

THÈSE

En vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences

Présenté par : BELABES Belkacem

Intitulé

Simulation numérique de l'écoulement turbulent autour d'un obstacle en vue de la caractérisation du gisement éolien

Faculté : Génie mécanique

Département : Génie mécanique

Spécialité : Génie mécanique

Option : Energétique

Devant le Jury Composé de :

<i>Membres de Jury</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Domiciliation</i>
<i>BOUZIT Mohammed</i>	Professeur	<i>Président</i>	<i>USTO Oran</i>
<i>YOUCEFI Abdelkader</i>	Professeur	<i>Encadrant</i>	<i>USTO Oran</i>
<i>GUERRI Ouahiba</i>	Directeur de recherche	<i>Co-Encadrant</i>	<i>CDER Alger</i>
<i>AOUNALLAH Mohammed</i>	Professeur		<i>USTO Oran</i>
<i>DELLIL Ahmed Zineddine</i>	Professeur	<i>Examineurs</i>	<i>Univ. Senia, Oran</i>
<i>DIAF Said</i>	Maitre de Recherche A		<i>CDER Alger</i>

Année Universitaire : 2016/2017

Résumé :

Cette thèse présente une étude à caractère purement numérique basé sur un code commercial résolvant les équations de Navier-Stokes et l'équation de l'énergie moyennant la méthode des volumes finis. Les travaux de recherches ont été focalisés sur l'analyse du coefficient de puissance (C_p) d'une turbine éolienne de type Savonius, cette dernière est reconnue par son faible coefficient de puissance C_p par rapport à d'autres types de turbines éoliennes. Le présent travail de thèse consiste en l'analyse numérique par (Computation Fluid Dynamic CFD) de l'écoulement du vent autour d'une turbine Savonius.

Nous avons mis au point une méthodologie qui permet d'améliorer de manière significative la valeur de son coefficient de puissance C_p . Un paramètre fondamental pour l'étude de la rentabilité des applications éoliennes dans un site donne. Ainsi les principaux objectifs de recherche ont porté sur les points suivants :

- Simulation numérique de l'écoulement autour d'obstacle : Turbine éolien de type Savonius.
- Évaluation du potentiel de l'énergie éolienne et l'estimation des coûts en utilisant des turbines d'énergie éolienne pour la production d'électricité dans le nord de l'Algérie.

Les résultats que nous avons obtenus montrent que le Coefficient de puissance C_p augmente de 0,17 à 0,44 pour une Savonius conventionnel, lorsqu'une rangée de ces turbines est placée perpendiculairement à la direction du vent. La meilleure configuration que nous avons obtenue dans cette étude augmente le coefficient de puissance de chaque éolienne Savonius de 82% par rapport à une seule turbine.

En outre, l'évaluation économique a également été estimée en utilisant la méthode du coût de la valeur actuelle (PVC). Les résultats ont montré que le coût moyen minimum par kW h a été obtenu à Tiaret par 0,0342 \$ US / kW h avec Vestas V80 / 2 MW alors que le coût moyen le plus élevé est 0,2105 \$US / kW h avec un Bonus de 1,0 MW / 54 à Tlemcen. Le coût le plus élevé dans chaque emplacement a été obtenu avec la turbine à énergie éolienne moyenne (AN Bonus 1,0 MW / 54).

Mots-clés : Turbine éolienne Savonius, 3D CFD, Model de Turbulence, Coefficient de puissance, WAsP, Coût du Valeur Actuelle (PVC).

Abstract:

This thesis presents a purely digital character study based on a commercial code solving the Navies-Stokes and energy equation through the finite volume method. The research work was focused on the analysis of the power coefficient (C_p) of a wind turbine Savonius type. It is recognized by its low power coefficient C_p compared to other types of wind turbines. The present thesis consists of numerical analysis by (Computation Fluid Dynamic CFD) of the wind flow around a Savonius turbine.

We have developed a methodology to improve significantly the value of the power coefficient C_p . A fundamental parameter for the study of the profitability of wind turbine applications in a given site. Therefore, the main research objectives focused on the following points:

- Numerical simulation of the flow around obstacle: Savonius type wind turbine.
- Evaluation of the potential of wind energy and cost estimates using wind power turbines for electricity production in northern Algeria.

The results we obtained show that the power coefficient C_p increases from 0.17 to 0.44 for a conventional Savonius, when a row of these turbines is placed perpendicular to the wind direction. The best configuration that we obtained in this study increases the power coefficient of each Savonius wind of 82% compared to a single turbine.

In addition, the economic evaluation was also estimated using the cost of the present value method (PVC). The results showed that the minimum average cost per kW h was obtained by Tiaret 0.0342 \$US/kWh with Vestas V80/2MW while the highest average cost is 0.2105 \$US/kWh with a bonus 1.0 MW / 54 in Tlemcen. The highest cost in each location was obtained with the medium wind turbine (AN Bonus 1.0 MW / 54).

Keywords: Savonius Wind Turbine, 3D CFD, Turbulence Model, Power Coefficient, WASP, Present Value Cost (PVC).

ملخص:

تقدم هذه الأطروحة دراسة رقمية بحتة على أساس البرنامج التجاري لحل معادلات نافبي ستوكس ومعادلة الطاقة من خلال أسلوب حجم محدود. وقد تركز عمل الأبحاث على تحليل معامل طاقة من نوع توربينات الرياح صافونيس. ومعترف بها من قبل معامل القدرة المنخفض مقارنة مع أنواع أخرى من توربينات الرياح. تتكون هذه الأطروحة من التحليل العددي لتدفق الرياح حول توربينات الرياح صافونيس من قبل (حساب السائل الحيوي) لقد قمنا بتطوير منهجية التي تسمح لتحسين كبير في قيمة معامل الطاقة. وقد ركزت المعاملات الأساسية لدراسة مدى ربحية تطبيقات طاقة الرياح في موقع معين وأهداف البحث الرئيسية على النقاط التالية:

- المحاكاة العددية لتدفق الرياح في جميع أنحاء العقبة من نوع توربينات الرياح.
- تقييم إمكانات تقديرات طاقة الرياح والتكلفة باستخدام توربينات طاقة الرياح لإنتاج الكهرباء في شمال الجزائر.

وأظهرت النتائج التي حصلنا عليها أن معامل الطاقة قد زاد من 0.17 إلى 0.44 لتربينة الرياح صافونيس التقليدية، عندما يتم وضع صف من هذه التوربينات عمودي على اتجاه الرياح. أفضل التهيئة التي حصلنا عليها في هذه الدراسة يزيد من معامل قوة كل تربينة الرياح صافونيس على حدي من 82٪ مقارنة مع توربينة واحدة معزولة. وبالإضافة إلى ذلك، قد تم التقييم الاقتصادي أيضا باستخدام طريقة: تكلفة القيمة الحالية. وأظهرت النتائج أن متوسط الحد الأدنى من التكلفة لكل كيلو واط ساعي، تم الحصول عليها في منطقة تيارت ب: 0،0342 دولار امريكي / كيلوواط ساعي عن طريق تربينة الرياح فيستاس ف80 / 2 ميغاواط في حين أن أعلى متوسط التكلفة تحصلنا عليه في تلمسان ب: 0،2105 دولار امريكي / كيلوواط ساعة ن طريق تربينة الرياح بونيس 54/1.0 ميغاواط.

الكلمات المفتاحية: التربينة الرياح صافونيس التقليدية، الحاسوبية ديناميكية السوائل ثلاثية الأبعاد، نموذج من الاضطراب، معامل الطاقة، واسب، تكلفة القيمة الحالية (بفس) .