



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 33875 B1** (51) Cl. internationale : **F03D 3/06**
(43) Date de publication : **02.01.2013**

-
- (21) N° Dépôt : **33978**
(22) Date de Dépôt : **24.06.2011**
(71) Demandeur(s) : **UNIVERSITE HASSAN II AIN CHOCK, PRESIDENCE 19 RUE TARIK BNOU ZIAD CASABLANCA (MA)**
(72) Inventeur(s) : **JANAH SAADI ; MOHAMED ENNAJI**
(74) Mandataire : **SANAA MAJID**

-
- (54) Titre : **Eolienne à axe vertical, convertible, autorégulée, combinant une savonius et une darrieus, à pale pliable.**
(57) Abrégé : L'INVENTION CONSTERNE UN DISPOSITIF DE TRANSFORMATION DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE VÉHICULÉ PAR UN ÉCOULEMENT AÉRODYNAMIQUE OU HYDRODYNAMIQUE, EN ÉNERGIE CINÉTIQUE EXPLOITABLE, CE DISPOSITIF COMBINE LES DEUX CONFIGURATIONS CLASSIQUES SAVONIUS ET DARRIEUS, LE DIT DISPOSITIF EST TRANSFORMABLE, À GÉOMÉTRIE VARIABLE, UTILISANT UN AUBAGE PLIABLE, ET COMBINÉ À UN SYSTÈME MÉCANIQUE QUI ASSURE CETTE TRANSFORMATION, EN PASSANT D'UNE CONFIGURATION À UNE AUTRE SELON LA VITESSE D'ÉCOULEMENT DE L'AIR ET LES CONDITIONS EXTERNES. CE QUI FAIT QU'ELLE EXPLOITE LES EFFORTS AÉRODYNAMIQUES DE TYPE PORTANCE ET TRAINÉE, QUI PRÉSENTENT DES COMPLÉMENTARITÉS À PLUSIEURS NIVEAUX.

Titre : Turbine à axe Vertical, Convertible, combinant une Savonius et une Darrieus, à pale pliable

Abrégé :

l'invention concerne un dispositif de transformation de l'énergie cinétique véhiculé par un écoulement aérodynamique ou hydrodynamique, en énergie cinétique exploitable, ce dispositif combine les deux configurations classiques Savonius et Darrieus, le dit dispositif est transformable, à géométrie variable, utilisant un aubage pliable, et combiné à un système mécanique qui assure cette transformation, en passant d'une configuration à une autre selon la vitesse d'écoulement de l'air et les conditions externes.

ce qui fait qu'elle exploite les efforts aérodynamiques de type portance et trainée, qui présentent des complémentarités à plusieurs niveaux.

02 JAN 2013

TURBINE A AXE VERTICAL, CONVERTIBLE, COMBINANT UNE
SAVONIUS ET UNE DARRIEUS, A PALE PLIABLE

Descriptif du dispositif:

Le présent brevet concerne une nouvelle configuration de turbine à axe vertical présenté sur la figure (1), ce dispositif présente d'important avantages du point de vue du domaine de fonctionnement en vitesse ainsi que la puissance produite, plus importants que celles des autres éoliennes à axe vertical, ce dispositif à plusieurs avantages, qui peuvent être résumés en trois points :

- L'auto-adaptation aux conditions externes, liée au fait que ce dispositif change automatiquement de configuration.
- L'autorégulation assurée par le dispositif de transformation qui peut être lié à un système de contrôle mécatronique.
- La continuité dans la production de l'énergie quelque soit le sens de l'écoulement et la vitesse du vent.

Ces avantages sont du au fait qu'elle combine les deux configurations classiques Savonius et Darrieus, ce qui fait qu'elle exploite les efforts aérodynamiques de type portance et trainée, qui présentent des complémentarités à plusieurs niveaux.

En effet l'éolienne proposée est un dispositif transformable à géométrie variable combiné à un système qui assure cette transformation, en passant d'une configuration à une autre selon la vitesse d'écoulement de l'air et les conditions externes.

Applications :

Production d'énergie électrique, pneumatique, hydraulique, pompage

TURBINE A AXE VERTICAL, CONVERTIBLE, COMBINANT UNE SAVONIUS ET UNE DARRIEUS, A PALE PLIABLE

Descriptif du dispositif:

Le présent brevet concerne une nouvelle configuration de turbine à axe vertical présenté sur la figure (1), ce dispositif présente d'important avantages du point de vue du domaine de fonctionnement en vitesse ainsi que la puissance produite, plus importants que celles des autres éoliennes à axe vertical, ce dispositif à plusieurs avantages, qui peuvent être résumés en trois points :

- L'auto-adaptation aux conditions externes, liée au fait que ce dispositif change automatiquement de configuration.
- L'auto-régulation assurée par le dispositif de transformation qui peut être lié a un système de contrôle mécatronique.
- La continuité dans la production de l'énergie quelque soit le sens de l'écoulement et la vitesse du vent.

Ces avantages sont du au fait qu'elle combine les deux configurations classiques Savonius et Darrieus, ce qui fait qu'elle exploite les efforts aérodynamiques de type portance et traînée, qui présentent des complémentarités à plusieurs niveaux.

En effet l'éolienne proposée est un dispositif transformable à géométrie variable combiné à un système qui assure cette transformation, en passant d'une configuration à une autre selon la vitesse d'écoulement de l'air et les conditions externes.

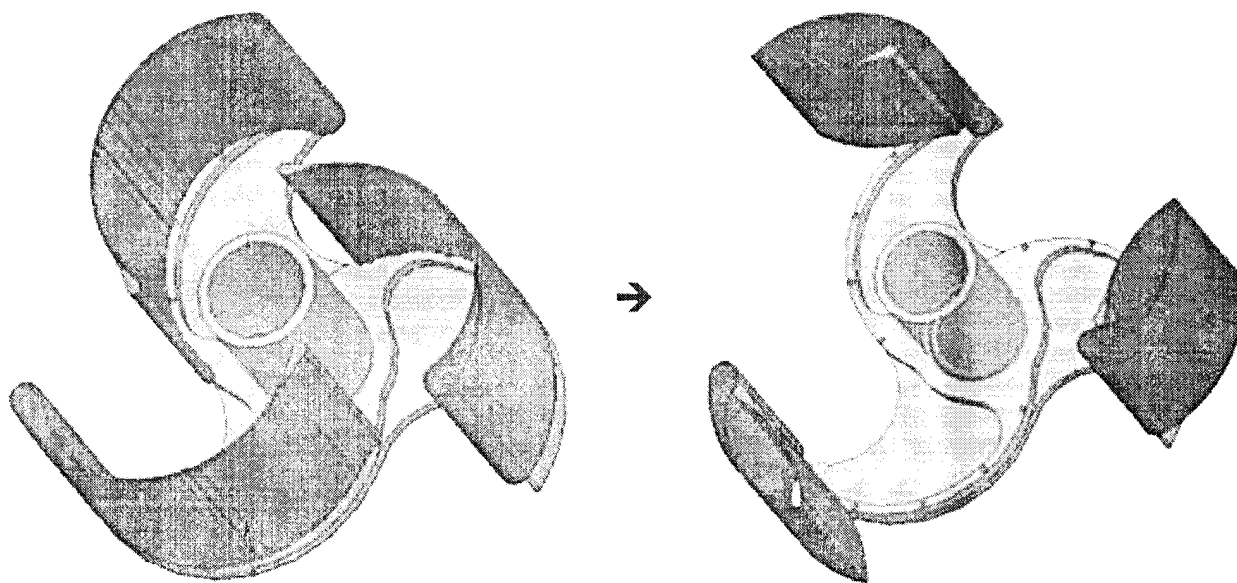


Figure A'

Applications :

Production d'énergie électrique, pneumatique, hydraulique, pompage

0 Une turbine est un dispositif de captation de l'énergie cinétique
1 véhiculé par les écoulements, La présente invention conserve en générale, le
2 domaine des turbines aérauliques et hydrauliques pour des applications
3 éoliennes et hydroliennes, ce dispositif permet la transformation de
4 l'énergie véhiculé par un écoulement aérodynamique ou hydrodynamique
5 en énergie mécanique exploitable, pour entrainer des dispositifs rotatifs,
6 soit pour la production de l'électricité, si elle est combinée a une
7 génératrice, ou une exploitation mécanique directe pour des applications de
8 pompage ou d'entraînement en générale.
9

10
1 Ce dispositif est constitué d'un rotor (1) mobile en rotation autour d'un
2 axe principal (2), le rotor est composé d'au moins deux aubes (3), chaque
3 aube est composé a son tour de deux blocs, un semi-aube-extrados (4) et un
4 semi-aube-intrados (5), la transformation permet une foi achevé, la
5 formation d'une pale (6) avec un profil aérodynamique composé des deux
6 semi-aubes, qui forment les surfaces de contact Extrados (7) et Intrados (8),
7 la forme de chaque aube dans sa configuration initiale est présenté dans la
8 figure C.
9

20
1 Les deux semi aube sont fabriqué d'une tel façon a se que le poids du
2 semi-aube-intrados soit plus important que celui du semi-aube-extrados, en
3 gardant la forme géométrique (9) la plus proche au profil aérodynamique
4 GOE225 avec un bord de fuite arrondi et une corde allongée figure D, cette
5 configuration de profil donne un meilleur rendement, vue que se profil se
6 caractérise par l'avantage de pouvoir produire un couple (portance ; trainée)
7 plus importante comme se que montre les deux figure E et F, les formes des
8 deux semi-aubes sont présentées sur les figure G et H, pour transformer le
9 maximum de puissance lors de la récupération, durant le processus de
30 récupération.

1 Pour avoir la différence de poids entre les deux semis-aubes, le semi-
2 aube-extrados est fabriqué sous une configuration géométrique coque mince
3 (10), creuse de l'intérieur pour avoir le minimum de poids, et semi-aube-
4 intrados est fabriqué avec une configuration pleine (11) avec un arrondi (12)
5 sur l'extrémité bord d'attaque (13), pour assurer une continuité de la surface
6 lors de l'assemblage des deux partie en fin du processus de transformation.
7

1 Sur les deux semi-aubes, un élément d'assemblage (13) qui permet
2 d'assurer une liaison mécanique pivot sur l'axe z perpendiculaire à la
3 surface du profil aérodynamique comme le présente la figure G et H.
4
5
6
7

8 Le dispositif est assemblé, d'une façon à ce que l'aubage représente un
 9 entre-axe supérieur au rayon de l'axe principale (R), sachant que l'entre-axe
 50 entre est la distance séparant l'axe principale de la turbine, et l'axe fictif de
 1 l'aubage (14) en position initiale ouverte comme présenté sur la figure C.
 2

3
 4 L'assemblage du semi-aube-extrados avec la structure (1), se fait en
 5 assurant un degré liberté par liaison pivot, au niveau du point d'assemblage
 6 bord d'attaque (15), permettant une révolution complète, pour permettre la
 7 transformation.
 8

9
 60 Les deux semi-aubes, seront assemblées par les extrémités bord de
 1 fuite (16), en assurant un degré liberté par liaison pivot, par un système
 2 permettant une révolution complète des deux semi-aubes, par exemple un
 3 second axe porteur avec un rayon tres petit par rapport à l'axe principal, qui
 4 assurera l'assemblage en passant par des trous sur la structure (1), avec des
 5 systèmes d'attache permettant la fixation de l'axe sur la structure.
 6

7
 8 L'arrondi (12) du semi-aube-intrados sera traversé par un système (17)
 9 permettant au semi-aube-intrados de se déplacer sur la rainure guide (18), le
 70 système doit assurer au semi-aube-intrados une liberté de révolution par une
 1 liaison pivot suivant l'axe z. cela permettra d'assurer une liberté de rotation
 2 de la semi-aube lors de son déplacement sur la rainure.
 3

4
 5 La structure (1) (rotor) sur laquelle l'aubage et solidaire, sera fixé a son
 6 tour a une autre structure porteuse fixe (stator) qui permettra à la turbine sa
 7 fixation et aussi l'entraînement du système d'utilisation (génératrice : pour
 8 produire l'électricité, pompe ou compresseur : pour le pompage ou la
 9 compression d'un fluide ou tout simplement pour entrainer un système
 80 mécanique quelconque).
 1

2
 3 La liberté de déplacement des aubages (des deux semi-aubes par
 4 rapport a la structure (1)) sera conditionnée par un système d'attache
 5 élastique (19) (ressort, fil élastique, ...) qui permet d'attaché l'extrémité
 6 arrondi du semi-aube-intrados à un point (20) de la structure (1), ce système
 7 d'attache élastique doit être caractérisé par une raideur spécifique, égale au
 8 rapport de l'effort centrifuge minimum à partir du quel la transformation
 9 doit se déclenché et de la déflexion résultante.
 90

$$k = \frac{F_{centrifuge\ min}}{x}$$

$$F_{centrifuge} = m \omega^2 R$$

4 Sachant que :
 5 R
 6 : rayon, distance separant le point (20) de l'axe principal
 7 $E_{centrifuge}$: Rendement de la turbine
 8

9
100
1
2
3
4
5
6
7
8
9
110
1
2
3
4
5
6
7
8
9
120
1
2
3
4
5
6
7
8
9
130
1
2
3
4
5
6
7
8
9
140
1
2
3
4
5
6
7
8
9

m: la masse de l'aubage (des deux semi
– aubes et des axes de l'aubage)

Et la vitesse de rotation est égale à :

$$\omega = \frac{\vartheta}{R} V_v$$

Sachant que :

ω : la vitesse de rotation

ϑ : Rendement de la turbine

V_v : la vitesse de l'écoulement.

Et la force centrifuge est égale à :

$$k = m \frac{(\vartheta V_v)^2}{R x}$$

Et au fure et à mesure que le processus de transformation avance le point (21) - qui représente l'extrémité bord d'attaque de la semi-aube-intrados – se déplace sur la rainure de forme semi-elliptique (ellipse base de la rainure (22)). Donc la valeur de R sera variable :

$$R = \frac{1}{\frac{\sin \theta}{b^2} - \frac{\cos \theta}{a^2}}$$

Avec : θ : un angle qui varie entre (π et $\frac{\pi}{2}$)

Le changement de la vitesse du vent produit un changement proportionnel de la vitesse de rotation de la turbine, ce changement est dû au changement des paramètres aérodynamiques suite à l'écoulement du vent autour de l'éolienne, dans un premier temps le dispositif est dans une configuration initiale de type Savonius, l'écoulement du vent autour de l'aube produit un effort de type trainée, la distribution de l'effort sur la surface de l'aube exerce une pression sur cette surface, cette pression ayant le même sens que celui de l'écoulement, la turbine commence son cycle de rotation.

Au fure et à mesure que l'écoulement est plus important (la vitesse du vent augmente), la vitesse de rotation augmente aussi, un effort centrifuge est exercé sur les semi-aubes-intrados, due au changement au niveau du pois des deux semi-aubes.

Les semi-aubes-intrados représentent un degré de liberté en mode pivot par rapport au semi-aubes-extrados, ainsi qu'un degré de liberté en mode appuis plan guidé par la rainure (18) sur les deux supports de la structure de la turbine.

150
1 Une fois l'effort centrifuge deviens plus important que la raideur de
2 l'élément d'attache (19), il entraîne un déplacement du semi-aube-intrados
3 sur la rainure guide (18), jusqu'à ce que les deux surfaces se rejoigne, et le
4 semi-aube-extrados freine le déplacement du semi-aube-intrados.
5

6
7 Les figures I, J, K, L, M et N montre le déroulement du procédé de
8 transformation.
9

160
1 Ce dispositif à l'avantage de pouvoir exploité les deux efforts
2 résultants de l'écoulement, la trainé et la portance, à travers le dispositif de
3 transformation qui permet de basculer entre deux configurations Savonius
4 ou Darrieus, donc de combinée les avantage des deux configuration, la
5 transformation se fait en fonctionnement de la vitesse de l'écoulement, dans
6 un premier cas la turbine se trouve dans sa configuration par défaut (la
7 Savonius) au fur-et-à-mesure que la vitesse de l'écoulement augmente, la
8 turbine à tendance d'augmenté sa vitesse de rotation.
9

170
1 La disposition initiale des aubes, permet d'avoir une architecture
2 similaire à celle des turbines éoliennes de type Savonius, et avec
3 l'augmentation de la vitesse de rotation, le dispositif assure une
4 transformation de la turbine d'une configuration Savonius à une Darrieus,
5 pour aboutir au profil de la configuration recherchée.
6
7

8 Les figures N, O, P, Q et R montre les deux configurations initiale et
9 final de la turbine, en vue frontale et vue tri-métrique en coupe
180 longitudinale.

1
2
3
4 Après étude des dispositions et configurations des éoliennes, on peut
5 constater que les configurations Savonius et Darrieus représentent des
6 complémentarités au niveau du domaine de fonctionnement et aussi au
7 niveau de la puissance récupérée, la figure S représentes les courbes
8 caractéristiques des différentes configurations de turbine éoliennes, cette
9 figure nous permet de voir l'intérêt de la combinaison des deux
190 configuration Darrieus et Savonius, ainsi que la complémentarité que
2 représente cette combinaison.
3

4 Les éolienne Savonius et Darrieus ont l'avantage de pouvoir exploité
5 des vents très faibles (a partir de 0,5m/S) que les autres configurations ne
6 peuvent pas exploiter, et leurs domaine en vitesse se complète, une fois
7 l'éolienne Savonius entre dans le domaine d'extinction, la Darrieus reprend
8 le relais et démarre a son tour se qui est présenté sur la figure V.
9

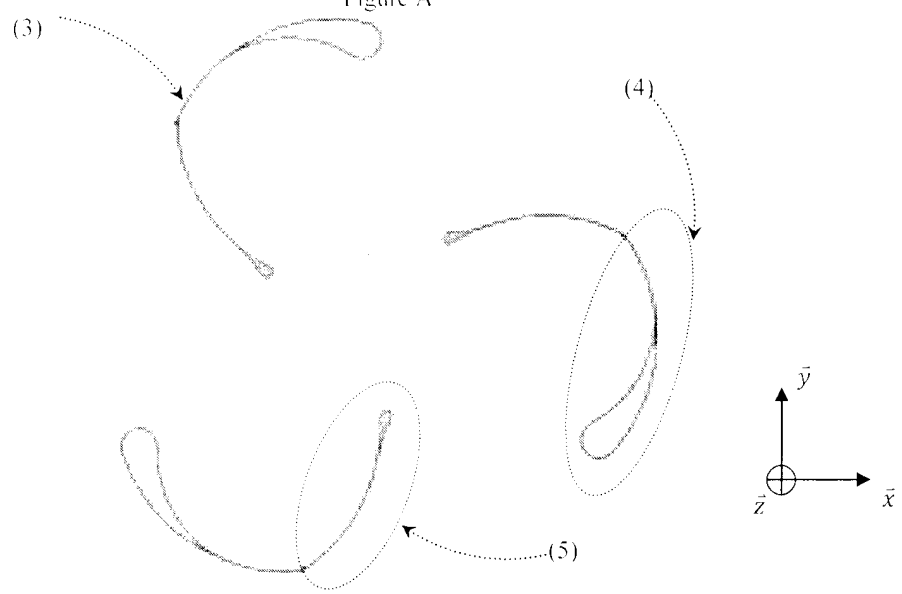
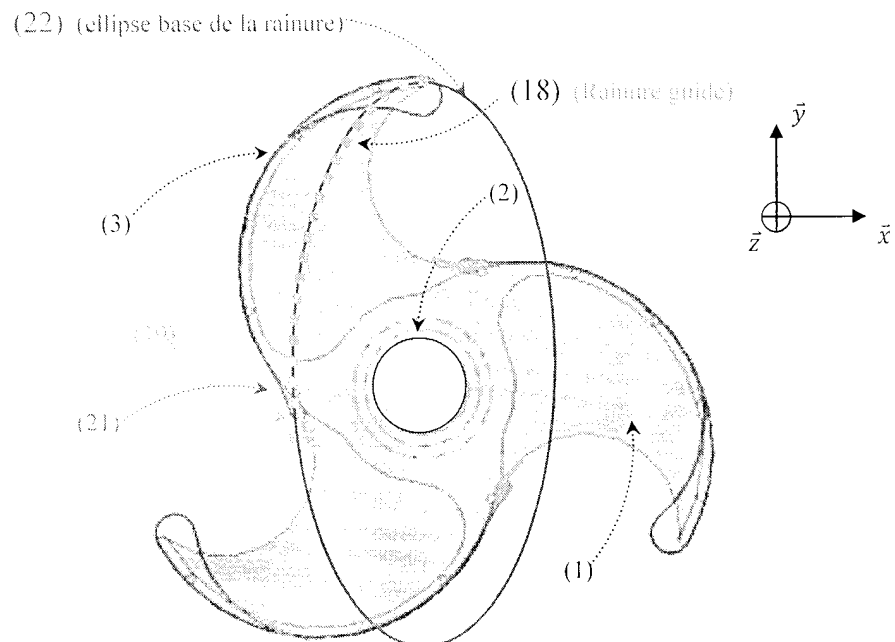
1
2
3
4
5
6
7
8
9
210
1
2
3
4
5
6
7
8
9
220

Donc l'avantage le plus important des turbines combinées (figure W) est au niveau du domaine de fonctionnement en vitesse, qui est plus large par rapport aux autres configurations.

Le dispositif présenté dans ce brevet représente un autre avantage par rapport aux autres configurations de turbine combinées (figure W), du fait que le processus de transformation assure une continuité au niveau de la récupération de la puissance (figure X).

Revendications :

1. Dispositif tournant, à axe vertical, combinant une configuration Savonius et une Darrieus transformable à pale composé pliable.
2. Dispositif de transformation d'écoulement de fluide (gazeux ou liquide), composé d'aubage transformable, exploitant les deux efforts aérodynamiques portance et trainée, contrôlé par un système exploitant l'effort centrifuge comme acteur de la transformation.
3. Dispositif selon la revendication (2), exploitant un système de guidage des aubes par rainure.
4. Dispositif selon les revendications (2) et /ou (3), avec un processus de transformation rotatif, d'un aubage composé et pliable.
5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, exploitant un système d'attache comme système de rappel et de régulation.
6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par la configuration géométrique présenté dans le descriptif, caractérisé par un aubage en matériau composite, plastique, ferrique ou autre matériau offrant des caractéristiques similaire a ceux décrit précédemment.



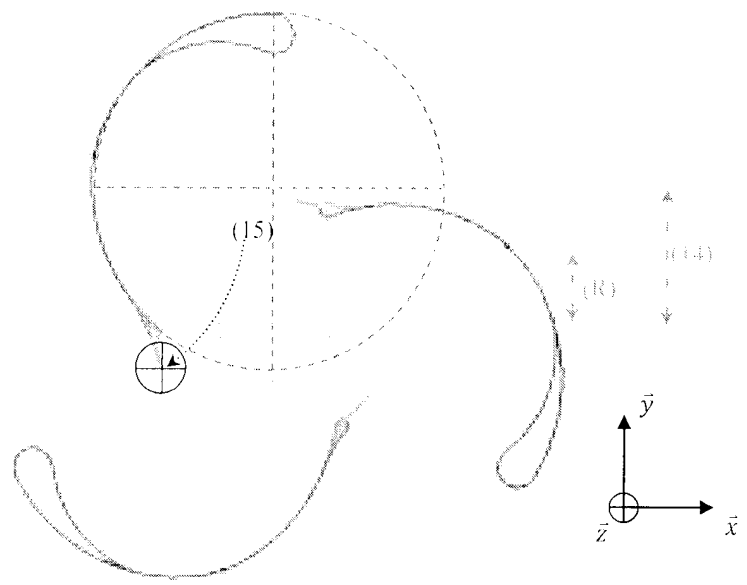


Figure C

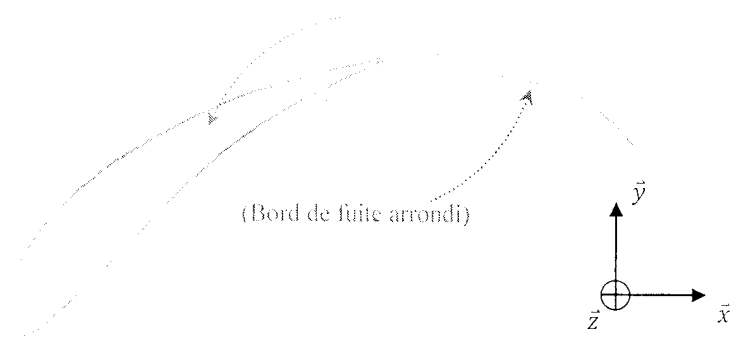


Figure D

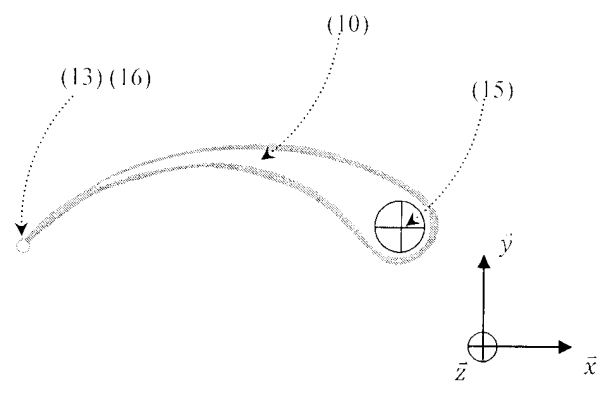


Figure G

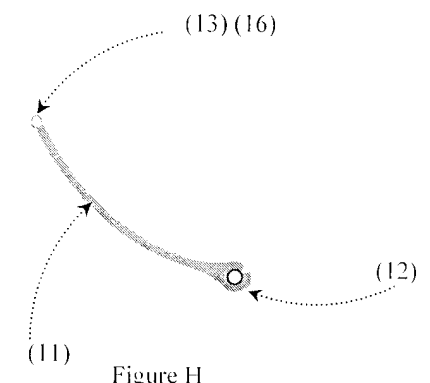
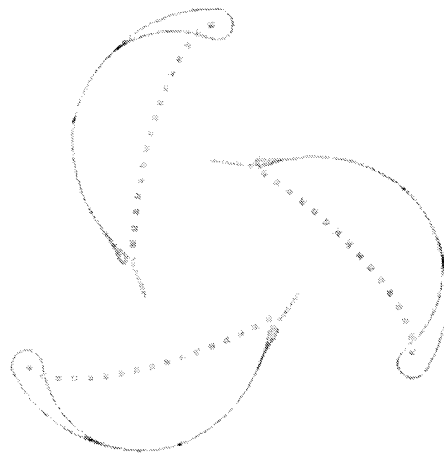


Figure H

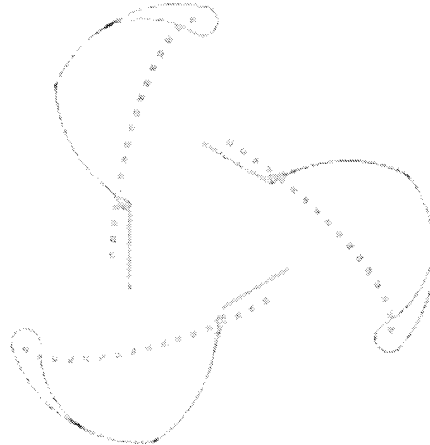


Savonius

V_1 ↗

ω_1 ↗

Figure I

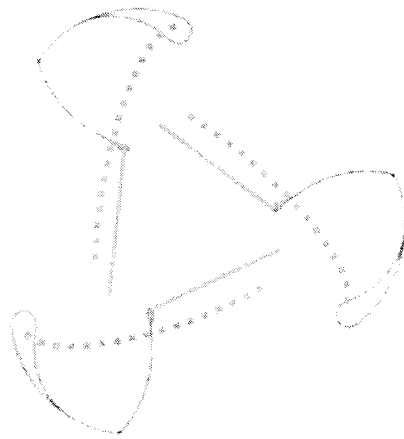


Transition I

V_2 ↙

ω_2 ↙

Figure J



Transition 2

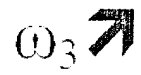
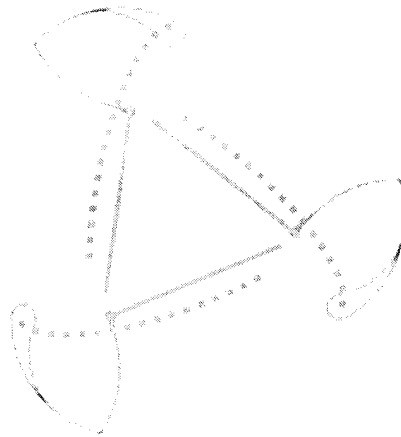


Figure K



Transition 3

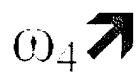
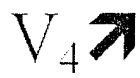
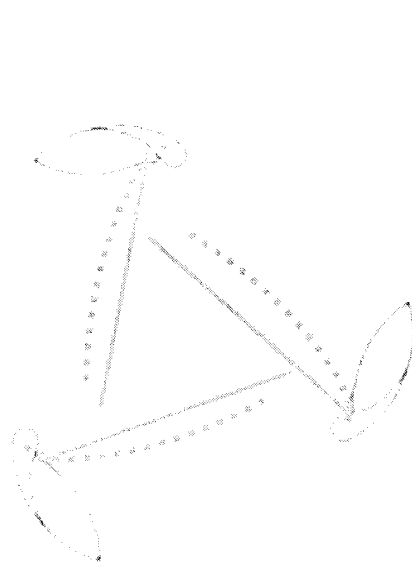


Figure L

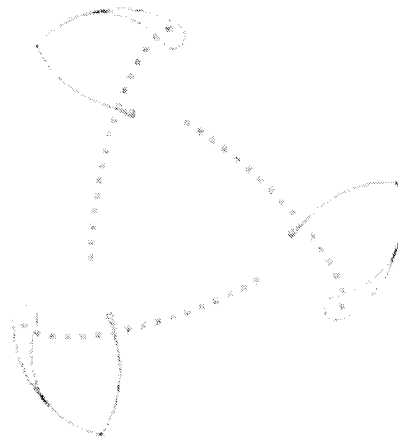


Darrieus

V_5 ↗

ω_5 ↗

Figure M



Transition 5

V_4 ↗

ω_4 ↗

Figure N

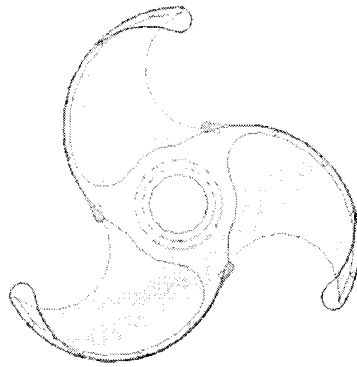


Figure O

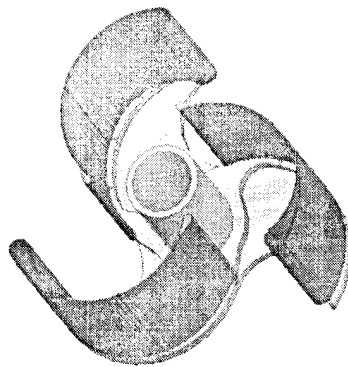


Figure P

Mode de fonctionnement Savonius

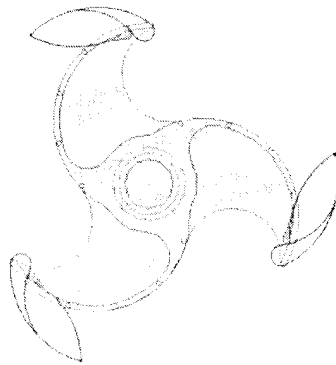


Figure Q

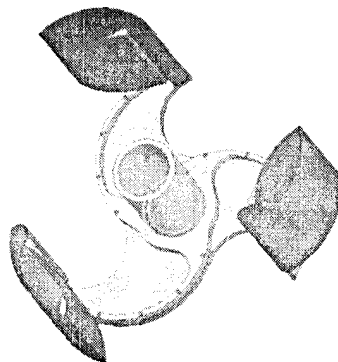


Figure R

Mode de fonctionnement Darrieus

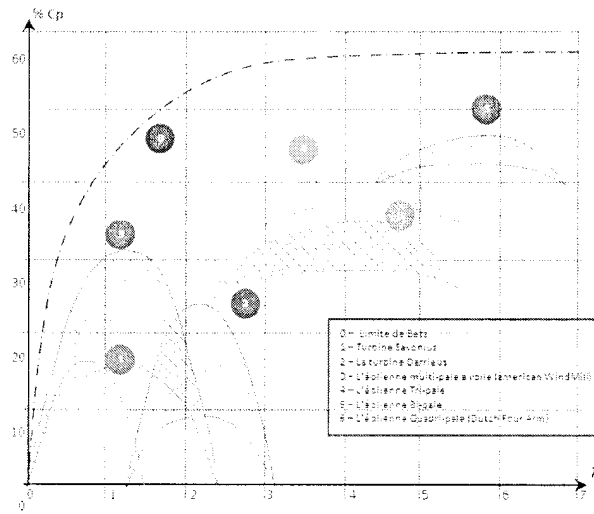
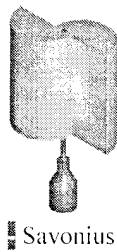
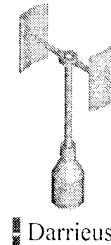
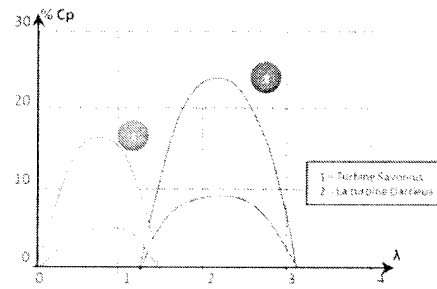


Figure S

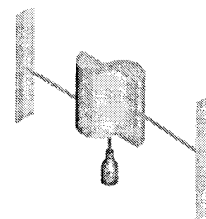
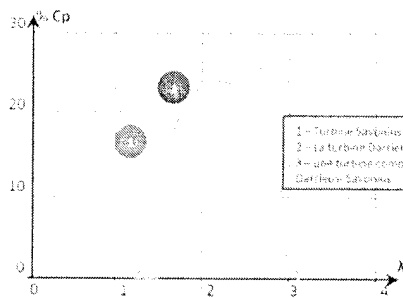


Savonius



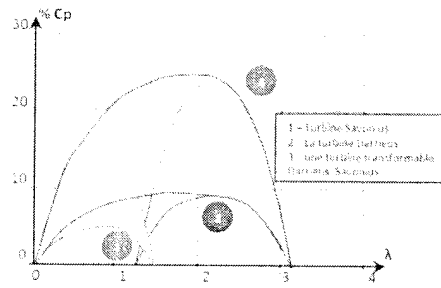
Darrieus

Figure V



Eolienne combinée

Figure W



Eolienne combinée transformable
Savonius
Darrieus

Figure X

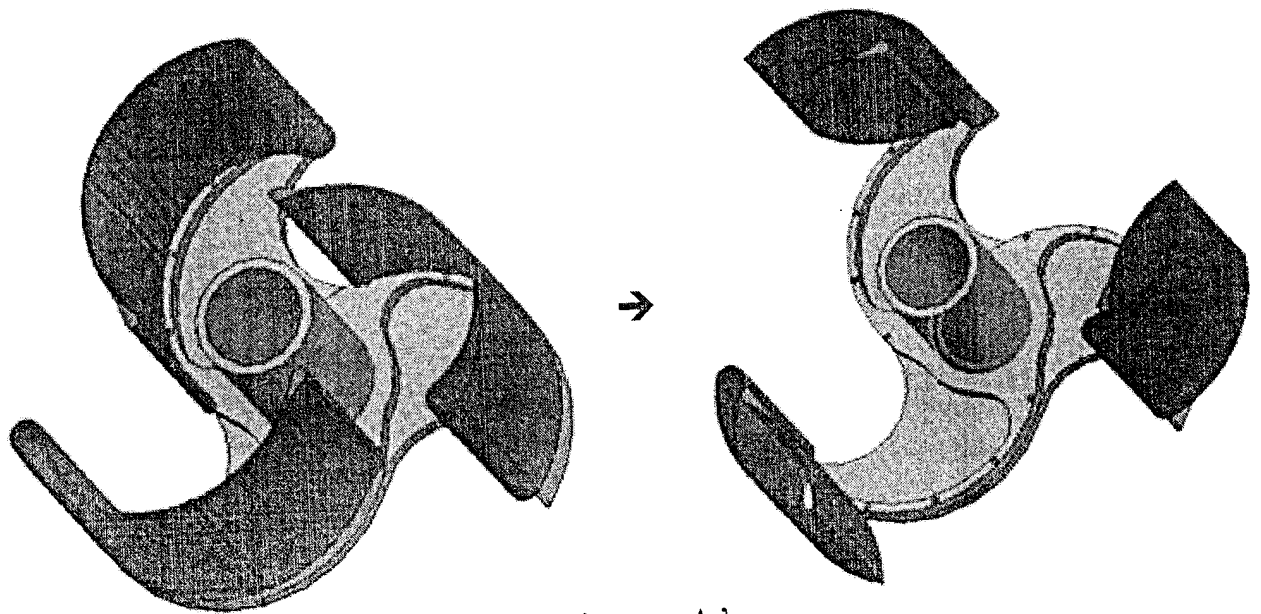


Figure A'