

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : 2 975 445

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

②1 N° d'enregistrement national : 12 02233

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : F 03 D 5/00 (2012.01)

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 13.08.12.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 23.11.12 Bulletin 12/47.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : BENHAIEM PIERRE — FR.

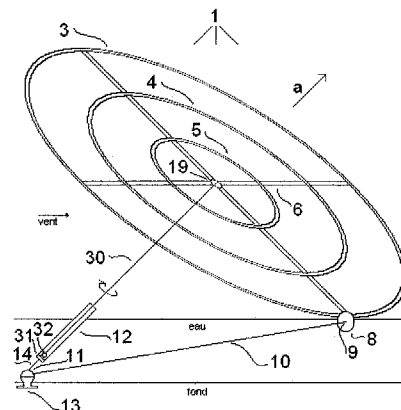
⑦2 Inventeur(s) : BENHAIEM PIERRE.

⑦3 Titulaire(s) : BENHAIEM PIERRE.

⑦4 Mandataire(s) : BENHAIEM PIERRE.

⑤4 AEROGENERATEUR A ENTRAINEMENT CIRCONFÉRENTIEL.

⑤7 Aérogénérateur à entraînement circonférentiel comprenant au moins un générateur (21) installé à une zone de la périphérie du rotor (1), ou un générateur annulaire intégré à l'ensemble de la périphérie de la turbine, le rotor incliné générant une portance. Selon les caractéristiques essentielles le rotor est en contact avec le sol ou la surface de l'eau par un point d'appui de sa périphérie, la station (8) flottante constituant le point d'appui du rotor, l'aérogénérateur relevant conjointement de l'aérogénérateur à structure portante et de l'aérogénérateur aéroporté et permettant de balayer une très grande aire. La corde axiale (30) relie le petit moyeu (19) du rotor à son treuil (32) en passant par l'intérieur du mât flottant (12) soutenant le rotor en phase de repos. Application pour une production massive d'électricité en haute mer.



FR 2 975 445 - A1



L'invention concerne un aérogénérateur à entraînement circonférentiel mis en oeuvre de préférence en milieu maritime et comprenant au moins un générateur installé à une zone de la périphérie du rotor éolien à la manière d'une dynamo de bicyclette, ou un générateur annulaire intégré à l'ensemble de la périphérie de la turbine, le rotor ou la turbine inclinés  
5 générant une portance comme un rotor d'autogire.

Diverses solutions sont envisagées pour permettre un accroissement significatif de la surface balayée ou/et des dimensions des turbines éoliennes afin d'en améliorer la compétitivité économique. Deux grands axes sont envisagés: les aérogénérateurs à structure portante (autoportés), en général sur tour, et actuellement réalisés ou en cours de  
10 réalisation; et les aérogénérateurs aéroportés, actuellement en projets.

Les aérogénérateurs sur tour nécessitent une masse de matériaux croissant au carré de l'aire balayée. La tour génère un effet de levier démultipliant les efforts aérodynamiques transmis perpendiculairement à l'éolienne qu'aggrave l'installation en hauteur du générateur. La mise en oeuvre en milieu maritime nécessite de lourdes fondations.  
15 L'accroissement des dimensions des turbines sur tour demeure donc limité, la puissance nominale ne pouvant guère passer le seuil de 8 MW.

Le brevet US2005229836 décrit un aérogénérateur conventionnel installable en eau profonde et dont le mât lesté est relié à un ancrage. La possibilité de l'inclinaison du mât à moins de 10° sous l'effort du vent sur la turbine d'axe horizontal permet de soulager, mais  
20 seulement très partiellement, les efforts dus au vent opérant à l'horizontale, les masses \_ notamment celles constituées par le lest placées sous la ligne de flottaison et permettant de stabiliser l'ensemble \_ mises en oeuvre restent élevées, la nécessité d'un générateur en haut du mât reste pénalisante pour l'accès à de très grandes dimensions non rendues possibles par ailleurs en raison de la limitation des dimensions des pales à la construction.

Des aérogénérateurs à entraînement circonférentiel sont décrits selon les configurations de type générateur annulaire dans les brevets US3410497 et WO2012067647 ou de type dynamo de bicyclette dans le brevet US4319865. Un premier avantage est de tirer profit de la vitesse en bout de pale afin d'éviter l'installation d'un multiplicateur et de permettre des dimensions plus importantes du rotor de par le maintien des profils par des  
30 anneaux. Le brevet EP2422085 décrit une ancre reliée à l'axe du rotor par un câble retenant le rotor pour pallier les efforts du vent selon un schéma lourd pour l'écosystème, l'ancre étant déplacée selon la direction du vent. Le rotor n'ayant pas de portance pour ces systèmes reste soumis aux efforts perpendiculaires du vent, d'où la lourde structure rigide.

Le brevet FR2524941 décrit un rotor souple constitué d'un anneau gonflable  
35 entourant des pales souples vrillées, ce pour permettre un allègement structurel. Cependant ce dispositif est associé aux éléments habituels des éoliennes conventionnelles, dont le

mât, la nacelle portant le générateur, de sorte que le gain en poids n'est pas un avantage déterminant. De plus la forte section de l'anneau gonflable induit de lourdes pertes aérodynamiques.

Le brevet US2002192068 décrit une suite de rotors entourant et incurvant par leur masse un mât ayant aussi une fonction d'arbre du générateur placé au sol. Ce système ne peut être  
 5 réellement qualifié d'aéroporté et à structure portante, la part aéroportée n'étant guère inhérente à la structure car limitée aux seuls rotors favorablement inclinés, mais relevant essentiellement d'éléments ajoutés comme le cerf-volant porteur décrit; et ce d'autant que la transmission (non à entraînement circonférentiel) axiale constitue un obstacle majeur à  
 10 la réalisation effective de la part aéroportée, car impliquant le manque de soutien structurel du rotor dans son ensemble, d'où une limitation intrinsèque des dimensions atteignables et du ratio surface balayée/masse. Les rotors sont soumis à de forts moments induisant des mouvements de pendule préjudiciables rendant périlleux le balayage de grandes aires.

Concernant les aérogénérateurs aéroportés envisagés, généralement de type cerf-volant, le  
 15 ratio puissance/masse ainsi que l'absence d'effet de levier sont en leur faveur, les efforts étant en direction de la corde du cerf-volant. Mais leur gestion est difficile compte tenu des masses aéroportées, du pilotage robotisé complexe des ailes, de la nécessité de leur récupération et de leur lancement selon les caprices du vent, de l'aire réservée considérable de par la nécessité de disposer d'une zone non habitée dont le rayon doit dépasser la  
 20 longueur des lignes des cerfs-volants.

Le brevet US2003091437 décrit un aérogénérateur aéroporté fonctionnant à la fois en tant qu'autogire et en tant qu'aérogénérateur. Ce système est étudié pour la captation des courants-jets et doit donc supporter le poids et la traînée d'un long câble conducteur.

Un autre système aéroporté, décrit par le Dr J.M.E Beaujean dans le document "WindTech  
 25 Nov-Dec2011C 500 MW.pdf", consiste en une turbine aéroportée géante comprenant deux anneaux concentriques immobiles maintenus par un ensemble de suspentes duquel chacune descend vers son treuil flottant respectif, les treuils étant disposés circulairement et entourant une plateforme par laquelle transite le câble électrique. Les deux anneaux concentriques entourent une rangée de profils aérodynamiques se superposant à une  
 30 autre pour la production d'un mouvement contrarotatif. Les profils ne sont pas solidaires des anneaux pour permettre leur mouvement relativement à ceux-ci afin de constituer le générateur annulaire à entraînement circonférentiel volant, convertible également en moteur pour le décollage en mode hélicoptère. Bien que présentant les avantages des éoliennes aéroportées \_ notamment la possibilité d'une grande surface balayée \_ sans certains de  
 35 leurs inconvénients \_ notamment le mouvement irrégulier des cerfs-volants évoluant vent de travers avec générateur à bord ou au sol, d'où l'irrégularité de la production \_ , ce

5 système en retient les difficultés,notamment concernant le lancement et la récupération, lesquelles difficultés sont rendues considérables de par les dimensions,de par la complexité technique,de par l'effet ventouse des anneaux flottants à vaincre,et surtout par le poids du générateur en vol,ce en combinaison avec une aéroportation complète,sachant que la portance d'un appareil de type autogire reste assez faible selon la vitesse moyenne du vent habituellement exploité,et insuffisante compte tenu du poids du générateur en vol.

Il ressort qu'il est nécessaire de sortir autant du paradigme de l'aérogénérateur conventionnel autoporté que du paradigme de l'aérogénérateur aéroporté avant d'envisager la construction d'une unité pouvant rivaliser avec une centrale à charbon.

10 L'aérogénérateur selon l'invention a pour objet de réunir la simplicité de fonctionnement d'une éolienne sur tour et la légèreté des éoliennes aéroportées,et de permettre un bond dimensionnel du rotor balayant une surface pouvant être de l'ordre du kilomètre carré,ainsi qu'un meilleur ratio surface balayée/aire occupée.

15 Pour une meilleure clarté la description ainsi que les revendications et notamment le préambule de la revendication 1 sont rédigés à partir d'éléments relevant davantage de l'aérogénérateur aéroporté,en particulier la portance générée par le rotor ou la turbine.

20 L'aérogénérateur selon la présente invention est caractérisé en ce que le rotor (ne comprenant pas le(s) générateur(s)),ou la turbine (comprenant le générateur annulaire) est en contact avec le sol ou la surface de l'eau par au moins un point d'appui de sa périphérie, en ce que ledit au moins un point d'appui constitue l'assise du rotor ou de la turbine en position cabrée lors de la phase de production,en ce que ledit au moins un point d'appui est matérialisé par un moyen de soutien du rotor ou de la turbine tel qu'au moins un dispositif flottant ou roulant pouvant être équipé d'un moyen de propulsion motorisé,en ce que dès lors ledit aérogénérateur relève conjointement de l'aérogénérateur à structure portante et de 25 l'aérogénérateur aéroporté.Les efforts aérodynamiques sur le rotor sont transmis sensiblement parallèlement à son axe,et non perpendiculairement.Dès lors le rotor en phase de production est maintenu par la tension de sa corde axiale ou par un mât oblique très allégé,ce en combinaison avec le point d'appui.

30 La transmission selon un entraînement circonférentiel trouve un débouché particulièrement avantageux avec l'aérogénérateur selon l'invention.

Selon le paradigme découlant de l'application de la présente invention,les objectifs habituellement assignés aux aérogénérateurs aéroportés ou autoportés sont déplacés ou inversés par rapport aux fonctions.Ainsi pour une éolienne aéroportée par définition la portance a pour corollaire l'aéroportation,alors que pour la présente invention la portance 35 est une conséquence de l'objectif de déploiement d'une plus grande structure.A l'inverse pour une éolienne à structure portante par définition la structure a pour objectif le maintien

autonome de l'aérogénérateur, alors que pour la présente invention la structure est une conséquence du maintien de l'ensemble assigné à au moins une corde, élément habituellement dévolu aux structures aéroportées.

Concernant les applications maritimes, le gradient vertical de la vitesse de vent étant  
5 réduit pour les vents maritimes, l'effet de cisaillement est limité, même pour une immense turbine.

Deux modes de réalisation sont prévus selon le type de générateur.

Selon le mode de réalisation préférentiel, l'anneau extérieur du rotor constitue lui-même  
10 une transmission circonférentielle qu'entraîne au moins un générateur de type dynamo de bicyclette, attendant à la périphérie du rotor à l'endroit du point d'appui. Cependant en l'état de la technique ce type de transmission ne peut être mis en oeuvre sans sa refonte.

Selon un dispositif propre à l'invention plusieurs générateurs sont installés dans une coque dont la partie inférieure est une bague enserrant l'anneau extérieur de transmission, ce afin de permettre une solidarité avec l'anneau sans l'appoint d'une  
15 structure extérieure de liaison, l'ensemble fonctionnant comme un roulement.

Pour sa mise en position de production le rotor, lancé par le générateur alors converti en moteur agissant tel un lanceur d'autogire, se cabre à partir du point d'appui qui reste fixe. Les efforts nécessaires à l'action à cabrer sont bien moindres que ceux impartis au décollage, ce que montre un avion se cabrant avant de décoller.

20 Lorsque des suspentes sont mises en oeuvre, la longueur des suspentes détermine le degré d'inclinaison du rotor: l'anneau extérieur d'un rotor incliné à 45° sera commandé par des suspentes passant de la verticalité à l'horizontalité. Plus les suspentes sont longues plus la verticalité du rotor est approchée, et donc plus grande est la surface balayée, mais aussi l'aire occupée. L'inclinaison du rotor à 45° est un bon compromis.

25 Afin de permettre de renforcer l'effet anticouple la station flottante, pouvant comprendre un ballast, est treuillée sous sa ligne de flottaison, générant une force de flottaison l'amenant à se plaquer avec force contre le rotor. Le ballast éventuel est rempli ou vidé selon les manoeuvres d'action à cabrer et de recouvrement par maintien de l'orientation du groupe flotteurs-générateurs face au rotor.

30 Les avantages cumulés du point d'appui et de l'aéroportation du rotor selon le mode de réalisation préférentiel sont les suivants:

- une gestion facilitée du lancement et du recouvrement de la turbine par rapport à la gestion d'une turbine totalement aéroportée;
- une réduction (d'environ de moitié) notable de la masse aéroportée;
- 35 - une aire occupée bien inférieure à l'aire occupée par les éoliennes sur tour devant être installées en ferme pour l'obtention d'une surface balayée équivalente à celle d'une seule unité de l'aérogénérateur selon l'invention;

- une aire occupée inférieure à celle d'éoliennes aéroportées en raison d'une meilleure optimisation de la surface balayée;
- d'où l'installation d'un seul point d'ancrage avec un impact limité sur l'écosystème, là où la technologie existante impose des dizaines d'ancrage pour une puissance équivalente;
- 5 - le(s) générateur(s) installé(s) sensiblement en surface de l'eau ou du sol et non en hauteur, et ne nécessitant pas de multiplicateur car connecté(s) à la périphérie du rotor;
- le double maintien du rotor le dispensant d'un haut degré de rigidité et permettant donc l'obtention d'une masse proportionnelle à sa surface et non au carré de la surface;
- dès lors la possibilité de construction de certains éléments comme les anneaux ou le mât
- 10 incliné en structures légères;
- non nécessité de lester le mât.

Selon l'autre mode de réalisation mettant en oeuvre une turbine plus lourde car intégrant le générateur annulaire en un stator annulaire fixe dans lequel vient s'insérer le rotor, le mât oblique forme avec le rotor une structure autoportante en T incliné travaillant en

15 compression sous l'effet de la gravité lors de la phase de repos, en tension sous l'effet des efforts aérodynamiques lors de la phase de production. Le degré d'inclinaison du mât est calculé en fonction du ratio portance/trainée du rotor afin de permettre l'alignement du mât oblique auxdits efforts aérodynamiques: si le ratio est de 1, l'inclinaison du mât est de 45°.

Les deux modes de réalisations de l'invention sont décrits à l'aide de schémas.

20 La figure 1 représente en perspective l'aérogénérateur selon le variante de base du mode de réalisation préférentiel de l'invention, en phase de production.

La figure 2 représente les vecteurs des efforts aérodynamiques, la flèche (a) pour l'aérogénérateur selon l'invention, la flèche (b) pour l'aérogénérateur conventionnel.

La figure 3 représente en vue du dessous ou du dessus le rotor (1) du dispositif représenté

25 sur la figure 1, en phase de repos.

La figure 4 représente en perspective la variante de l'aérogénérateur représenté sur la figure 1.

La figure 5 représente de profil l'aérogénérateur représenté sur les figures 1 ou 4, en phase de repos, le petit mât (12) étant en position verticale.

30 La figure 6 représente la liaison entre la station (8) flottante et le câble (10).

La figure 7 représente en vue aérienne un croquis de l'aire de travail de l'aérogénérateur selon la direction du vent.

La figure 8 représente en coupe la partie supérieure de la station (8) flottante ou roulante, les roues (28) étant indiquées en pointillés.

35 La figure 9 représente en perspective l'autre mode de réalisation du dispositif en phase de production.

Les figures 1,3,4 et 9 représentent le rotor (1,1') avec seulement 4 profils (6) pour une meilleure clarté. Compte tenu des grandes dimensions du rotor les profils (6) étant éfilés peuvent être plus nombreux, au nombre de cinq, six, sept, huit, et davantage. De même les suspentes (7,7') peuvent être plus nombreuses que celles représentées sur les figures 1,4 et 5 9, ce en fonction du degré de rigidité des anneaux concernés (3,4,5).

Selon le mode de réalisation préférentiel représenté sur les figures 1,3,4,5,6,8, la station (8) flottante constitue le point d'appui du rotor (1). La station (8) flottante comprend la coque (23), au moins un générateur (21), les caissons de flottaison (non représentés), la bague (24), le câble (10) de liaison au pivot (11) situé à l'ancrage (13), le treuil (non 10 représenté) dudit câble (10), éventuellement un ballast (non représenté). Le pivot (11) permet une orientation de l'aérogénérateur selon la direction du vent.

Pour que la bague (24) enserre l'anneau extérieur (3) quelque soit la direction des forces aérodynamiques et de gravité dont la résultante peut varier selon la vitesse du vent et les phases d'action à cabrer ou de mise au repos du rotor (1), et comme le montre la 15 figure 8, six générateurs (21) attenants à l'anneau extérieur (3) à l'endroit du point d'appui sont encastrés dans la coque (23) selon une symétrie des masses en haut, en bas, et sur les côtés du boudin constituant l'anneau extérieur (3). Des pistes de roulement (2) concaves qu'entraînent les roues (22) des générateurs (21) sont intégrées à l'anneau extérieur (3), les emplacements des générateurs (21) étant calculés de façon à ce que les roues (22) ne 20 puissent pas quitter les pistes de roulement (2). Les roues (22) des générateurs (21) sont équipées de freins agissant en cas de survitesse du rotor (1). La coque (23) et la bague (24) sont fendues pour laisser un passage aux profils (6) aérodynamiques installés selon l'angle de cabrage désiré, la figure 8 représentant un angle de cabrage de 45°. La coque (23) est de préférence de forme sensiblement de parallélépipède pour que les faces aient également 25 une fonction antidérive s'opposant au couple généré lors du roulement de l'anneau (3) extérieur de transmission. La tendance naturelle du rotor (1) à être positionné face au vent a pour effet de tendre le câble (10) de la station (8), induisant un effet anticouple facilitant le roulement de l'anneau extérieur (3) de transmission.

Les profils (6) aérodynamiques ne sont pas vrillés ni élargis à la base pour permettre leur 30 fabrication par extrusion plus économique ainsi qu'une plus grande légèreté, et sont disposés selon leur angle d'incidence respectif en au moins deux rangées délimitées par les anneaux concentriques (3,4,5) desquels ils sont solidaires, chacun des profils (6) pouvant ainsi avoir une longueur raisonnable alors que l'ensemble du rotor (1) balaye une très grande surface.

35 En mode de production le rotor (1) cabré repose sur la station (8) flottante laquelle peut être motorisée pour faciliter les manoeuvres de mise au repos vers la mise en production tandis que la longueur utile du câble (10) est ajustée par le treuil (non représenté). Afin de

permettre le passage du mode de repos au mode de production il est prévu l'installation d'un axe de rotation (9) dans l'orifice réalisé dans la coque (23). Deux cordes (20) relient les extrémités dudit axe (9) à une barre d'écartement (26) puis rejoignent (27) le câble (10) de la station (8) flottante.

- 5 Selon la variante de base montrée sur la figure 1, la corde axiale (30) relie le petit moyeu (19) du rotor (1) à son treuil (32) en passant par l'intérieur du petit mât flottant (12). Le treuil (32) est fixé sur une plateforme (31) pivotante installée au fond dudit mât (12) et motorisée pour suivre la corde axiale (30) dans sa rotation avec le rotor (1). Lors de la phase de repos, comme le montre la figure 5, le mât (12) en position verticale soutient le rotor (1) par son moyeu (19), alors que pour un rotor (1) de très grandes dimensions l'anneau extérieur (3) pend sous son propre poids \_ comme le bout des pales d'un rotor d'un hélicoptère au repos \_ pour flotter en surface. La mise en phase de production est assurée par le(s) générateur(s) (21) alors converti(s) en moteur(s) générant une rotation jusqu'au moment où le vent prend le relais en permettant au rotor de prendre de l'incidence. Lors de la phase de production le maintien du rotor (1) est assuré conjointement par la mise en tension de la corde axiale (30) \_composante aéroportée \_ couplée au point d'appui \_ composante autoportée \_, de sorte que le mât (12) ne génère aucune fonction active, la force de flottaison du mât (12) permettant toutefois d'opposer une résistance au processus d'inclinaison en restreignant l'aire occupée, et aussi de maintenir le rotor lors de la phase de repos. L'unique ancrage (13) réunit donc le câble (14) du mât (12) et le câble (10) de la station (8) flottante.

- 15 Selon la variante représentée sur la figure 4 des suspentes (7) sont disposées symétriquement à la corde axiale (30) pour permettre leur rotation avec l'ensemble \_ ce contrairement aux suspentes décrites dans le document "WindTech Nov-Dec2011C 500 MW.pdf" restant fixes et d'une disposition non symétrique et non convergente \_, et  
25 convergent vers et dans le mât (12). Le mât (12) comprend également les treuils (non représentés) respectifs de chacune des suspentes (7), lesquels treuils étant installés sur la plateforme (31) pivotante, ainsi que le treuil (non représenté) de son propre câble (14), lequel treuil étant installé sous la plateforme (31) pivotante.

- Lors de la mise en mode de production il peut alors être nécessaire de faire fonctionner le propulseur (non représenté) de la station (8) afin d'exercer un effet anticouple permettant au rotor (1) de prendre ses tours; ce qui est préférable à un ancrage provisoire de la station (8). En effet à la longue une accumulation d'ancrages sur l'ensemble de la trajectoire circulaire (25) serait préjudiciable à l'environnement sous-marin, l'aérogénérateur selon l'invention étant étudié pour ne comprendre qu'un point d'ancrage pour limiter l'impact sur l'écosystème sous-marin.



Selon l'autre mode de réalisation le dispositif de flottaison (17) constitue le point d'appui de la turbine (15) qui intègre le générateur annulaire (non représenté) au rotor (1') éolien selon la technologie bien connue \_ quoique appliquée principalement à certaines hydroliennes \_ de l'entraînement circonférentiel dite "rim-driven", le stator (16) de la turbine (15) restant immobile tout comme les suspentes (7'). Le mât oblique (18) relie le moyeu (19) au pivot (11') fixé à l'ancrage (13') et comprenant les treuils (non représentés) des suspentes (7').

La version terrestre de l'aérogénérateur selon l'invention commune aux deux modes de réalisations, consiste en une station (8) roulante.

10 L'anneau extérieur (3), selon le mode de réalisation préférentiel, est réalisé, tout comme les autres anneaux concentriques (4,5), le petit mât (12), ou encore comme le mât oblique (18) selon l'autre mode de réalisation, en une coque rigide pouvant être en polycarbonate, matière plastique résistante aux chocs et pouvant être transparente et réduire ainsi l'impact visuel hors les éclairages de signalisation aérienne, ou en boudin gonflable, ou  
15 de préférence selon la méthode dite "Tensairity", marque déposée, le brevet US2011209416 décrivant une structure légère selon laquelle la tige et les câbles sont associés au boudin gonflable à basse pression. L'une des pistes (2) de roulement constitue alors la tige.

Quelques soient les versions et modes de réalisation de l'invention, l'aérogénérateur travaille en fonction de la direction du vent selon une trajectoire circulaire (25) dont le rayon est délimité par le point d'application des forces (29). Pour la version maritime ce point correspond au point d'ancrage (13,13'). Pour la version terrestre ce point correspond au point de convergence des suspentes (7,7'). Toutefois la version terrestre peut présenter des difficultés concernant le site d'installation, ce en raison de la nécessité de disposer d'une aire roulante correspondant à la trajectoire circulaire (25).

25 Les données sur la force et la direction du vent en différents points sont recueillies par des capteurs et répercutées en temps réel sur l'ensemble des éléments de pilotage, ce selon une gestion informatisée.

Selon une structure du rotor plus conventionnelle (non représentée) mais de dimension limitée le rotor comprend des pales entourées d'un seul anneau.

30 La flèche (a) sur la figure 2 est indiquée aussi sur les figures 1,4,9, et montre une direction oblique des efforts aérodynamiques avantageuse pour l'aérogénérateur selon l'invention, en opposition avec la flèche (b) montrant un effet de levier pour l'aérogénérateur sur tour.

L'aérogénérateur selon l'invention est essentiellement destiné à une production massive d'électricité en haute mer tout en limitant l'impact pour la faune et la flore  
35 sous-mariné ainsi que pour les autres usagers de la mer, ce de par un unique ancrage pour une unité de puissance très élevée pouvant atteindre 400 MW.

## REVENDEICATIONS

1) Aérogénérateur à entraînement circonférentiel comprenant au moins un générateur (21) installé à une zone de la périphérie du rotor (1) éolien, ou un générateur annulaire intégré à l'ensemble de la périphérie de la turbine (15), le rotor (1) ou la turbine (15) inclinés générant une portance, le rotor (1) pouvant comprendre des pales entourées d'un seul anneau ou au moins deux anneaux concentriques (3,4) entourant au moins un groupe de profils (6) aérodynamiques, travaillant en fonction de la direction du vent selon une trajectoire circulaire (25) dont le rayon est délimité par le point d'application des forces (29), pouvant comprendre un pivot (11,11') et un ancrage (13,13'), caractérisé en ce que le rotor (1) ou la turbine (15) est en contact avec le sol ou la surface de l'eau par au moins un point d'appui de sa périphérie, en ce que ledit point d'appui constitue l'assise du rotor (1) ou de la turbine (15) en position cabrée lors de la phase de production, en ce que ledit au moins un point d'appui est matérialisé par un moyen de soutien du rotor (1) ou de la turbine (15) tel qu'au moins un dispositif flottant ou roulant pouvant être équipé d'un moyen de propulsion motorisé, en ce que dès lors ledit aérogénérateur relève conjointement de l'aérogénérateur à structure portante et de l'aérogénérateur aéroporté.

2) Aérogénérateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la station (8) flottante constitue le point d'appui du rotor (1), en ce que la station (8) flottante comprend la coque (23), au moins un générateur (21), les caissons de flottaison, la bague (24) enserrant l'anneau extérieur (3), le câble (10) de liaison au pivot (11) situé à l'ancrage (13), le treuil dudit câble (10), éventuellement un ballast en ce qu'il est prévu l'installation d'un axe de rotation (9) dans l'orifice réalisé dans la coque (23), en ce que deux cordes (20) relient les extrémités dudit axe (9) à une barre d'écartement (26) puis rejoignent (27) le câble (10) de la station (8) flottante.

3) Aérogénérateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que des pistes de roulement (2) concaves qu'entraînent les roues (22) des générateurs (21) sont intégrées à l'anneau extérieur (3), les emplacements des générateurs (21) étant calculés de façon à ce que les roues (22) ne puissent pas quitter les pistes de roulement (2), en ce que les roues (22) des générateurs (21) sont équipées de freins agissant en cas de survitesse du rotor (1).

4) Aérogénérateur selon la revendication précédente, caractérisé en ce que, pour permettre d'enserrer l'anneau extérieur (3) quelque soit la direction des forces aérodynamiques et de gravité, six générateurs (21) attenants à l'anneau extérieur (3) à l'endroit du point d'appui sont encastrés dans la coque (23) selon une symétrie des masses en haut, en bas, et sur les côtés du boudin constituant l'anneau extérieur (3), en ce que la coque (23) et la bague (24) sont fendues pour laisser un passage aux profils (6) aérodynamiques installés selon l'angle de cabrage désiré, en ce que la coque (23) est de

## REVENDICATIONS (suite)

préférence de forme sensiblement de parallélépipède pour que les faces aient également une fonction antidérive s'opposant au couple généré lors du roulement de l'anneau (3) extérieur de transmission.

5 5) Aérogénérateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la corde axiale (30) relie le petit moyeu (19) du rotor (1) à son treuil (32) en passant par l'intérieur du petit mât flottant (12), en ce que le treuil (32) est fixé sur une plateforme (31) pivotante installée au fond dudit mât (12) et motorisée pour suivre la corde axiale (30) dans sa rotation avec le rotor (1), en ce que le câble (14) du mât (12) est fixé également au pivot (11) à l'ancrage (13), caractérisé en ce que lors de la phase de repos, le mât (12) en  
10 position verticale soutient le rotor (1) par son moyeu (19), alors que pour un rotor (1) de très grandes dimensions l'anneau extérieur (3) pend sous son propre poids pour flotter en surface, caractérisé en ce que lors de la phase de production le maintien du rotor (1) est assuré conjointement par la mise en tension de la corde axiale (30) \_composante aéroportée \_ couplée au point d'appui \_ composante autoportée \_, de sorte que le mât (12)  
15 ne génère aucune fonction active, la force de flottaison du mât (12) permettant toutefois d'opposer une résistance au processus d'inclinaison en restreignant l'aire occupée, et aussi de maintenir le rotor lors de la phase de repos, en ce que l'unique ancrage (13) réunit le câble (14) du mât (12) et le câble (10) de la station (8) flottante.

20 6) Aérogénérateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que des suspentes (7) sont disposées symétriquement à la corde axiale (30) pour permettre leur rotation avec l'ensemble et convergent vers et dans le mât (12), en ce que le mât (12) comprend également les treuils respectifs de chacune des suspentes (7), lesquels treuils étant installés sur la plateforme (31) pivotante, ainsi que le treuil de son propre câble (14), lequel treuil étant installé sous la plateforme (31) pivotante.

25 7) Aérogénérateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de flottaison (17) constitue le point d'appui de la turbine (15) qui intègre le générateur annulaire au rotor (1') éolien, le stator (16) de la turbine (15) restant immobile tout comme les suspentes (7'), caractérisé en ce que le mât oblique (18) relie le moyeu (19) au pivot (11') fixé à l'ancrage (13') et comprenant les treuils des suspentes (7'), en ce que  
35 le mât oblique (18) forme avec le rotor une structure autoportante en T incliné travaillant

## REVENDEICATIONS (suite)

en compression sous l'effet de la gravité lors de la phase de repos, en tension sous l'effet des efforts aérodynamiques lors de la phase de production, en ce que le degré d'inclinaison du mât oblique (18) est calculé en fonction du ratio portance/trainée du rotor (1') afin de permettre l'alignement du mât auxdits efforts aérodynamiques.

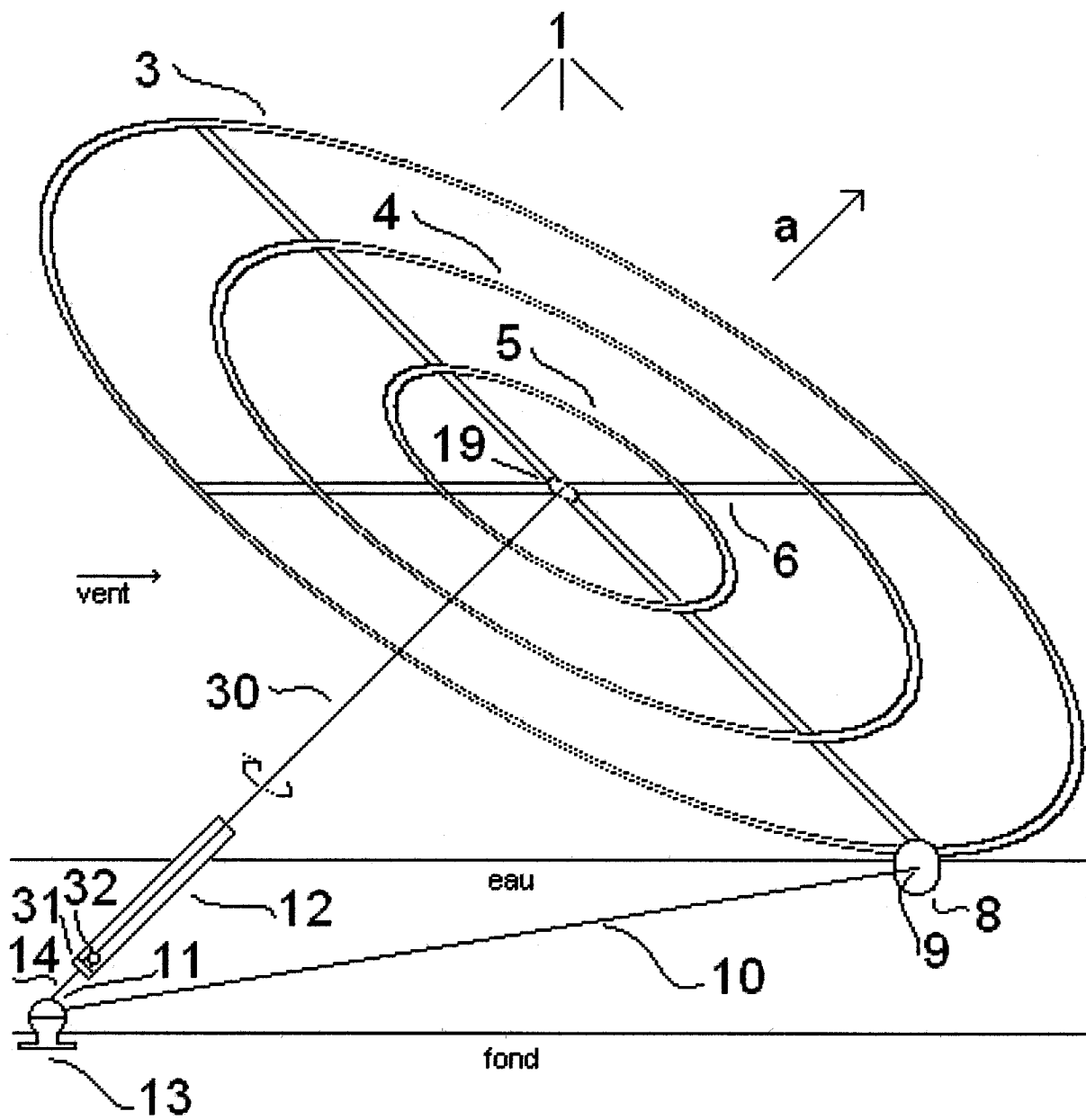
5 8) Aérogénérateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les profils (6) aérodynamiques ne sont pas vrillés ni élargis à la base pour permettre une fabrication par extrusion plus économique ainsi qu'une plus grande légèreté, sont disposés selon leur angle d'incidence respectif en au moins deux rangées délimitées par les anneaux concentriques (3,4,5) desquels ils sont solidaires.

10 9) Aérogénérateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les données sur la force et la direction du vent en différents points sont recueillies par des capteurs et répercutées en temps réel sur l'ensemble des éléments de pilotage, ce selon une gestion informatisée.

15 10) Aérogénérateur selon l'une quelconque des revendications 1,2,3,4,5,6,8,9, caractérisée en ce que l'anneau extérieur (3), est réalisé, tout comme les autres anneaux concentriques (4,5), le petit mât (12), ou encore comme le mât oblique (18) selon l'autre mode de réalisation, en une coque rigide pouvant être en polycarbonate, ou en boudin gonflable, ou de préférence selon la méthode dite "Tensairity", marque déposée, selon laquelle la tige et les câbles sont associés au boudin gonflable à basse pression, caractérisé  
20 en ce que l'une des pistes (2) de roulement constitue alors la tige.

1/6

FIG. 1



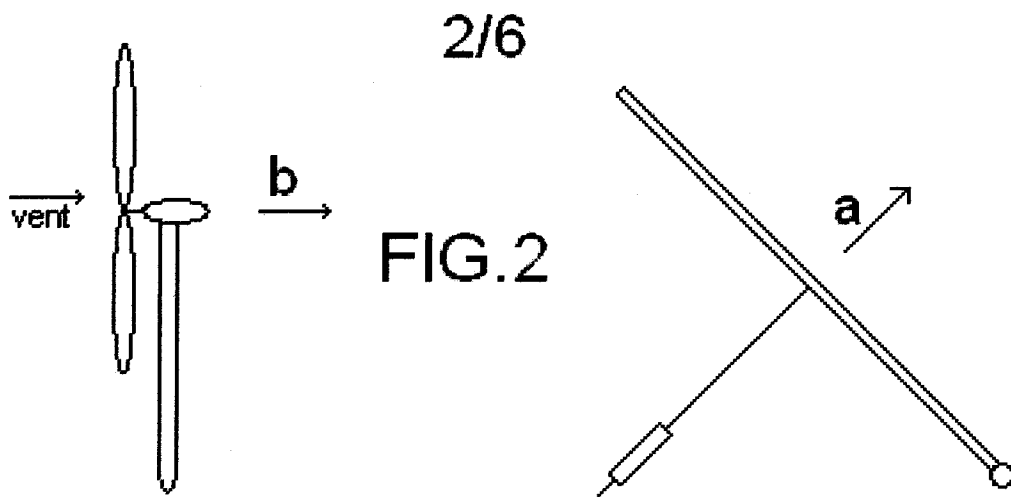
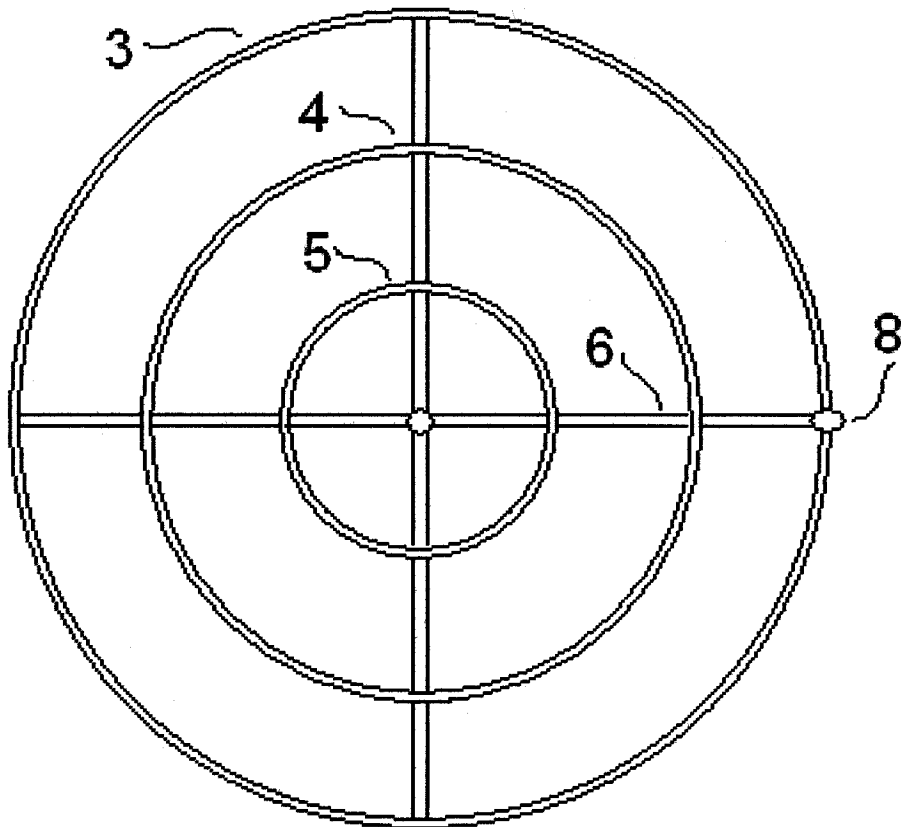
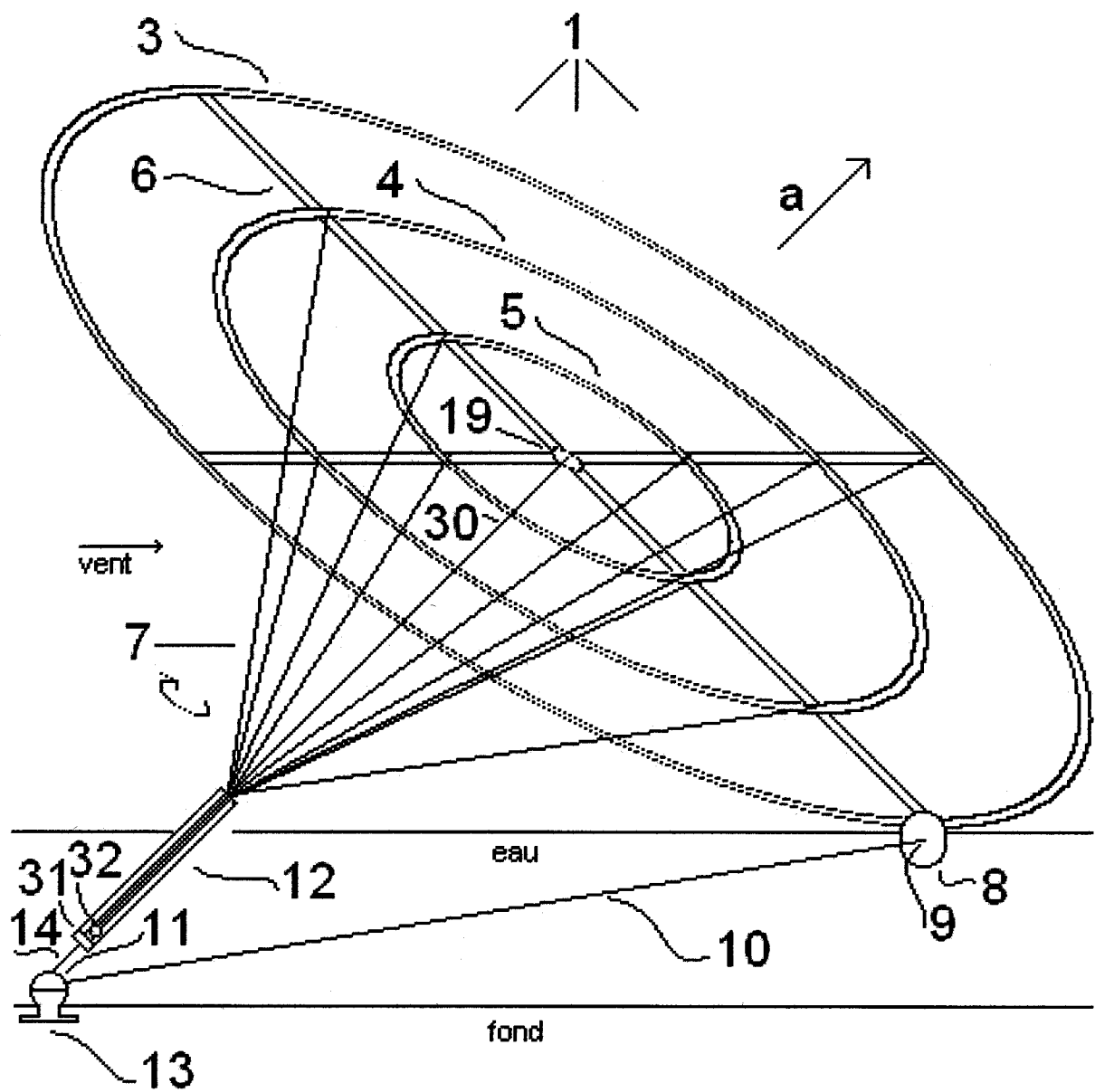


FIG. 3



3/6

FIG.4



4/6

FIG. 5

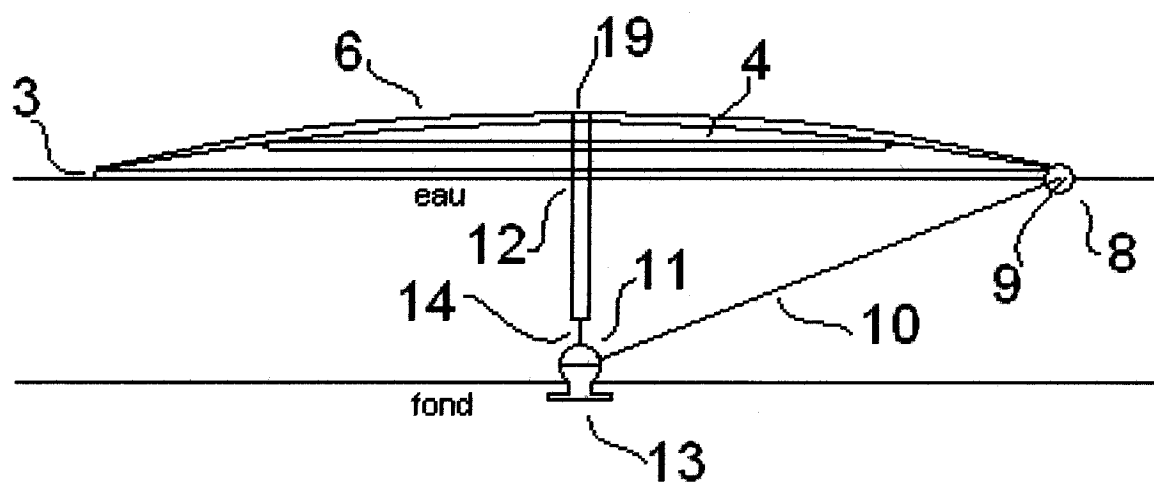


FIG. 6

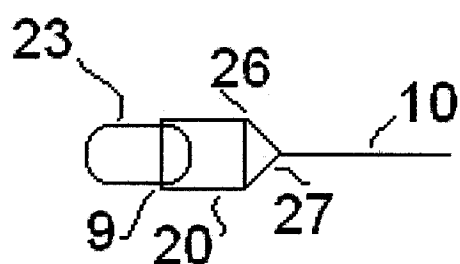
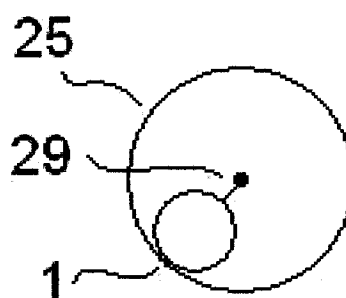


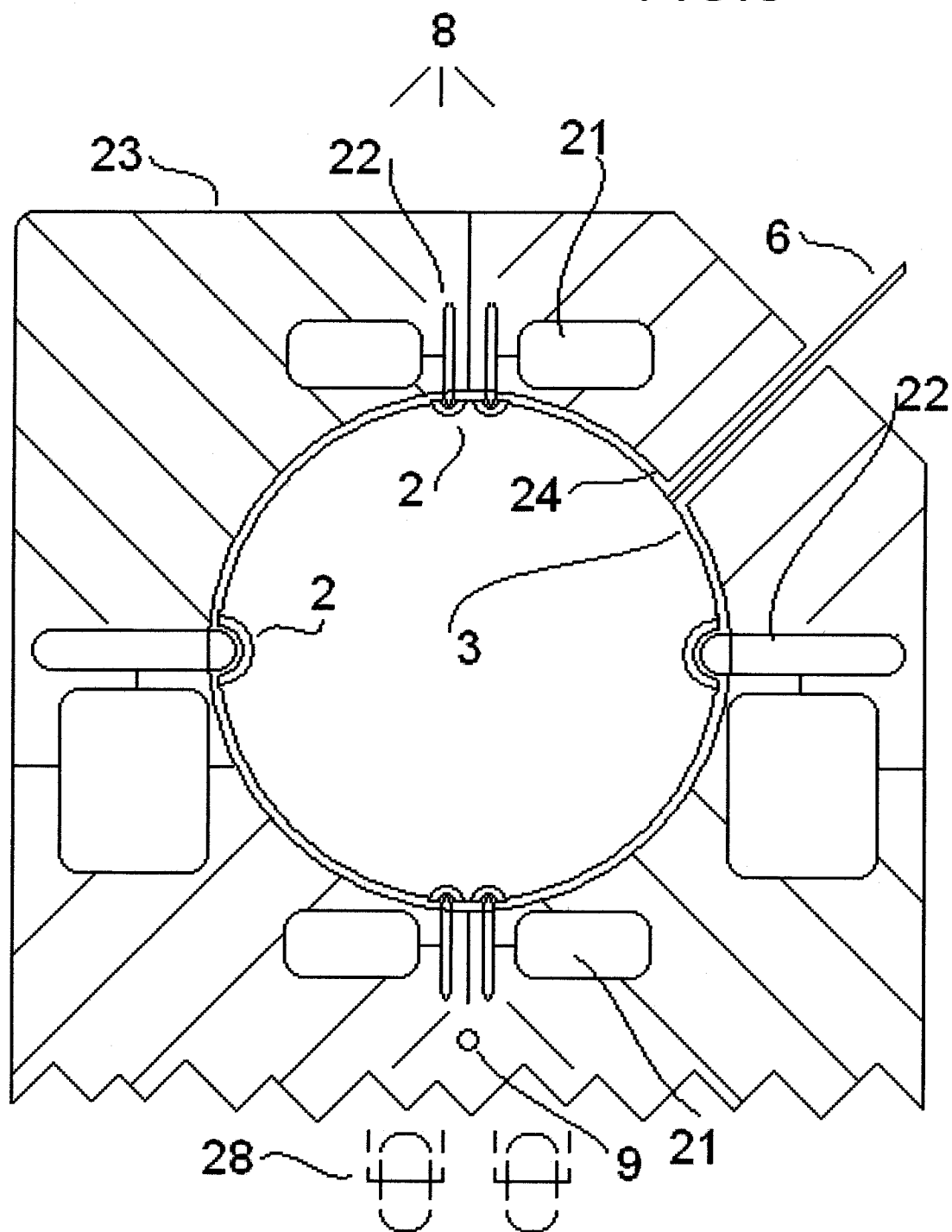
FIG. 7





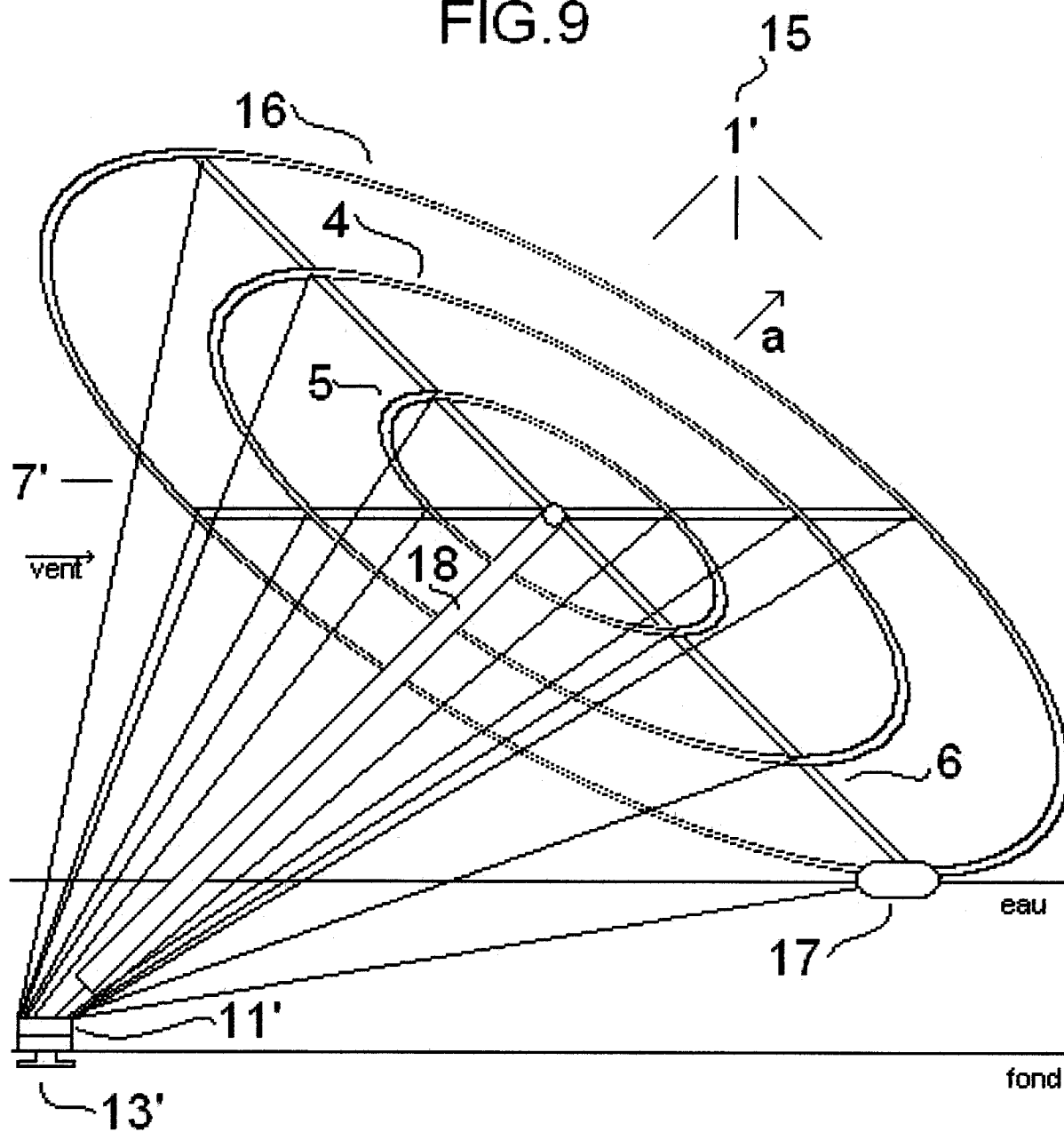
5/6

FIG. 8



6/6

FIG.9




**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**
N° d'enregistrement  
nationalétabli sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la rechercheFA 774200  
FR 1202233

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		
A	FR 2 520 814 A1 (JAMMET PIERRE [FR]) 5 août 1983 (1983-08-05) * page 1, ligne 9-10;24-29 * * page 1, ligne 38 - page 2, ligne 3 * * page 4, ligne 15-21;28-30; figures * -----	1-7	F03D5/00
A	WO 2010/123847 A1 (BARBER GERALD L [US]) 28 octobre 2010 (2010-10-28) * abrégé * * alinéas [0007], [0044]; figures * -----	1,3	
A	WO 2004/092580 A1 (NEW WORLD GENERATION INC [CA]; MERSWOLKE PAUL H F [CA]; MEYER CHARLES) 28 octobre 2004 (2004-10-28) * abrégé * * page 4, ligne 19 - page 5, ligne 17; figures * -----	1	
A	US 2009/021021 A1 (GRENIER ALBERT J [US]) 22 janvier 2009 (2009-01-22) * abrégé; figures * -----	1,5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F03D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 juin 2013		Criado Jimenez, F	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1202233 FA 774200**

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 **14-06-2013**

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
FR 2520814	A1	05-08-1983	AUCUN	
-----				
WO 2010123847	A1	28-10-2010	CN 102459895 A	16-05-2012
			EP 2422085 A1	29-02-2012
			US 8178993 B1	15-05-2012
			US 2010295307 A1	25-11-2010
			US 2012139258 A1	07-06-2012
			US 2013127171 A1	23-05-2013
			WO 2010123847 A1	28-10-2010
-----				
WO 2004092580	A1	28-10-2004	CA 2522280 A1	28-10-2004
			US 2006275121 A1	07-12-2006
			WO 2004092580 A1	28-10-2004
-----				
US 2009021021	A1	22-01-2009	AU 2009270766 A1	21-01-2010
			CA 2730937 A1	21-01-2010
			CN 102159831 A	17-08-2011
			EP 2326831 A2	01-06-2011
			JP 2011528548 A	17-11-2011
			KR 20110079610 A	07-07-2011
			RU 2011105823 A	27-08-2012
			US 2009021021 A1	22-01-2009
			US 2010156102 A1	24-06-2010
			US 2011031344 A1	10-02-2011
			WO 2010009431 A2	21-01-2010
-----				