

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

En vue de l'obtention du **DOCTORAT EN SCIENCES**

Le Doyen de la Faculté des Sciences de Tétouan annonce que

Madame **AMAHJOUR Narjisse** soutiendra une thèse intitulée

Modélisation CFD des effets de la topographie de site sur le potentiel d'énergie éolienne

Discipline : PHYSIQUE

Spécialité : Electronique et Automatique

A la Salle des soutenances, Faculté des Sciences de Tétouan

Le Samedi 14 décembre 2019 à 13h

Devant le jury composé de:

Pr. Lahlaoui Mohamed Lhassan	Faculté des Sciences - Tétouan	Président
Pr. Ajdour Mounia	Faculté des Sciences et Techniques- Tanger	Rapporteuse
Pr. Bezzazi Mohammed	Faculté des Sciences et Techniques - Tanger	Rapporteur
Pr. Faize Ahmed	Faculté Polydisciplinaire de Nador	Rapporteur
Pr. Djebli Abdelouahed	Faculté des Sciences - Tétouan	Examineur
Pr. Khamlichi Abdellatif	Ecole Nationale des sciences Appliquées - Tétouan	Directeur

Thèse préparé au sein des structures de Recherche :
Laboratoire Systèmes de Communication et Détection-UAE/E29FS

Résumé

Construire un parc éolien dans un site où la topographie du terrain est complexe constitue une solution permettant de libérer les champs agricoles en éloignant les éoliennes des infrastructures de circulation. Cependant la couche limite atmosphérique (CLA) est affectée par la topographie accidentée qui engendre accélérations, turbulences et zones de recirculation susceptibles d'accroître de manière bénéfique la vitesse du vent ou de dégrader de manière nocive la qualité du gisement éolien par l'augmentation de l'intensité de la turbulence et même l'inversement du sens de la vitesse du vent.

L'étude de l'écoulement d'air dans la CLA lorsque la surface du terrain naturel présente une géométrie avec courbures sert à améliorer la connaissance des phénomènes qui se produisent afin de quantifier leurs effets sur le gisement éolien. Cette étude peut être menée sur terrain grandeur nature, sur modèle réduit dans une soufflerie ou via la simulation numérique dans le contexte de la mécanique des fluides numérique appelée en anglais CFD (Computational Fluid Dynamics). La CFD utilise plusieurs degrés d'approximations qui sont en général le résultat d'un compromis en termes de besoins de représentation physique par rapport aux ressources de calcul ou de modélisation disponibles. Les équations résolues pouvant ainsi être les équations d'Euler, les équations de Navier-Stokes, les équations de Navier-Stokes moyennées selon l'approche de Reynolds appelée en anglais RANS (Reynolds-Averaged Navier-Stokes) ou les équations de Navier-Stokes avec filtrage des petites échelles qui sont modélisées et calcul direct des grandes échelles de la cascade turbulente, approche dite de la simulation des grandes structures de la turbulence appelée en anglais LES (Large-Eddy Simulation).

Dans le cadre des travaux de recherche réalisés dans cette thèse de doctorat, nous avons effectué la simulation CFD de la CLA se trouvant au-dessus d'un terrain formé de collines sous des conditions de stratification neutre. L'objectif étant d'évaluer le profil de la vitesse du vent sur une hauteur suffisante afin d'estimer la puissance éolienne pouvant être captée par un aérogénérateur. Nous avons utilisé le logiciel Comsol Multiphysics qui est développé à base de la méthode des éléments finis dans le cas de plusieurs modélisations de l'écoulement fluide qui comprennent l'approche RANS et LES. Nous avons analysé, par comparaison avec des résultats expérimentaux, la capacité des divers modèles de fermeture introduits dans le contexte de l'approche RANS à rendre compte des détails de l'écoulement d'air quant à la capture du profil vertical de la vitesse du vent à différents endroits du site. Nous avons comparé quatre types de modèles de turbulences qui sont à une équation ou à deux équations de fermeture. Nous nous sommes intéressés à la problématique du traitement des zones près de la paroi, à l'existence de l'homogénéité horizontale de l'écoulement afin d'atteindre un profil en équilibre de la couche de surface neutre et au choix des constantes de fermeture les plus appropriés aux niveaux de la turbulence atmosphérique. Pour cela, nous avons greffé des modifications dans le logiciel à travers son menu d'utilisateur EDU afin d'assurer la compatibilité de la condition d'entrée au domaine de la CLA et pour prendre en compte les effets de la rugosité du terrain.

La performance de la simulation a été testée à l'aide des expériences de soufflerie RUSHIL 2D et

en utilisant la base des données du projet européen ERCOFTAC. Nous avons aussi considéré les essais réalisés dans un parc éolien italien consistant en un terrain avec colline dans le cadre du projet dénommé CRIACIV BLWT.

Mots clés : Couche limite atmosphérique neutre, terrain complexe, colline, RANS, modèles de turbulence, traitement de paroi, homogénéité, élément finis, potentiel éolien.