



STATOEOLIEN



GSE

PRESENTATION TECHNIQUE

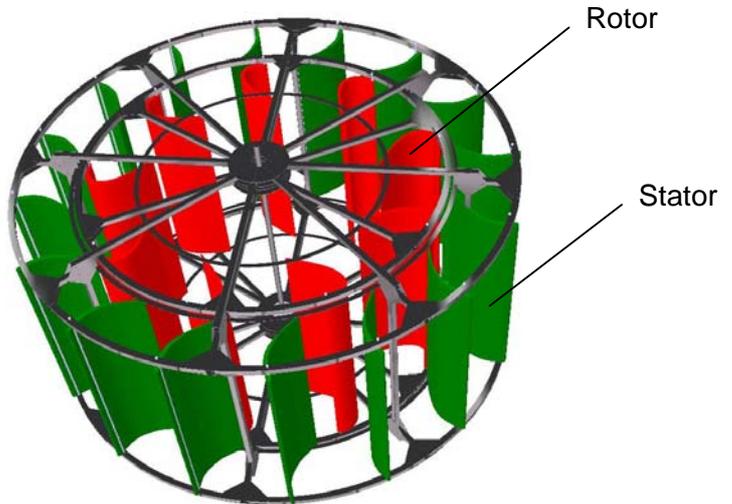
SOMMAIRE

Introduction	p.1
I/ Caractéristiques aérodynamiques	p.1
II/ Caractéristiques mécaniques	p.4
III/ Caractéristiques électriques	p.7
IV/ Gamme et fiches techniques	p.7

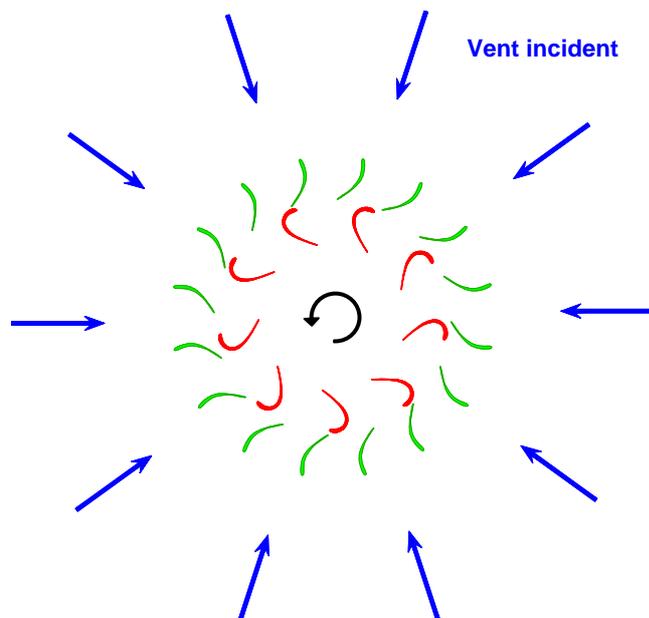


Introduction

Le STATOEOLIEN est une éolienne à axe vertical, constituée d'un stator fixe et d'un rotor mobile, destinée à être implantée en milieu urbain. Il offre la possibilité de produire de l'énergie renouvelable au cœur des villes tout en s'intégrant parfaitement esthétiquement et techniquement aux structures bâties. Il est adapté aux vents urbains à fort caractère turbulent, ainsi qu'aux contraintes architecturales modernes.



I/ Caractéristiques Aérodynamiques

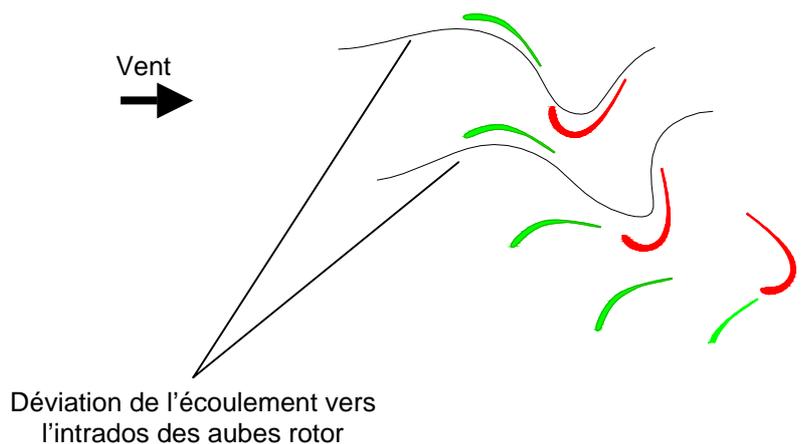


Le caractère axisymétrique du STATOEOLIEN lui permet d'être totalement indépendant vis-à-vis de la direction du vent. En effet, les ailettes fixes du stator et les aubes mobiles du rotor sont réparties de manière symétrique autour de l'axe vertical de la machine, ne favorisant ainsi aucune direction privilégiée de fonctionnement. Il en résulte un fonctionnement optimal quelle que soit la direction du vent, ce qui est particulièrement utile en milieu urbain, dans la mesure où les écoulements turbulents se manifestent par des changements fréquents de direction.

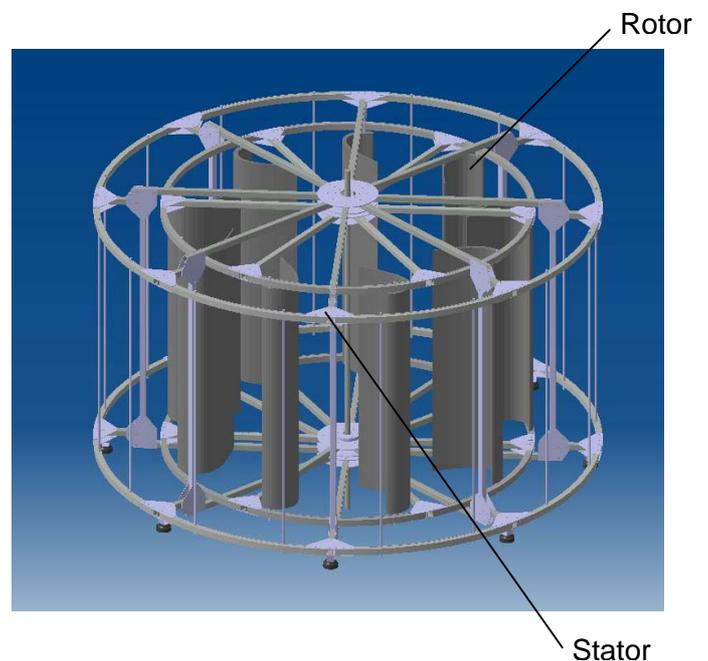
Principes du Stator :

L'utilisation d'un stator présente trois avantages principaux :

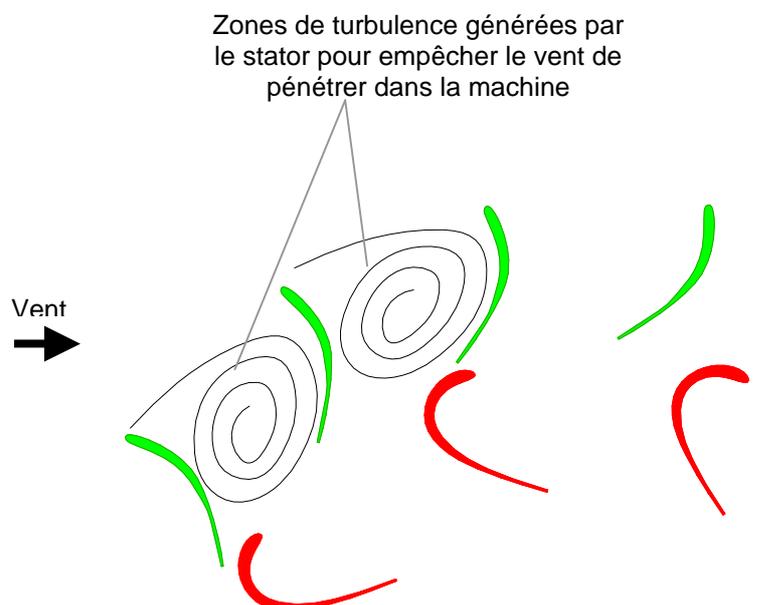
1/ Tout d'abord, le stator permet de canaliser de manière optimale l'écoulement de l'air sur l'intrados des aubes rotor, afin de générer le maximum de puissance.



2/ Le stator offre la possibilité d'intégrer à la machine une structure tubulaire rigide, ce qui permet au STATOEOLIEN de résister à des vents violents. Cette structure entoure le rotor et le maintient solidement, récupérant ainsi tous les efforts et les vibrations aérodynamiques qu'il génère (tourbillons au niveau des aubes, variation cyclique du couple appliqué à l'arbre...).

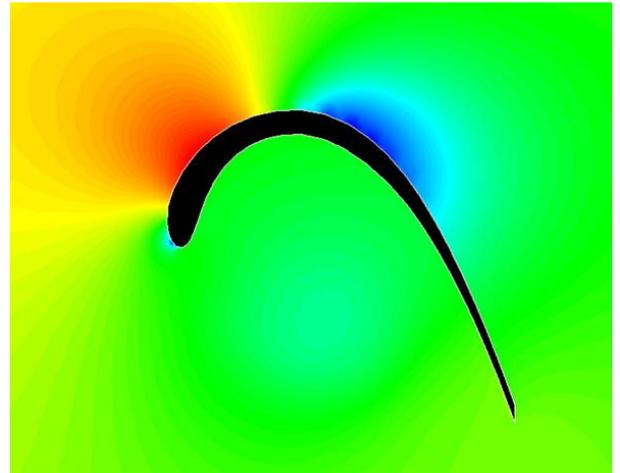


3/ Lorsque les aubes rotor présentent leur extrados au vent, elles génèrent un couple opposé au sens de rotation normal. Il en résulte une chute de puissance. C'est pourquoi le stator a été conçu pour générer au niveau de cette zone dite "frein" des turbulences qui vont empêcher le vent de pénétrer dans la machine et donc de la freiner.

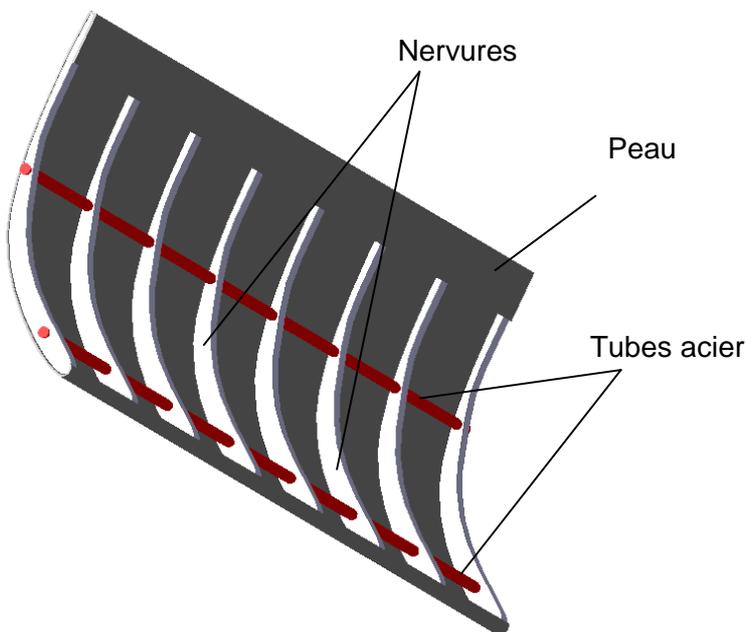


Aubes rotor et Ailettes stator

Les aubes du rotor ont été conçues de manière à générer le maximum de portance quelle que soit leur position par rapport au vent incident. Leur forme résulte d'études aérodynamiques complexes (modélisations numériques). Elles sont construites sur le même principe que les ailes des avions modernes (technique dite de "Nervures + Peau"), ce qui leur permet d'être légères et rigides à la fois.



Modélisation numérique d'une aube rotor



Technique de fabrication d'une ailette stator

Le système d'ancrage des ailettes comme des aubes permet un montage et un démontage particulièrement simples. Rendant ainsi plus facile non seulement l'installation mais également la maintenance au niveau des profils (contrôle, nettoyage, changement).

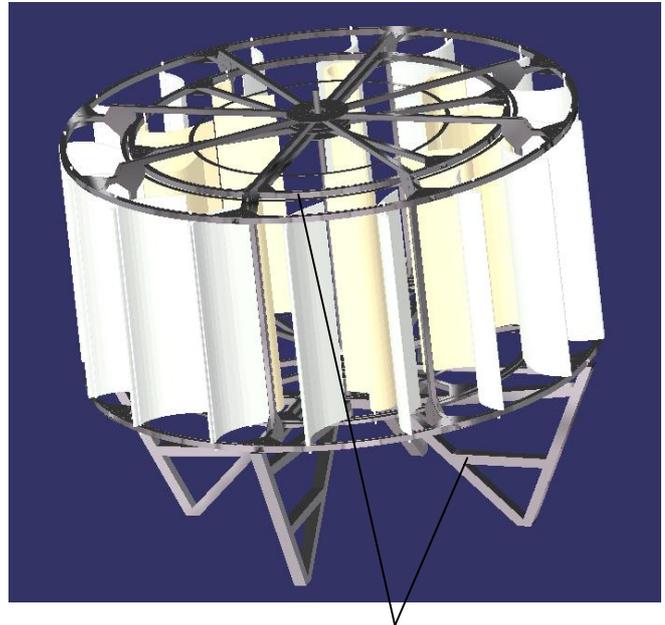
Récapitulatif des avantages aérodynamiques

Insensibilité à la direction du vent
Insensibilité à la force du vent

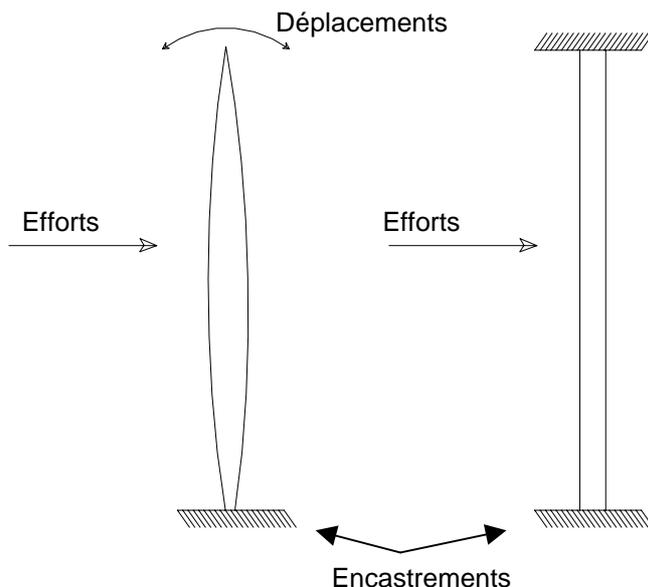
II/ Caractéristiques Mécaniques

Rigidité de la structure stator

La structure tubulaire du STATOEOLIEN lui permet de résister à des vents supérieurs à 220 km/h, tout en restant compacte et esthétique (absence de haubans ou de systèmes externes d'ancrage). Par ailleurs, les ailettes stator et les aubes rotor sont maintenues à leurs deux extrémités, ce qui élimine les problèmes de stabilité mécanique dus à un montage en porte-à-faux. En effet, la fixation d'un profil aérodynamique (aile d'avion ou pales d'éolienne à hélices par exemple) entraîne une instabilité mécanique, qui devient source de vibrations et de fatigue du matériau. Par ailleurs, le STATOEOLIEN ne nécessite pas l'utilisation d'un pylône lorsqu'il est implanté sur une construction : il s'installe directement sur la structure du toit. En revanche, un pylône peut devenir nécessaire lorsque aucune construction ne peut recevoir la machine (installations en milieux isolés, pompage d'eau...).



Tubes en acier peint (stator) et en aluminium (rotor)



Comparaison entre une structure en porte-à-faux (à gauche) et une structure maintenue à ses deux extrémités (à droite). La première est instable mécaniquement (vibrations, contraintes élevées au niveau de l'encastrement). En revanche, la seconde répartit aussi bien les efforts que les vibrations aux encastresments. Elle conduit à une stabilité maximale.

Légèreté du rotor

Le rotor est fabriqué en aluminium, de manière à réduire son poids, et ainsi de pouvoir moduler rapidement sa vitesse de rotation en fonction de la vitesse du vent.

Facilité d'intégration

L'aspect compact du STATOEOLIEN et sa forme cylindrique lui permettent de s'adapter à un grand nombre de configuration architecturales. Il s'intègre donc parfaitement aussi bien à des toits plans qu'à des charpentes inclinées.

Exemples
d'intégration du
STATOEOLIEN



Fonctionnement en couple et non pas en vitesse de rotation

Le STATOEOLIEN fonctionne en couple et non en vitesse de rotation, ce qui se traduit par une réduction de la vitesse linéaire des aubes rotor. Alors que la vitesse en bout de pales des éoliennes à hélices peut facilement atteindre 400 km/h, les aubes du STATOEOLIEN ne dépassent pas 85 km/h, ce qui élimine les vibrations et réduit considérablement les efforts centrifuges. Par ailleurs, de faibles vitesses de rotation offrent un niveau de sécurité amélioré (réduction du temps d'arrêt d'urgence).

Absorption des vibrations

Toute la structure tubulaire du STATOEOLIEN a été étudiée de manière à ne générer que très peu de vibrations dues au phénomène de résonance. En parallèle, le STATOEOLIEN est équipé de suspensions élastomères destinées à filtrer les vibrations qui pourraient être transmises au bâtiment (absorption des fréquences propres de la structure métallique). Il en résulte un niveau sonore en fonctionnement particulièrement faible, voire nul.

Sécurité et Maintenance réduite

Dans la mesure où le STATOEOLIEN est destiné à fonctionner en milieu urbain, il se doit d'être parfaitement conçu d'un point de vue sécurité. C'est pourquoi il est équipé de plusieurs dispositifs de sécurité : d'une part d'un dispositif de limitation de la vitesse de rotation pour des vents supérieurs à 150 km/h, et d'autre part d'un frein à disque électromécanique par manque de courant intégré au générateur, qui stoppe la machine en cas de panne de courant, de danger, ou de vibration anormale (capteur intégré). Il est utile de rappeler que le stator constitue lui-même un dispositif de sécurité puisqu'il réduit l'accès, de personnes comme d'objets, au rotor en mouvement. Enfin, des dispositifs anti-basculement équipent chaque point d'ancrage (4 au total) de la machine. Ces derniers éliminent les risques d'arrachement par basculement de la machine lors de tempêtes.

Par ailleurs, le STATOEOLIEN a été conçu de manière à réduire au maximum les opérations de maintenance. Ainsi, les roulements (palier auto-aligneur et roulement conique situés respectivement au sommet et à la base du rotor) sont garantis à vie, et leur vérification est réalisable très facilement grâce à un système de cage du roulement entièrement démontable. En ce qui concerne le multiplicateur, une vidange tous les 4 ans et un changement complet tous les 10 ans sont nécessaires. Quant à la chaîne électrotechnique (générateur, électronique de puissance), elle devra faire l'objet d'un contrôle annuel, de la même manière que l'éolienne entière. Ces opérations de maintenance seront facilitées par le fait que la machine n'est pas installée au sommet d'un pylône, mais placée sur un toit. De plus, elles seront réalisées dans des conditions de sécurité optimales,

Insensibilité aux agressions extérieures

Le stator est construit en acier peint, et le rotor en aluminium, ce qui élimine tout risque de corrosion prématurée ou de dégradation des propriétés mécaniques des composants de la machine suite aux agressions extérieures telles que les UV, le vent, la chaleur, ou encore les atmosphères salines. Il en résulte une fiabilité accrue et une diminution des opérations de maintenance. Quant à la chaîne électrotechnique, elle est dimensionnée selon la norme IP 54, qui la protège contre les projections d'eau et la poussière.

Récapitulatif des avantages mécaniques

Facilité d'intégration
Fiabilité élevée
Faible niveau sonore
Sécurité élevée
Maintenance réduite

III/ Caractéristiques Electriques

L'énergie mécanique produite par le STATOEOLIEN peut ensuite être :

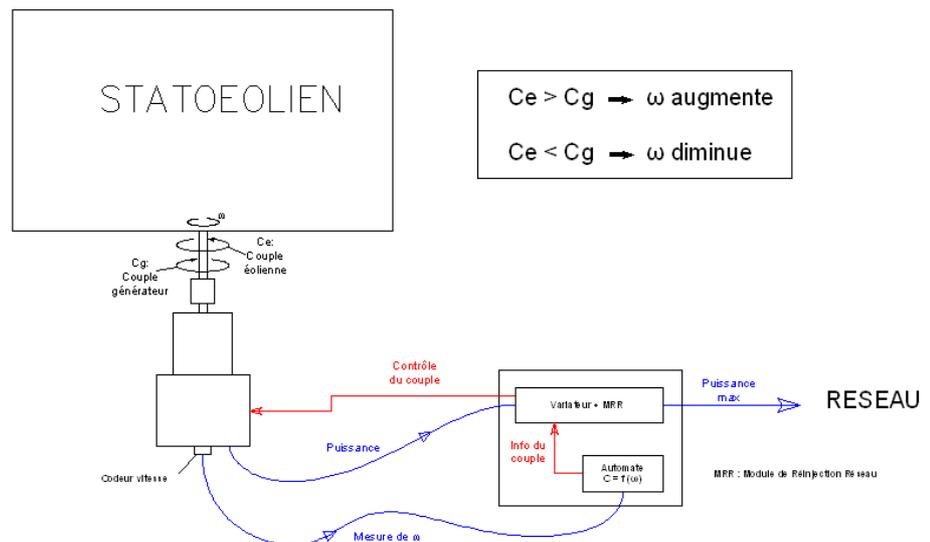
- soit convertie en courant continu, et charger des batteries,
- soit convertie en courant alternatif et alimenter le site d'installation,
- soit convertie en courant alternatif réinjecté sur le réseau national (EDF),
- soit directement utilisée pour réaliser du pompage d'eau,
- soit directement utilisée pour actionner une machine mécanique.

La partie électromécanique, à savoir le multiplicateur et le générateur, est intégrée à la structure du STATOEOLIEN. Elle est par ailleurs accompagnée d'un carter d'isolation phonique afin d'éliminer les nuisances sonores.

La chaîne électrotechnique du STATOEOLIEN est constituée :

- d'un multiplicateur
- d'un générateur, de type synchrone ou asynchrone selon modèle,
- d'un servo-variateur de fréquence, intégrant un automate et un bus continu,
- d'un module de réinjection réseau,
- de filtres réseau.

Le principe de régulation de puissance du STATOEOLIEN et de type "pilotage du couple", et est réalisé de manière électronique au niveau de l'automate intégré au variateur. Ce système de régulation permet au STATOEOLIEN de fonctionner au maximum de sa puissance sans avoir recours à l'installation d'un anémomètre.



IV/ Gamme et Fiches techniques

Gamme :

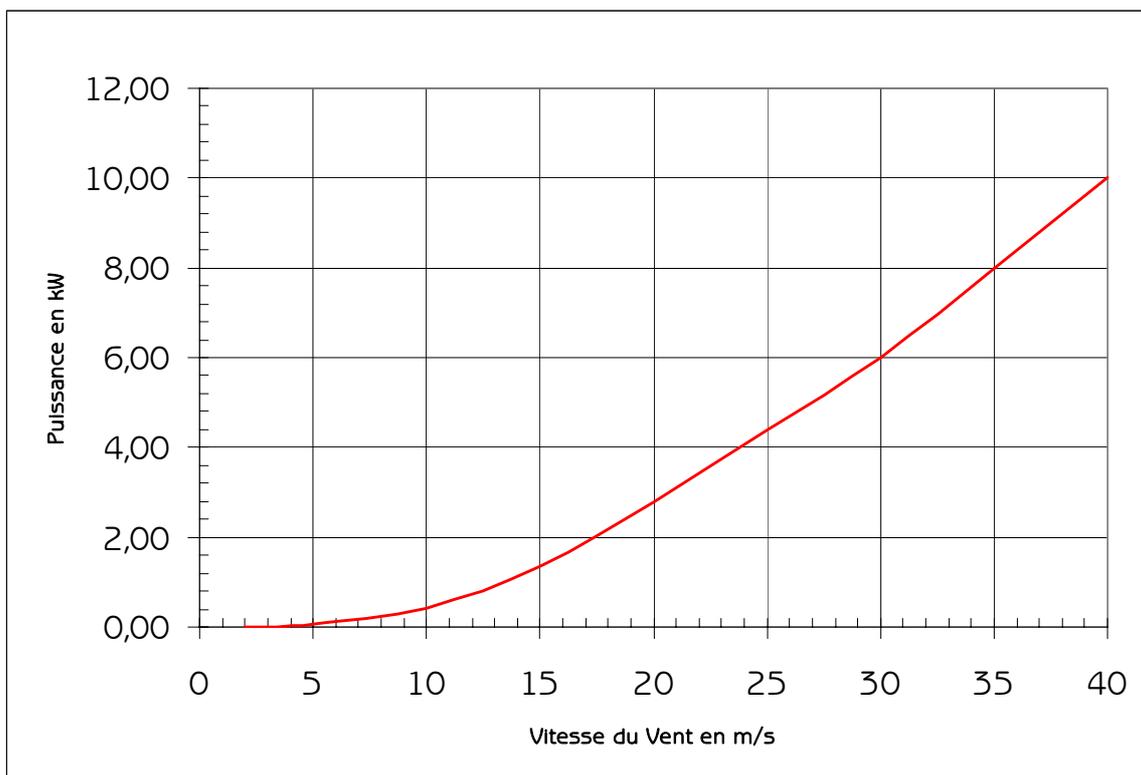
GUAL Industrie construit deux modèles : le GSE4 et le GSE 8, dont les fiches techniques sont présentées ci-après.

STATOEOLIEN GSE 4

Caractéristiques techniques :

Diamètre / Hauteur :	4m / 1,5 m
Vitesse de démarrage :	2 m/s (7 km/h)
Vitesse maximale :	60 m/s (216 km/h)
Puissance à 15 m/s (54 km/h) :	1,3 kW
Puissance à 25 m/s (90 km/h) :	4,4 kW
Puissance à 40 m/s (140 km/h) :	10 kW
Vitesse de rotation :	de 0 à 120 tours/min
Génératrice :	Synchrone à aimants permanents
Régulation de Puissance :	Pilotage électronique direct du couple
Masse :	Environ 800 kg
Maintenance :	Inspection annuelle
Garantie :	3 ans

Courbe de puissance



STATOEOLIEN GSE 8

Caractéristiques techniques :

Diamètre / Hauteur :	8 m / 3 m
Vitesse de démarrage :	2 m/s (7,2 km/h)
Vitesse maximale :	60 m/s (216 km/h)
Puissance à 15 m/s (54 km/h) :	6 kW
Puissance à 25 m/s (72 km/h) :	19.3 kW
Puissance à 40 m/s (144 km/h) :	36 kW
Vitesse de rotation :	de 0 à 60 tours/min
Génératrice triphasée :	Asynchrone à cage d'écureuil
Régulation de Puissance :	Pilotage électronique direct du couple
Masse :	Environ 2 500 kg
Maintenance :	Inspection annuelle
Garantie :	3 ans

Courbe de puissance

