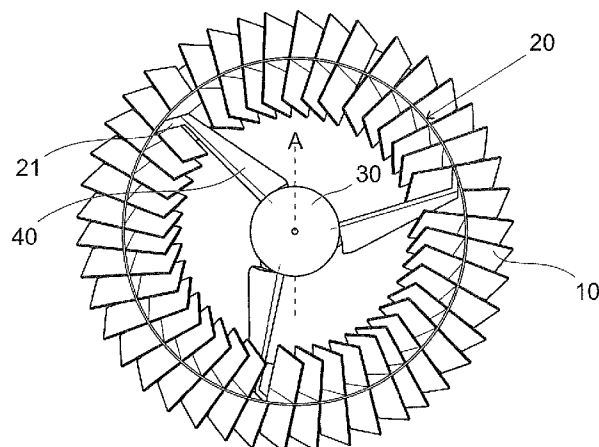
(72) Inventeur(s):
Max de Martini, 2000 Neuchâtel (CH)

(43) Demande publiée: 29.07.2022

(74) Mandataire:
P&TS SA, Av. J.-J. Rousseau 4 P.O. Box 2848
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **Eolienne à pales déportées.**

(57) La présente invention décrit une éolienne comprenant un moyeu (30) et un support de pales (20) formant un plan perpendiculaire à l'axe de rotation (A), sur lequel sont disposées une pluralité de pales externes (10) déportées par rapport au moyeu. Les pales externes sont orientées selon un plan incliné par rapport au plan d'un angle compris entre environ 89° et environ 40°.



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne une éolienne à pales déportées. En particulier, l'éolienne ici décrite comporte un jeu de pales disposées à distance du moyeu, sur la partie périphérique d'un support de pales.

Etat de la technique

[0002] L'utilisation et la production d'énergies renouvelables font l'objet de nombreux développements, en particulier dans le domaine des éoliennes. Les éoliennes communément utilisées comportent un nombre réduit de pales, en général trois, disposées sur un moyeu pour faire tourner un arbre. La géométrie des pales est un élément particulièrement critique pour le rendement de l'éolienne. Leur coût de développement et de fabrication s'en trouve considérablement alourdi. Le savoir-faire relatif à ces pales revient en outre à un nombre limité d'acteurs. Les dimensions importantes de tels dispositifs sont de plus souvent sujet à débat, voir à des oppositions avérées de la part des publics. En conséquence, elles sont le plus souvent implantées à distance des zones urbaines, voire sur des sites offshore, ce qui représente un surcoût pour l'acheminement du courant produit. Une force de vent suffisante est en outre nécessaire pour activer les pales, ce qui oblige à sélectionner les sites les plus venteux, et qui limite parfois les durées d'utilisation de l'éolienne aux périodes où la vitesse du vent est optimale. Les éoliennes de ce type produisent du courant de manière optimale pour des vitesses de vent de l'ordre de 12 m/s. En deçà de 4m/s environ, elles sont improductives et au-delà de 25 m/s, elles doivent le plus souvent être déclenchées pour éviter les dommages.

[0003] Ces différentes limitations représentent un frein au déploiement des énergies renouvelables. Les coûts d'installation des éoliennes actuelles, en particulier, sont dissuasifs. Les sites d'implantation doivent en outre être scrupuleusement étudiés tant pour des raisons de rendement que d'opinion publique.

[0004] Il convient de proposer des éoliennes meilleur marché et d'installation plus aisée, de sorte à en accroître leur accessibilité.

Bref résumé de l'invention

[0005] Un but de la présente invention est donc de proposer une éolienne meilleur marché que les éoliennes actuelles et plus compactes, de sorte à pouvoir être installées localement ou pour des applications spécifiques. Dans ce cadre, les éoliennes de la présente invention se destinent non seulement à la production d'électricité mais aussi aux applications plus locales et diversifiées telles que le pompage d'eau, l'entraînement d'un dispositif mécanique ou toute autre application d'utilité.

[0006] Le but de la présente invention est également de proposer des éoliennes aux performances accrues. L'amélioration des performances comprend par exemple des conditions d'utilisation élargies à des vents faibles. L'objectif est dans ce contexte de proposer des éoliennes pouvant produire une énergie efficace pour des vitesses de vent inférieures à 5 m/s, ou 4 m/s ou même inférieures à 2m/s. De surcroît, l'objectif est de proposer des éoliennes pouvant être utilisées sous des vitesses de vent supérieures 25m/s, voir 30m/s. L'amélioration des performances inclue également une puissance accrue de l'énergie produite pour une vitesse de vent donnée.

[0007] Un autre but de l'invention est de proposer des éoliennes modulables et/ou adaptable aux conditions d'utilisation et/ou aux conditions environnementales.

[0008] Selon l'invention, ces buts sont atteints notamment au moyen du dispositif objet des revendications indépendantes et détaillé dans les revendications dépendantes.

[0009] Les éoliennes telles que décrites ici présentent notamment l'avantage d'une plus grande flexibilité d'utilisation. Elles peuvent en l'occurrence être utilisées pour des applications locales à moindre coût, ou pour des applications spécifiques. Leur modularité permet de diversifier à la fois les sites d'implantation et les types d'applications. Elles présentent en outre l'avantage d'une efficacité et/ou d'une rentabilité accrues par rapport aux solutions existantes.

Brève description des figures

[0010] Des exemples de mise en oeuvre de l'invention sont indiqués dans la description illustrée par les figures suivantes :

- Figure 1 : Vue schématique de face d'une éolienne selon un mode de réalisation de la présente invention.
- Figure 1b: Vue schématique de face d'une éolienne selon un autre mode de réalisation de la présente invention.
- Figure 1c: Vue schématique de face d'une éolienne selon un autre mode de réalisation de la présente invention
- Figure 2: Vue schématique de face de la partie centrale d'une éolienne selon un mode de réalisation de la présente invention.

- Figures 3 et 4: Vue schématique des détails relatifs à la disposition des pales d'une éolienne selon un mode de réalisation de la présente invention.
- Figures 5a et 5b : Vue schématique des détails relatifs à la disposition des pales d'une éolienne selon un mode de réalisation de la présente invention
- Figures 6a et 6b : Comparaison schématique des pales d'une éolienne selon l'art antérieur et de celles d'une éolienne selon la présente invention

Exemple(s) de mode de réalisation de l'invention

[0011] La figure 1 illustre une vue d'ensemble de l'éolienne 1 selon la présente description. Elle comprend un support de pales 20 comportant une partie circonférentielle 21 et une partie centrale pourvue d'un moyeu 30 permettant le passage et ou la fixation d'un axe de rotation A. Le moyeu 30 et la partie circonférentielle 21 peuvent résulter d'un disque plein dont le centre est percé pour faire office de moyeu 30 et dont la partie circonférentielle 21 représente le bord extérieur du disque. Pour des raisons de poids et de prise au vent, le support de pale 20 peut être partiellement évidé ou ajouré de sorte à ménager des ouvertures dans le disque. Alternativement, le moyeu 30 et la partie circonférentielle 21 peuvent comprendre deux éléments distincts réunis par des liens (non représentés) faisant office de rayons. Le support de pale 20 est ainsi allégé tout en conservant une résistance structurelle suffisante. L'éolienne selon la présente invention se caractérise donc par un support de pale 20 qui comporte un point de fixation des pales, correspondant à sa partie circonférentielle 21, à distance du moyeu 30.

[0012] En plus ou alternativement, l'espace entre le moyeu 30 et la partie circonférentielle 21 peut comprendre une ou plusieurs pales internes 40. Les pales internes 40 peuvent par exemple être liées à leur base au moyeu 30 et s'étendre vers la partie circonférentielle 21. La longueur des pales internes 40 peut correspondre à la distance entre le moyeu 30 et la partie circonférentielle 21 de sorte que l'extrémité des pales internes 40 opposée à leur base coïncide avec cette partie circonférentielle 21. Les pales internes 40 peuvent cependant être plus courtes selon les besoins. Une combinaison de pales internes 40 de différentes longueurs peut en outre être envisagée. Au moins l'une des surfaces des pales internes 40 est de préférence de forme biseautée de sorte à produire un angle par rapport au plan P20 défini par le support de pales 20. Les deux surfaces des pales internes 40 peuvent être biseautées selon le même angle ou selon des angles différents. De cette manière, un flux d'air s'appuyant sur les surfaces biseautées des pales internes 40 contribue à mettre en rotation le support de pales 20 autour de son axe de rotation A. La géométrie des pales internes 40 peut être proche ou similaire ou identique à la géométrie des pales d'éoliennes couramment utilisées décrites en préambule, notamment en ce qui concerne leur galbe, leur corde, leur angle d'attaque et leur angle de fuite. Elles peuvent en l'occurrence résulter des principes aérodynamiques couramment admis.

[0013] Ainsi, les pales internes 40 peuvent présenter une géométrie effilée, plus larges à leur base qu'à leur extrémité. Alternativement ou en plus la surface des pales internes 40 peut avoir une courbure hélicoïdale ou galbée pour une meilleure performance. Le support de pales 20 peut ainsi comporter une paire de pales internes 40 ou plusieurs paires de pales internes 40 disposées de manière symétrique autour du moyeu 30. Le support de pales 20 peut alternativement comporter un jeu de trois, six ou neuf pales internes 40 disposées de manière régulière autour du moyeu 30.

[0014] Le moyeu 30 peut prendre la forme d'un disque percé en son centre. De préférence, le moyeu 30 comporte au moins une surface conique 31 permettant de dévier le flux d'air F vers les pales internes 40. Les deux surfaces opposées du moyeu 30 peuvent comporter une telle surface conique 31 ou seulement l'une de ses deux surfaces opposées. La figure 2 montre un exemple de moyeu 30 comprenant une surface conique 31 et supportant 3 pales internes 40a, 40b, 40c.

[0015] Sur la partie circonférentielle 21 du support de pales 20 sont fixées plusieurs pales externes 10. Les pales externes 10 comportent une petite dimension d, correspondant à leur largeur et une grande dimension D correspondant à leur longueur (figures 3, 4). L'épaisseur des pales externes 10 peut être homogène ou substantiellement homogène, de sorte que les deux surfaces opposées d'une même pale externe 10 sont parallèles. Les pales externes 10 peuvent être planes. Alternativement, elles peuvent comprendre une courbure, par exemple à leur extrémité la plus éloignée du moyeu 30, ou selon leur axe longitudinal dans le sens de leur plus grande dimension D. Alternativement ou en plus, le bord de fuite peut être biseauté ou recourbé de sorte à limiter les turbulences produites par le flux d'air F passant sur la surface des pales 10.

[0016] La plus grande dimension D des pales externes 10 est orientée selon un axe T perpendiculaire à l'axe de rotation A de l'éolienne. L'axe T s'inscrit ainsi dans le plan P20 du support de pales 20. Les pales externes 10 peuvent être de forme générale rectangulaire. L'un ou plusieurs de leurs coins peuvent néanmoins être arrondis. L'homme du métier comprend que la forme tridimensionnelle des pales externes 10 peut être adaptée en fonction des besoins. Cependant, les pales externes ne nécessitent pas obligatoirement l'application de principes dynamiques complexes, contrairement aux pales usuellement utilisées pour les éoliennes tri-pales.

[0017] Un paramètre important est l'arrangement des pales entre elles et par rapport au support de pales 20. En particulier la surface des pales externes 10 s'inscrit dans un plan P10 incliné par rapport au plan P20 du support de pales 20 d'un angle Q compris entre 89° et 40° environ (figures 3 et 4). Un angle de 90° correspondrait à une disposition où chacune des pales externes 10 serait implantée perpendiculairement au plan P20 du support de pales 20. Selon une telle disposition,

un flux d'air **F** arrivant selon l'axe de rotation **A** de l'éolienne **1** serait parallèle à la surface **510** des pales externes **10** et n'aurait aucun effet sur la mise en rotation de l'éolienne **1**. A contrario, un angle trop proche du plan **P20** du support de pale **20**, soit inférieur à environ 40° , offrirait une forte résistance à un flux d'air **F** orienté selon l'axe de rotation **A** de l'éolienne et ne serait pas optimal pour mettre en rotation l'éolienne, notamment en cas de vent trop faible ou trop fort. Un angle **Q** compris entre 89° et 40° , voir entre 80° et 60° , ou de l'ordre de 75° à 65° environ apparaît optimal.

[0018] Selon un second aspect illustré par les figures 5a et 5b, les pales externes **10** sont espacées d'une distance **E** permettant à une portion d'un flux d'air **F** orienté selon l'axe de rotation **A** de passer entre deux pales externes contiguës **10a**, **10b** sans être déviée. En d'autres termes, le chevauchement des pales externes **10** est nul ou inférieur à 30% de leur surface, de préférence inférieur à environ 20% ou environ 10% de leur surface. Il est entendu que l'espace libre entre deux pales externes contiguës **10a**, **10b**, dépend de l'angle **Q** qu'elles adoptent par rapport au plan **P20** du support de pales **20**. Plus l'angle est proche de 90° , plus l'écartement **E** entre deux pales externes contiguës **10a**, **10b** peut être restreint tout en ménageant un espace libre. Le chevauchement des pales externes **10a**, **10b** s'accroît lorsque l'angle d'inclinaison **Q** diminue, obligeant à espacer davantage les pales.

[0019] Le terme „chevauchement“ s'entend ici comme la partie superposée des pales externes **10a**, **10b** observées selon l'axe de rotation **A**. Le chevauchement de deux pales externes contiguës **10a**, **10b** dépend également des dimensions des pales et notamment de leur largeur **d**. Plus la valeur de leur largeur **d** est importante, plus la valeur de chevauchement est élevée pour un angle **Q** donné. Il convient alors d'adapter à la fois l'angle d'inclinaison **Q**, la largeur **d** des pales externes et leur espacement **E** pour obtenir un chevauchement adéquat, notamment inférieur à 30%, 20% ou 10% ou même nul. Un chevauchement minimal laisse la plus grande partie des pales disponibles pour la force du vent.

[0020] Le terme „espace libre“ dénote l'espacement hors chevauchement entre deux pales externes **10** contiguës observées selon l'axe de rotation **A**. Le „flux libre“ ou „flux d'air libre“ désigne ainsi la partie du flux d'air **F** passant dans l'espace libre entre deux pales contiguës **10a**, **10b**. La partie de flux d'air libre peut ainsi être considérée comme la partie non déviée du flux d'air. La partie du flux d'air déviée par les pales externes **10** correspond à la proportion du flux d'air venant au contact de la surface **S10** des pales externes **10**. La proportion de flux d'air dévié par rapport au flux d'air libre est comprise entre 5% et 50% environ, de préférence entre 30% et 40% environ ou entre 10% et 20%. L'espace libre entre deux pales externes peut être de l'ordre de 5% à 50% de l'espace entre les deux pales, le reste étant occupé par la surface inclinée d'une des deux pales, en particulier par la pale la plus en aval du flux **F**. Le rapport entre la surface des pales et l'espace libre peut être modulé ou prédéterminé en fonction des conditions d'utilisation ou des applications. La vitesse du vent ou la vitesse moyenne du vent peut être un des paramètres considérés pour l'optimisation de ce rapport entre la surface des pales externes **10** et l'espace libre entre les pales.

[0021] L'écartement **E** des pales externes **10** désigne la distance séparant deux pales contiguës. Pour les besoins de la présente description, elle est prise au niveau de la partie circonférentielle **21** du support de pales **20**. En d'autres termes, la tangente à la partie circonférentielle **21** permet de déterminer l'écartement **E** entre deux pales externes.

[0022] Selon un mode de réalisation, les pales externes **10** peuvent être évasées vers leur extrémité la plus éloignée du moyeu **30**, c'est-à-dire d'une largeur **d** supérieure à leur extrémité par rapport à leur base, de sorte à minimiser la surface de chevauchement de deux pales contiguës **10a**, **10b**. Il est entendu que la distance séparant deux pales externes contiguës **10a**, **10b** augmente en s'éloignant de leur base. Lorsque les pales externes sont de géométrie rectangulaire, c'est-à-dire de largeur **d** constante, l'espace libre s'accroît depuis leur base jusqu'à leur extrémité. En d'autres termes la surface de chevauchement diminue depuis la base des pales vers leur extrémité. La proportion du flux d'air **F** passant librement entre deux pales contiguës s'accroît donc depuis la base des pales externes **10** vers leur extrémité.

[0023] Selon un mode de réalisation particulier la largeur **d** des pales externes **10** augmente depuis leur base vers leur extrémité de sorte à maintenir un espace libre constant entre deux pales externes contiguës **10a**, **10b**. Le flux d'air **F** passant librement entre deux pales contiguës reste ainsi constant d'un bout à l'autre des pales externes **10**. La variation de la largeur **d** peut dépendre de l'angle d'inclinaison **Q** ou d'autres facteurs. Le gradient d'augmentation de la largeur **d** peut alors être déterminé par une fonction de l'angle d'inclinaison **Q**.

[0024] La distance **E** séparant deux pales externes contiguës **10a**, **10b**, doit cependant rester inférieure à une valeur limite maximale. Il est en effet nécessaire que les pales externes **10** soient suffisamment proches les unes des autres. Une telle disposition permet d'augmenter le nombre de pales externes **10** disposées sur le support de pales **20** et d'accroître ainsi l'efficacité de l'éolienne ou sa sensibilité aux flux d'air **F**.

[0025] En outre, un espacement **E** réduit peut permettre d'influencer le débit et/ou la vitesse de progression de l'air du flux **F** lorsqu'il passe entre les pales. Deux pales contiguës ont alors un effet synergique. Il convient donc de trouver un compromis adéquat entre un trop grand espacement **E**, où les pales n'auraient aucun effet synergique, et un espacement trop étroit où le chevauchement des pales externes **10** seraient trop important et conduirait à dévier une grande proportion du flux d'air **F**. Un chevauchement de l'ordre de 5% à 10 % peut à cet effet apparaître optimal pour une variété d'applications et de conditions d'utilisation.

[0026] Selon une disposition avantageuse, l'écartement **E** des pales externes **10** est compris entre 0.3 et 3 fois la largeur **d** des pales. La figure 5b, qui donne une vue de la disposition de deux pales externes consécutives selon l'axe transversal **T**, depuis l'extérieur de l'éolienne, rend compte d'une telle disposition.

[0027] Selon une autre disposition, l'écartement **E** des pales externes **10** augmente de façon inversement proportionnelle avec l'angle d'inclinaison **Q**. Ainsi, lorsque l'angle d'inclinaison **Q** diminue, l'écartement **E** augmente de manière proportionnelle de manière à préserver un espace libre suffisant. Selon une autre disposition, le chevauchement des pales externes **10** est limité à 30%, voire 20% ou 10% de leur surface **S10**. Il est entendu que l'écartement des pales **E** est prédéterminé et qu'il reste constant une fois l'éolienne mise en service. L'augmentation inversement proportionnelle de l'écartement **E** en fonction de l'angle d'inclinaison **Q** s'entend donc comme une rotation statique entre ces deux paramètres **E** et **Q**. Cela n'exclue pas cependant de ménager un dispositif de variation dynamique d'angle **Q** des pales externes **10**. Dans ce cas, la relation entre l'écartement **E** et l'angle d'inclinaison **Q** est définie pour un angle **Q** donné.

[0028] Selon une disposition privilégiée, l'écartement **E** des pales est compris entre 0,5 et 1,5 fois la valeur de leur largeur **d**, prise à leur base, et l'angle d'inclinaison **Q** est compris entre 89° et 70° environ.

[0029] Selon une autre disposition privilégiée, l'écartement **E** des pales est compris entre 1 et 2,5 fois la valeur de leur largeur **d**, prise à leur base, et l'angle d'inclinaison **Q** est compris entre 80° et 60° environ.

[0030] Selon une disposition avantageuse, le chevauchement des pales externes est limité à environs 20% ou environ 10% de leur surface **S10** et l'angle d'inclinaison **Q** est compris entre 89° et environ 70°.

[0031] Selon une autre disposition avantageuse, l'écartement **E** des pales est compris entre 0.5 et 1,5 fois la valeur de leur largeur **d**, prise à leur base, et le chevauchement est limité à environs 20% ou environ 10% de leur surface **S10**.

[0032] Les pales externes **10** peuvent être associées au support de pales **20** de manière fixe et inamovible. L'angle d'inclinaison **Q**, ainsi que le taux de chevauchement est alors prédéfini et fixe. Alternativement, elles peuvent y être associées au moyen d'une liaison pivot (non représentée) permettant d'en modifier l'angle d'inclinaison **Q**, soit manuellement soit de manière automatisée. L'angle d'inclinaison des pales externes **10**, ainsi que leur degré de chevauchement peut ainsi être modulé en fonction des paramètres considérés, tels que la force du vent ou sa direction. Alternativement ou en plus, les pales externes **10** peuvent être associées au support de pales **20** de manière amovible de sorte que leur nombre peut être modifié en fonction de paramètres considérés tels que la force du vent ou sa direction. Il peut être prévu par exemple qu'une pale externe **10** sur deux soit amovible et que les autres soient fixes. Il peut en outre être prévu que l'angle d'inclinaison **Q** d'une pale sur deux puisse être modulé de sorte à contrôler l'effet de synergie de deux pales externes contiguës. Il peut en outre être prévu de fixer sur le support de pales **20** des jeux de pales différents, notamment en termes de dimensions telles que leur largeur **d** ou leur longueur **D**. De cette manière les pales externes **10** peuvent être aisément remplacées soit à l'occasion de changement de conditions d'utilisation ou de changement d'application, ou simplement pour une meilleure flexibilité lors de l'installation de l'éolienne **1**. Par exemple, un même support de pales **20** peut être conçu pour toutes les dispositions.

[0033] Selon un mode de réalisation, les pales externes **10** sont associées par leur base à la partie circonférentielle **21** du support de pales **20**. Alternativement ou en plus, une prolongation des pales externes **10** ou de certaines des pales externes **10** vers l'intérieur de la partie circonférentielle **21** peut être prévue, comme illustrée à la figure 1. Par exemple, une pale sur deux peut comporter une prolongation vers le centre de l'éolienne **1** de sorte à accroître la surface efficace. Alternativement, un jeu de pales additionnelles peut être associé à la partie circonférentielle **21** et orienté vers le centre de l'éolienne **1**. Alternativement, les pales externes **10** peuvent être insérées dans la partie circonférentielle **21** de sorte à dépasser vers le moyeu **30** d'une longueur prédéterminée. Elles peuvent en outre y être insérées de sorte que leur angle d'inclinaison **Q** puisse être modulé, manuellement ou de manière automatisée. La prolongation des pales externes **10** vers l'intérieur du support de pales **20** ou l'ajout de pales additionnelles à cet emplacement, permet d'accroître la surface utile et par conséquent l'efficacité de l'éolienne. Le chevauchement tend à s'accroître du fait du rapprochement des pales dans un espace plus restreint. La partie des pales externes **10** se prolongeant vers l'intérieur du support de pales **20**, ou les pales additionnelles implantées selon cette disposition peuvent alors différer par rapport aux caractéristiques des pales externes **10** précédemment décrites, notamment en termes d'angle d'inclinaison et de largeur. Il est ici précisé que les définitions de chevauchement, d'espace libre, d'angle d'inclinaison et d'écartement s'appliquent de préférence exclusivement aux pales externes **10** ou à leur partie périphérique lorsqu'elles comportent un prolongement vers l'intérieur du support de pales **20**.

[0034] La présence de pales additionnelles ou d'un prolongement des pales externes **10** vers l'intérieur du support de pales **20** n'exclue pas la présence de pales internes **40**. L'éolienne selon la présente invention se caractérise donc par la présence d'un ou plusieurs jeux de pales concentriques, l'un des jeux de pales étant fixé à distance du moyeu **30** sur la partie circonférentielle **21** du support de pales **20**. La partie la plus périphérique de l'éolienne présentant la meilleure surface utile, les pales externes **10** présentent l'avantage d'apporter une force motrice optimale tout en laissant l'espace central disponible pour améliorer les propriétés globales de l'éolienne **1**.

[0035] La partie circonférentielle **21** du support de pales **20** peut représenter un diamètre correspondant à une valeur comprise entre environ 1/3 et environ 2/3 du diamètre global de l'éolienne. Il peut correspondre à peu près à la moitié du diamètre global. Le rapport entre le diamètre de la partie circonférentielle **21** du support de pales **20** et le diamètre global peut néanmoins être ajusté en fonction des besoins. Le diamètre global s'entend comme le diamètre d'une extrémité à l'autre des pales externes **10** opposées par rapport au moyeu **30**.

[0036] Le diamètre global de l'éolienne selon la présente description peut être par exemple compris entre environ 50 cm et 3 ou 4 mètres en fonction des besoins. Elle est donc très compacte aux éoliennes tri-pales communes.

[0037] Une telle disposition permet d'optimiser les performances de l'éolienne en fonction des conditions ou des applications. Les pales externes **10** peuvent par exemple être conçues comme élément de puissance de l'éolienne pour des vitesses de vent optimales, que leur angle d'inclinaison **Q** soit prédéterminé ou variable. Les pales internes **40**, de géométrie différente, facilitent alors la mise en rotation par vent faible. Les pales externes **10** combinées aux pales internes **40** permettent ainsi un meilleur rendement par vent faible, notamment de vitesse inférieure à 4m/s ou même 2 m/s. Pour des vitesses de vent supérieures à 20 m/ ou 25m/s, les pales externes **10** peuvent être orientées de sorte à offrir le minimum de surface au vent, soit en augmentant au maximum le chevauchement soit au contraire en les inclinant d'un angle **Q** maximal pour augmenter l'espace libre. Les pales internes **40** peuvent alors être conçues pour être motrices dans de telles conditions sans qu'il ne soit nécessaire de déclencher l'éolienne. Les pales additionnelles ou la prolongation des pales externes **10** vers l'intérieur du support de pales **20** peuvent être inclinables de manière dynamique pour par exemple limiter les effets des vents forts de vitesse supérieure à 20 m/s ou 25m/s et favoriser les effets de vents faibles, notamment de vitesse inférieure à 8m/s ou 4m/s. Alternativement elles peuvent être d'inclinaison fixe et de géométrie différente de celle des pales externes **10** ou des pales internes **40** de sorte à assister ou compléter l'effet des autres pales.

[0038] Les pales externes **10**, le support de pales **20**, la partie circonférentielle **21**, peuvent indépendamment être constitués de, ou comporter un métal, un alliage, un polymère rigide, un polymère souple, ou une combinaison de tels matériaux. Ils peuvent en outre être revêtus d'une couche protectrice et/ou hydrophobe.

[0039] Selon d'autres modes de réalisation, l'éolienne 1 selon la présente description peut comporter plusieurs séries de pales externes **10**, chacune disposée sur une partie circonférentielle **21** d'un support de pale comportant plusieurs parties circonférentielles concentriques. Les pales externes **10** des différentes séries peuvent alors être identiques ou différentes, et indépendamment dynamiquement adaptables ou fixes. Un tel exemple de réalisation est illustré à la figure 1b. Dans ce cas, un premier jeu de pales externes **10a** est disposé sur un premier support de pales **20a** tel que décrit ci-dessus. Un second support de pales **20b**, comportant une partie circonférentielle **21b** concentrique au premier support de pales **20a**, est pourvu d'un second jeu de pales externes **10b**. Les pales externes **10b** du second jeu de pales peuvent être disposées selon les caractéristiques décrites plus haut pour le premier jeu de pales externes **10**. Les pales du second jeu de pales externes **10b** peuvent alternativement avoir des caractéristiques différentes. Elles peuvent par exemple être orientées perpendiculairement au plan formé par les deux supports de pales **20a**, **20b**. Le second support de pales **20b** peut être relié au moyeu **30** ou au premier support de pale **20a** par un ou plusieurs moyen d'assemblage **11** tels que des rayons ou équivalents. Le diamètre du second support de pales **20b** peut alors représenter plus des 2/3, voire les 4/5 ou plus du diamètre total de l'éolienne.

[0040] Il est entendu que le support de pales **20**, bien que représenté comme circulaire, n'exclue pas d'autres formes géométriques. Sa partie circonférentielle **21** peut par exemple être ovoïde, ou comporter plusieurs segments connectés de manière angulaire. Le support de pale **20** peut alors prendre la forme d'un polygone, tel qu'un pentagone, un hexagone ou un octogone, voire un carré, comme illustré par la figure 1c.

[0041] Il est en outre considéré que les pales externes **10** disposées sur le support de pales **20**, bien que représentées de manière régulière et homogène, peuvent être regroupées en sous-ensembles **100a**, **100b**. Les pales externes **10** au sein d'un même sous-ensemble sont de préférence orientées de manière homogène. Cela n'exclue pas que les pales externes de deux sous-ensembles différents puissent avoir une orientation ou des caractéristiques différentes parmi celles énoncées dans la présente description.

[0042] Les figures 6a et 6b permettent de comparer les effets d'une pale **P** d'une éolienne traditionnelle, exempte de tout chevauchement. L'effet d'aspiration du vent **A** fait tourner l'éolienne dans le sens de rotation **R**. La surface arrière de la pale **P** en rotation de bénéficiant d'aucun chevauchement d'une pale adjacente, elle subit en outre une force de freinage **Fr** qui s'oppose partiellement à sa rotation. La disposition selon la présente invention est illustrée par la figure 6b, dans laquelle le chevauchement des pales contiguës limite ou annule les forces de freinage **Fr**. En outre l'aspiration du vent **A** se cumule, produisant ainsi un bilan plus favorable à la rotation de l'éolienne.

[0043] Selon une disposition particulière, l'éolienne 1 peut être montée sur un arbre entraînant un dispositif mécanique tel qu'une pompe, ou à un dispositif électrique tel qu'une source lumineuse ou à un générateur d'électricité ou une turbine, ou tout autre dispositif utile. Alternativement, plusieurs éoliennes telles que décrites ici peuvent être combinées à un même arbre de sorte à en augmenter la puissance. Alternativement ou en plus, plusieurs des éoliennes ici décrites peuvent être localement implantées de manière indépendantes, entraînant chacune un arbre. Les forces motrices indépendantes ainsi générées peuvent être combinées en aval pour en mutualiser les puissances, grâce à un dispositif adapté.

[0044] L'éolienne peut être orientée fixement de manière prédéterminée, par exemple selon un axe est-ouest ou tout autre axe réputé correspondre à la direction prédominante des vents. Alternativement, elle peut être pivotable de sorte pouvoir être orientée en fonction des vents dominants du moment.

[0045] La présente description couvre en outre un dispositif autonome tel qu'une pompe, une génératrice ou turbine, ou une machine mécanique comprenant une ou plusieurs éoliennes telles que décrites ici.

Numéros de référence employés sur les figures**[0046]**

1	Eolienne
10, 10a, 10b	Pales externes
20, 20a, 20b	Support de pales
21, 21a, 21b	Partie circonférentielle
30	Moyeu
31	Partie conique
40, 40a, 40b	Pales internes
100a, 100b	Sous-ensemble de pales
d	Largeur des pales externes
D	Longueur des pales externes
F	Flux d'air
A	Axe de rotation
T	Axe transversal
Q	Angle d'inclinaison
P	Pale traditionnelle
A	Force d'aspiration
Fr	Force de freinage
P10	Plan des pales externes
P20	Plan du support de pales
S10	Surface des pales externes

Revendications

1. Eolienne (1) comprenant un moyeu (30) et au moins un support de pales (20) formant un plan (P20) perpendiculaire à l'axe de rotation (A), sur lequel sont disposées une pluralité de pales externes (10) ayant une largeur (d) orientées selon un plan (P10), ledit plan (P10) étant incliné par rapport au plan (P20) d'un angle (Q) compris entre environ 89° et environ 40°.
2. Eolienne selon la revendication 1, dans laquelle le diamètre dudit support de pales (20) correspond à 1/3 ou plus du diamètre total de l'éolienne, de sorte que les pales externes (10) sont déportées par rapport au moyeu (30).
3. Eolienne selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle lesdites pales externes (10) ont une longueur (D) orientée selon un axe (T) perpendiculaire à l'axe de rotation (A) et s'inscrivant dans un plan confondu ou parallèle au plan (P20) du support de pales (20).
4. Eolienne selon l'une des revendications 1 à 3, lesdites pales externes étant espacées d'une distance (E) comprise entre 0.3 et 3 fois la largeur (d) desdites pales externes.
5. Eolienne selon l'une des revendications 1 à 4, lesdites pales externes étant espacées d'une distance (E) telle que l'espace libre, hors chevauchement de deux pales externes contiguës observées selon l'axe de rotation (A), est compris entre environs 5% et 50% de l'espace entre les deux pales externes, le reste étant occupé par la surface inclinée d'une des deux pales externes.
6. Eolienne selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle le taux de chevauchement de deux pales externes contiguës (10a, 10b) est inférieur à 30% environ, de préférence inférieur à 20% de leur surface (S10).
7. Eolienne selon l'une des revendications 1 à 6, lesdites pales externes ayant une largeur (d) constante.
8. Eolienne selon l'une des revendication 1 à 6, lesdites pales externes ayant une largeur (d) croissante depuis leur base vers leur extrémité.
9. Eolienne selon l'une des revendications 1 à 8, l'angle d'inclinaison (Q) desdites pales externes pouvant être modulé.
10. Eolienne selon l'une des revendications 1 à 9, ledit support de pales (20) comprenant au moins une partie circonférentielle (21), et la base desdites pales externes (10) étant fixée de manière amovible ou inamovible sur ladite partie circonférentielle.
11. Eolienne selon l'une des revendications 1 à 9, ledit support de pales (20) comprenant au moins une partie circonférentielle (21), la base desdites pales externes (10) étant fixée à ladite partie circonférentielle, l'éolienne comprenant en outre un jeu de pales additionnelles disposées sur la partie circonférentielle (21) et orientées vers le moyeu (30).
12. Eolienne selon l'une des revendications 1 à 9, ledit support de pales (20) comprenant au moins une partie circonférentielle (21), lesdites pales externes (10) étant insérées dans ladite partie circonférentielle de sorte qu'une de leur extrémité se prolonge vers l'intérieur de la partie circonférentielle.
13. Eolienne selon l'une des revendications 1 à 12, comprenant en outre un jeu de pales internes (40) disposées sur le moyeu (30) lesdites pales internes (40) ayant une surface biseautée et/ou étant de forme hélicoïdale.

CH 718 281 A1

14. Eolienne selon l'une des revendications 1 à 13, ledit au moins un support de pales (20) ayant une géométrie circulaire, ovoïde ou polygonale.
15. Eolienne selon l'une des revendications 1 à 14, comprenant au moins un support de pales (20b) additionnel, concentrique audit support de pale (20).
16. Eolienne selon l'une des revendications 1 à 15, le moyeu (30) comportant une surface conique (31).
17. Eolienne selon l'une des revendications 1 à 16, comportant en outre un moyen d'entraînement d'un dispositif mécanique, d'un dispositif électrique d'un générateur d'électricité ou d'une turbine.
18. Dispositif autonome tel qu'une pompe, une turbine ou une génératrice, comprenant au moins une éolienne selon l'une des revendications 1 à 17.

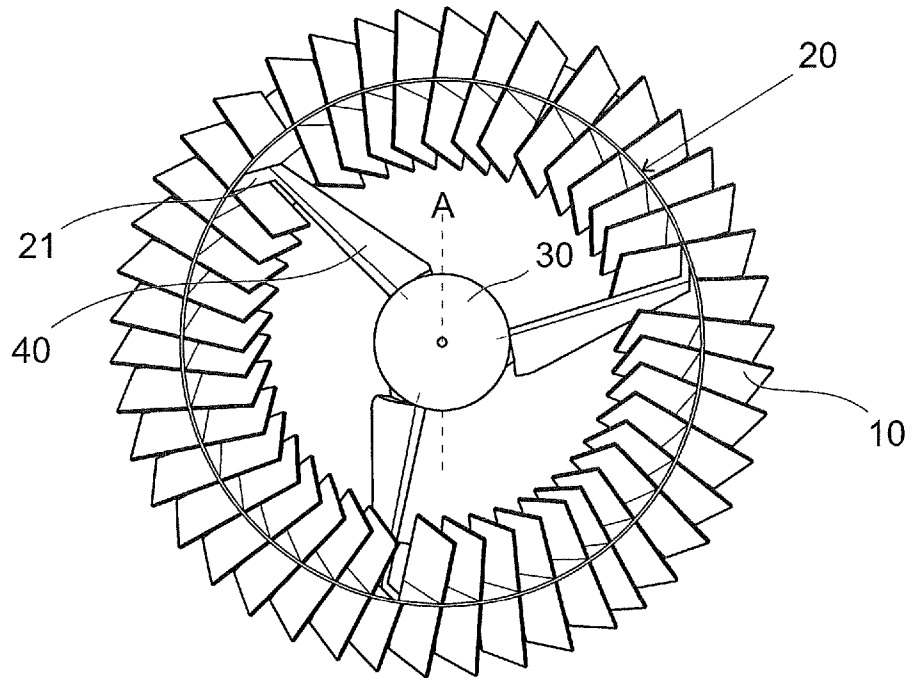


Fig. 1a

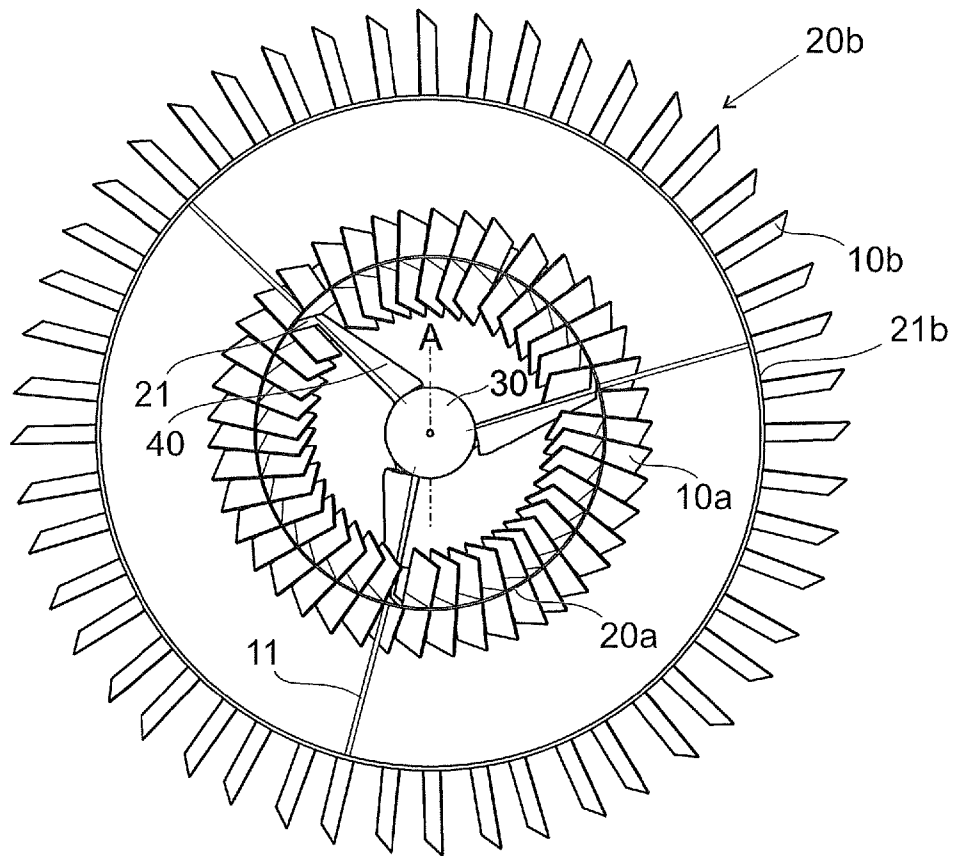


Fig. 1b

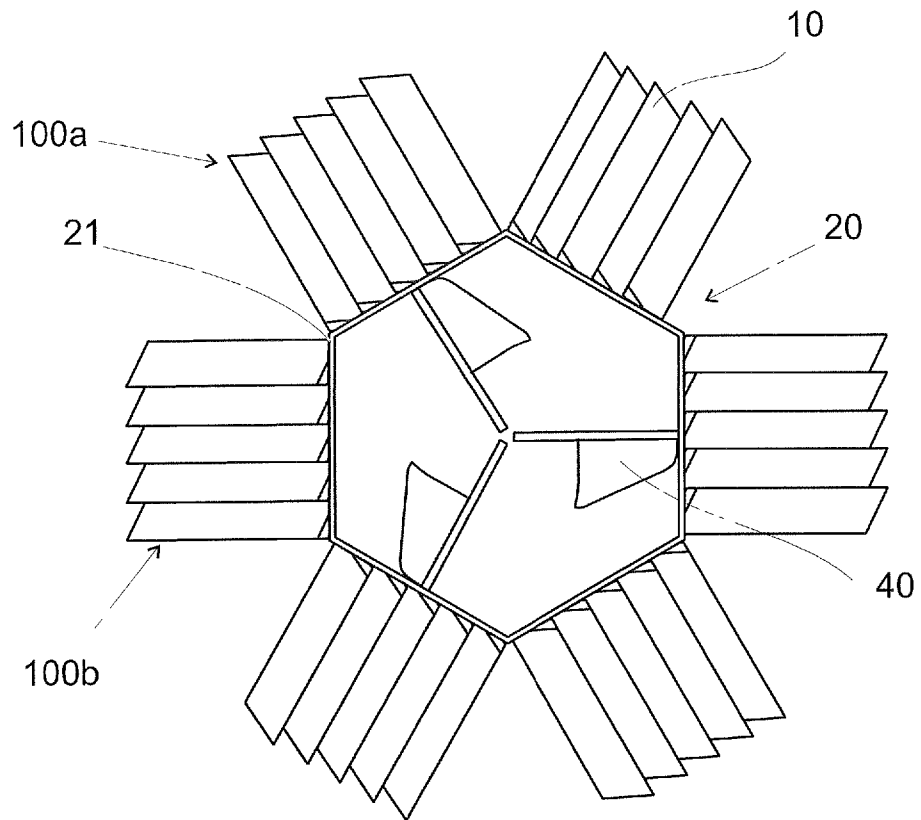


Fig. 1c

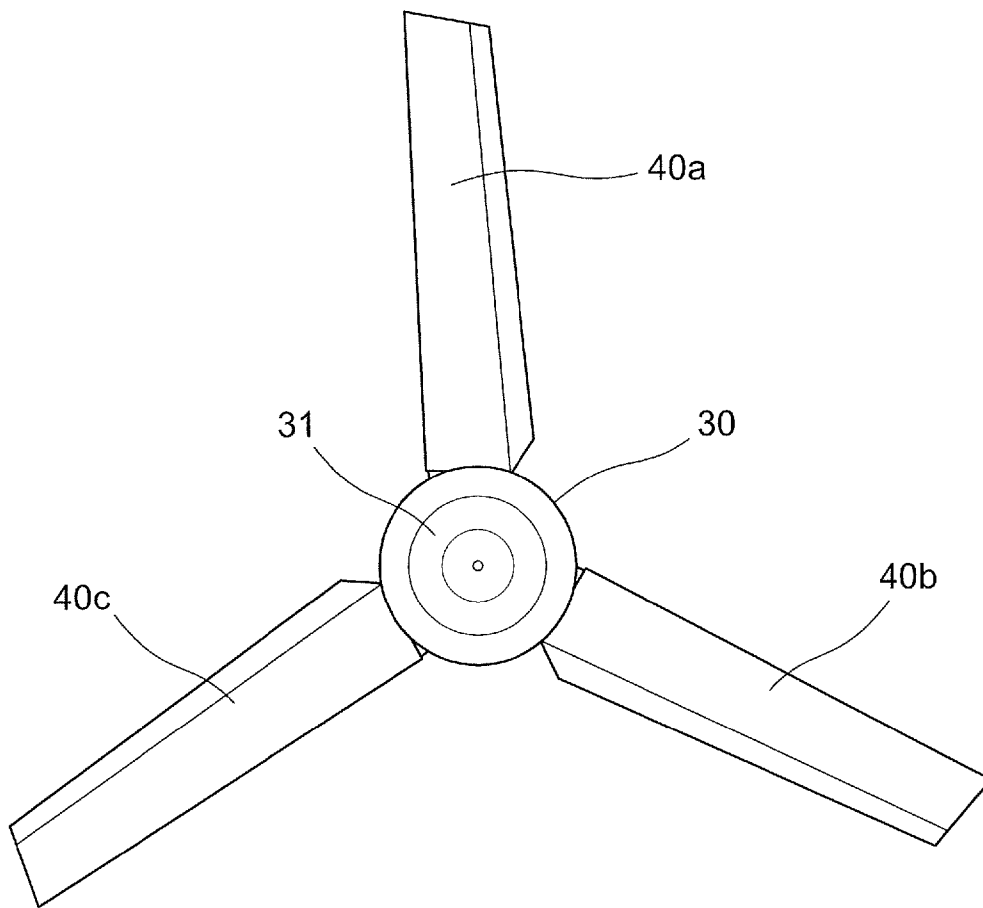


Fig. 2

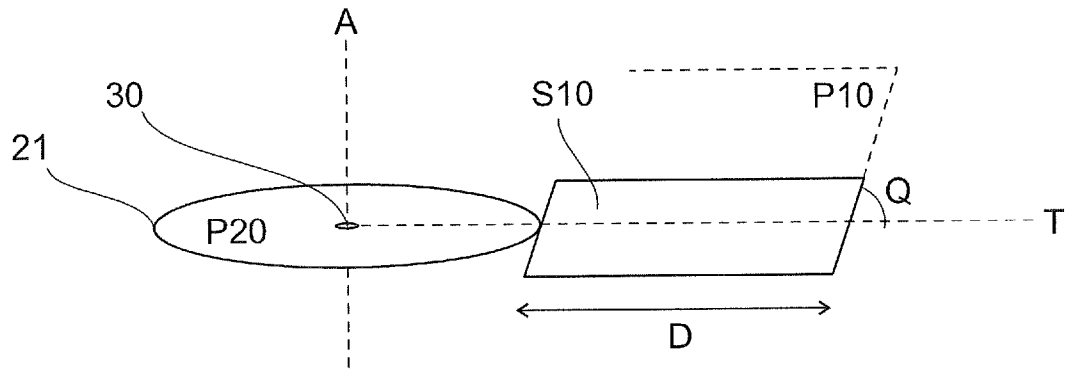


Fig. 3

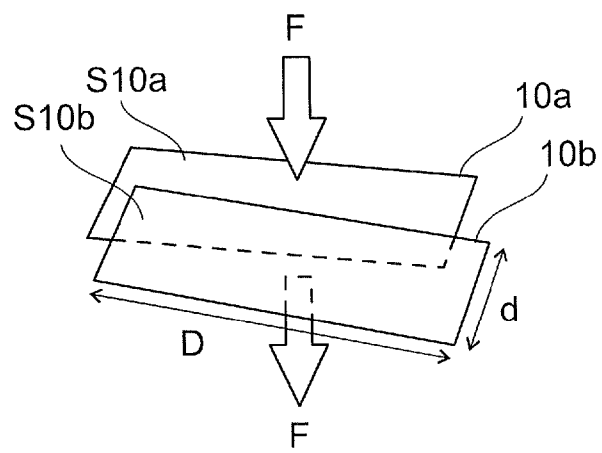


Fig. 4

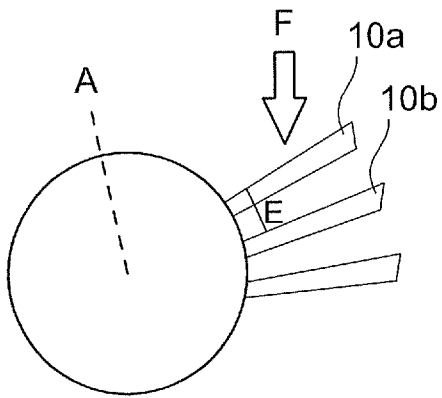


Fig. 5a

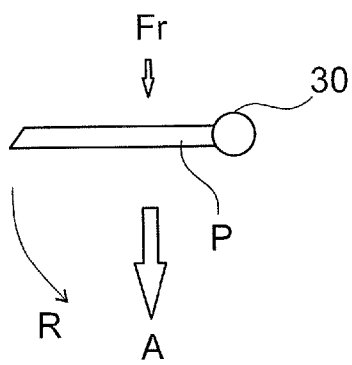


Fig. 6a

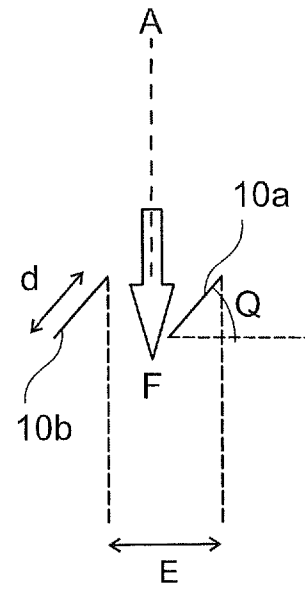


Fig. 5b

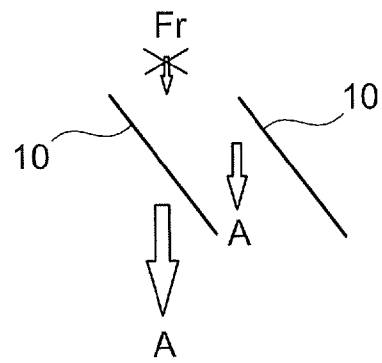


Fig. 6b

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE		COTE DU DOSSIER DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE	
		deMART-1-CH	
Demande nationale n°		Date du dépôt	
652021		25-01-2021	
Pays du dépôt		Date de priorité revendiquée	
CH			
Déposant (Nom)			
Max de Martini			
Date de la requête d'une recherche de type international		Numéro donné par l'administration chargée de la recherche internationale à la requête d'une recherche de type international	
10-03-2021		SN78228	
I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous)			
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB			
Voir rapport de recherche			
II. DOMAINES RECHERCHES			
Documentation minimale consultée			
Système de classification		Symboles de la classification	
IPC		Voir rapport de recherche	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés			
III. ☐ IL A ETE ESTIME QUE CERTAINES REVENDICATIONS NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)			
IV. ☐ ABSENCE D'UNITE DE L'INVENTION (Observations sur la feuille supplémentaire)			

Form PCT/ISA 201 A (1/2000)

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

CH 652021

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F03D1/06 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIP) ou à la fois selon la classification nationale et la CIP		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation examinée consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F03D		
Documentation consultée autre que la documentation examinée dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Documenta citée, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications citées
X	US 2012/213636 A1 (GALLANT PAUL A [CA] ET AL) 23 août 2012 (2012-08-23) * alinéa [0026] - alinéa [0041]; revendications 1,8,9; figures 2,3,6 * -----	1-7,9-18
X	WO 2012/040320 A2 (E NET LLC [US]; MAHAWILI PH D IMAD [US]) 29 mars 2012 (2012-03-29) * alinéa [0024] - alinéa [0033]; figures 1,2 * -----	1-5, 8-10,12, 14,17,18
X	US 8 137 052 B1 (SCHLEGEL DEAN J [US]) 29 mars 2012 (2012-03-20) * colonne 5, ligne 39 - colonne 6, ligne 57; revendications 1,5,6; figures 3,4,10 * ----- -/-	1-4,6,7, 14,17,18
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou sur la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (elle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tout autre moyen "P" document publié avant la date de dépôt, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une solution inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une solution inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "Z" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche de type international a été effectivement achevée 27 mai 2021		Date d'expédition du rapport de recherche de type international
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.O. 5818 Patentplan 4 NL - 2280 HW Rijswijk Tel. (+31-70) 360 2040 Fax: (+31-70) 346 8618		Fonctionnaire autorisé Herdemann, Claire

Formulaire PCT/ISA/201 (Nouvelle feuille) (Janvier 2004)

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

CH 652021

C.(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 10 2008 015814 A1 (RADERMACHER HERBERT [BE]) 1 octobre 2009 (2009-10-01) * alinéa [0020] - alinéa [0029]; figures 1-7 *	1-7, 11-18
A	***** CN 1 456 803 A (SUN XUMIN [CN]) 19 novembre 2003 (2003-11-19) * le document en entier * *****	1-18

Formulaires PCT/ISA/201 (suite de la deuxième feuille) (mars 2004)

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n°

CH 652021

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2012213636	A1	23-08-2012	CA 2732543 A1 23-08-2012
		CN 103403297 A	20-11-2013
		US 2012213636 A1	23-08-2012
		WO 2012129644 A1	04-10-2012
WO 2012040320	A2	29-03-2012	AUCUN
US 8137052	B1	20-03-2012	AUCUN
DE 102008015814	A1	01-10-2009	DE 102008015814 A1 01-10-2009
		WO 2009118138 A2	01-10-2009
CN 1456803	A	19-11-2003	AUCUN