

Investigation Numérique de L'Effet du Volet de Gurney sur un Profil Aérodynamique DU 96-W180

MEKAHLIA Alaeddine *, MDOUKI Ramzi **, GOUCEM Mahdi***

* Département de Génie Mécanique, LR3MI, Faculté des Sciences de L'Ingénierat, Université Badji Mokhtar Annaba BP 12,23000 Annaba, Algérie

** Laboratoire Energétique et Turbomachines, LET, Route de Constantine, 12002, Tébessa

*** Laboratoire aéronautique et systèmes de propulsion, Université D'USTO-ORAN, Algérie

E-mail: alaedinm@hotmail.fr

Résumer

Dans ce travail on a étudié l'effet d'un contrôle passif qui est représenté par le volet de Gurney sur le décollement de la couche limite pour un profil aérodynamique de type DU 96-W 180. Pour cela et à l'aide du logiciel Ansys fluent une étude numérique bidimensionnelle a été faite. L'étude est divisée en deux parties essentielles, dans la première on s'intéresse à étudier l'effet de la longueur du volet de Gurney sur les performances aérodynamiques. Par ailleurs, dans la deuxième on a déterminé l'angle optimale. Les résultats montrent l'effet positif de la technique étudié sur la réduction du décollement et l'optimisation des performances aérodynamiques. Ils montrent aussi que cette technique mène a augmenté les pertes totales et que le meilleur angle d'inclinaison du volet de Gurney est de 10°.

Mots clés : Ansys Fluent, contrôle passive, bidimensionnelle, volet de Gurney, simulation numérique

I. Introduction

L'énergie est la base de toute activité domestique et industrielle. Avec la croissance démographique, la quantité d'énergie nécessaire pour satisfaire les besoins des sociétés augmente tous les jours. En parallèle, la disponibilité des sources d'énergie non renouvelable, particulièrement le pétrole, diminue. De ce fait, et afin d'éviter une probable crise d'énergie, il y a un accord général pour contrôler la quantité d'énergie nécessaire et, dans la mesure du possible, utiliser des sources d'énergie renouvelable. [1].

L'énergie éolienne devient un contributeur important aux systèmes mondiaux de production d'énergie électrique et c'est la source d'énergie à la croissance la plus rapide dans le monde aujourd'hui. L'énergie éolienne est devenue non seulement l'énergie renouvelable de choix, mais également l'option la moins chère pour les nouvelles centrales électriques installées. Des milliers d'éoliennes sont installées chaque année dans le monde et alimentent en électricité les réseaux électriques locaux [2].

Bien que l'apport de cette technologie soit considérable, les chercheurs restent toujours attentifs à l'optimisation et l'introduction de nouvelles méthodes pour assurer plus d'efficacité. Et comme il est connu le problème du décollement de la couche limite sur la pale de l'éolienne affecte l'efficacité de cette dernière. Pour cela plusieurs techniques sont été utilisé pour contrôler ce décollement. Parmi ces techniques on trouve le contrôle passif qui ne nécessite pas une énergie fournie. Il y a différents types de contrôle passif. Entre ces types, on trouve le volet de Gurney (V.G) qui est une courte plaque fine placée le long du bord de fuite, perpendiculairement à l'intrados. Son objectif principal est d'augmenter la force de la portance [3]. Dans ce cadre plusieurs étude se sont intéressé à étudier l'effet du V.G sur le décollement de la couche limite, **Ramzi MDOUKI et al** [4] ont étudié numériquement l'effet du V.G sur les performances aérodynamiques d'une cascade de compresseur axial. Les résultats montrent que l'utilisation du V.G mène à améliorer l'attachement de la couche limite ; par ailleurs le V.G augmente les pertes totales. L'étude montre aussi que le meilleur emplacement du V.G est dans le bord de fuite perpendiculaire à la corde avec une longueur de 2% de la corde. Par ailleurs **Iñigo Aramendia et al** [5] ont étudié numériquement l'effet du V.G sur un profil aérodynamique d'une éolienne (DU91-W250) dans le but de contrôler l'écoulement autour du profil et trouver la meilleure hauteur du V.G pour différents angles d'attaque. Les résultats montrent que pour les valeurs négatives des angles d'inclinaisons la meilleure hauteur est de 0.25 % de la corde et de 0.75 % pour les valeurs positives. Autres chercheurs ont étudié la technique du V.G expérimentalement. **Mark D. Maughmer et Götz Bramesfeld** [6] ont étudié expérimentalement l'effet de la technique du V.G sur un profil aérodynamique (S903). Les résultats de cette étude montrent que l'utilisation du V.G mène a augmenté la force de portance a 30 % par rapport au cas de référence, ou, la meilleure position du V.G est au bord de fuite à l'intrados avec une longueur de 2 % de la corde.

Ce papier est consacré à une étude numérique bidimensionnelle de l'effet de la V.G sur le décollement de la couche limite sur un profil aérodynamique (DU 96). Pour cela plusieurs hauteurs du VG et angles d'inclinaison ont été testé ; et avant cela une validation du modèle numérique a été faite avec des résultats expérimentaux obtenus à partir de la bibliographie.

II. Configuration du problème :

La figure 1 (a) représenter la géométrie du champ de calcul qui se divise en deux parties essentielles, la première est l'entrée avec la condition au limite « *velocity inlet* » et la sortie avec la condition « *pressor outlet* ». Par ailleurs pour discrétiser ce domaine on a utilisé un maillage structuré de type C raffiné au voisinage du profil pour détecter les forts gradients de vitesse et de pression. La figure 1 (b) montre le maillage.

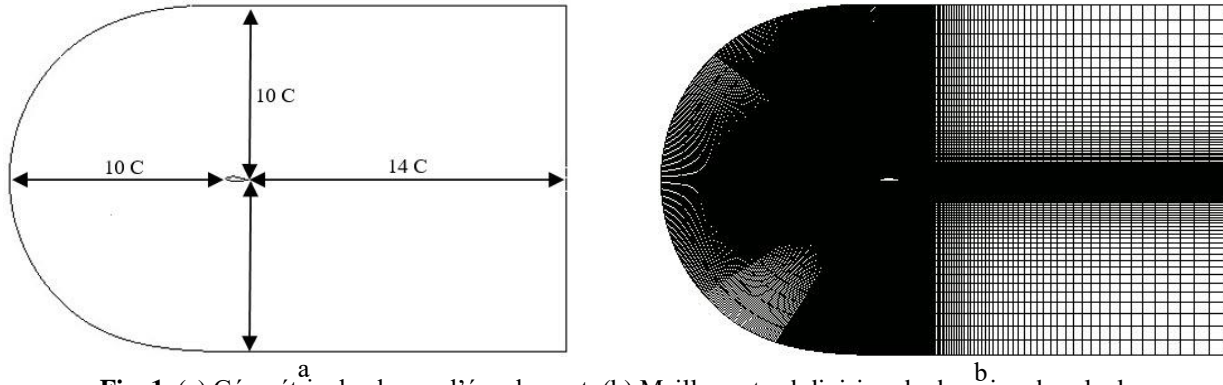


Fig. 1. (a) Géométrie du champ d'écoulement. (b) Maillage et subdivision du domaine de calcul.

III. Résultats :

1. Validation :

Pour valider les résultats obtenus par la simulation numérique on a comparé les résultats sans contrôle avec les résultats de W. Devenport et al [7]. La comparaison a été faite pour les deux angles d'attaque 3.9 et 9.19 pour un nombre de Reynolds égale a1540000.

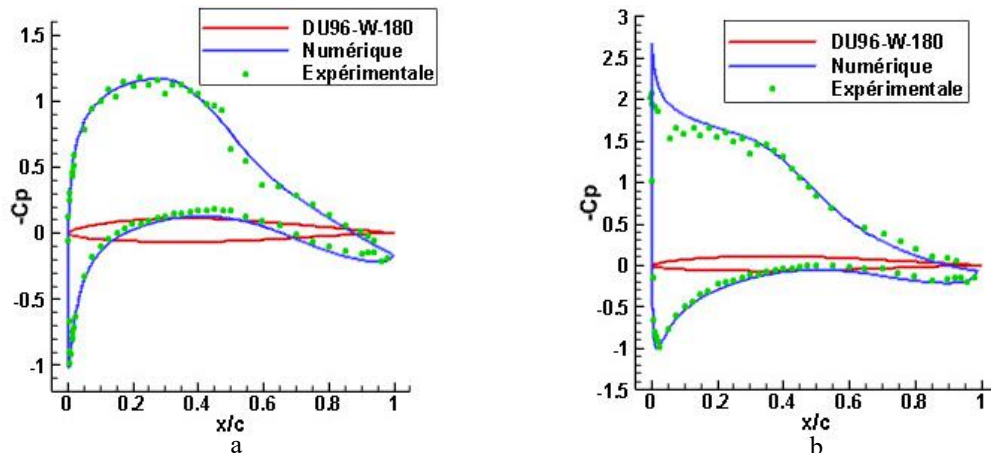


Fig. 2. Distribution de pression statique sur la surface d'aube. (a) $\alpha=3.9$, (b) $\alpha=9.19$.

D'après la confrontation des résultats numériques et des données expérimentales on constate une bonne adéquation.

2. Comparaison entre les cas avec et sans contrôle :

2.1. L'effet de la hauteur du V.G :

A partir de la figure 3 qui représente les lignes de courant pour les deux cas sans et avec contrôle, on remarque l'effet positif du V.G sur la réduction du décollement. Aussi la figure 4 qui représente le coefficient de la portance pour différentes hauteurs du V.G montre l'effet positif du V.G. D'autre part, et malgré l'effet positif du V.G cette dernière augmente les pertes totales par rapport au cas sans contrôle comme montré dans la figure 5 qui représente le coefficient des perte totale $\omega = 2(p_{t1} - p_t)/\rho W^2$ pour différente hauteur du V.G.

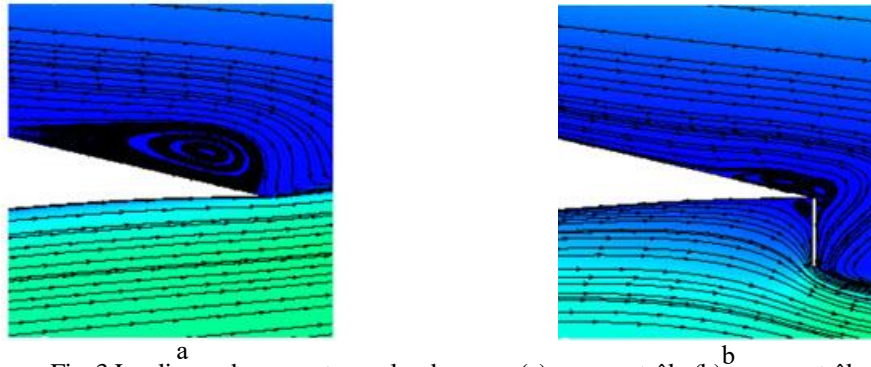


Fig. 3 Les lignes de courant pour les deux cas (a) sans contrôle (b) avec contrôle.

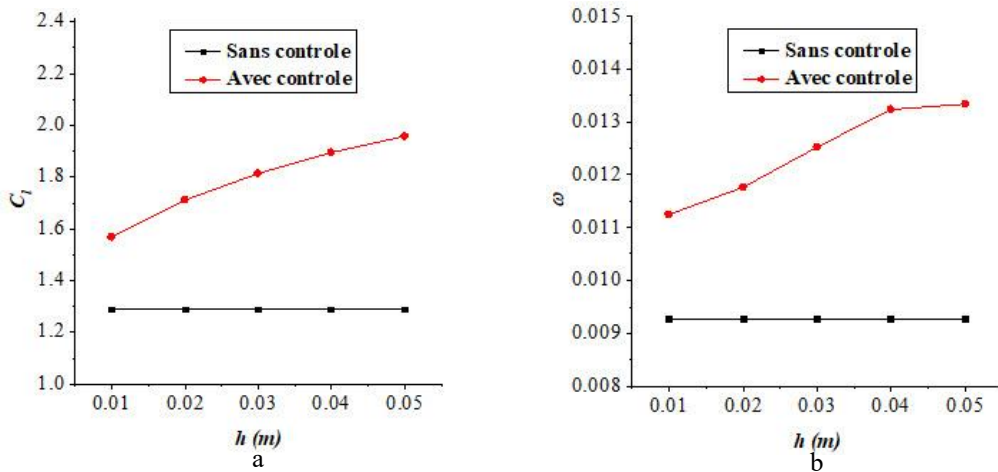


Fig. 4. (a) Le coefficient de portance pour différentes hauteurs du V.G. (b) Le coefficient des pertes totales pour différentes hauteurs du V.G

2.2. L'effet de l'angle de l'inclinaison du V.G :

Pour étudier l'effet de l'angle d'inclinaison du V.G nous avons teste plusieurs angles -20° , -10° , 10° et 20° pour le cas où la hauteur est égale à 0.02 m.

A partir de la figure 5 qui représente les lignes de courant pour les différents angles d'inclinaison du V.G on remarque que le V.G donne une bonne réduction du décollement pour tous les angles d'inclinaison. Par ailleurs dans la figure 6 qui représente le coefficient de portance pour les différents angles du V.G on remarque que le meilleur angle d'inclinaison est égale à 10° .

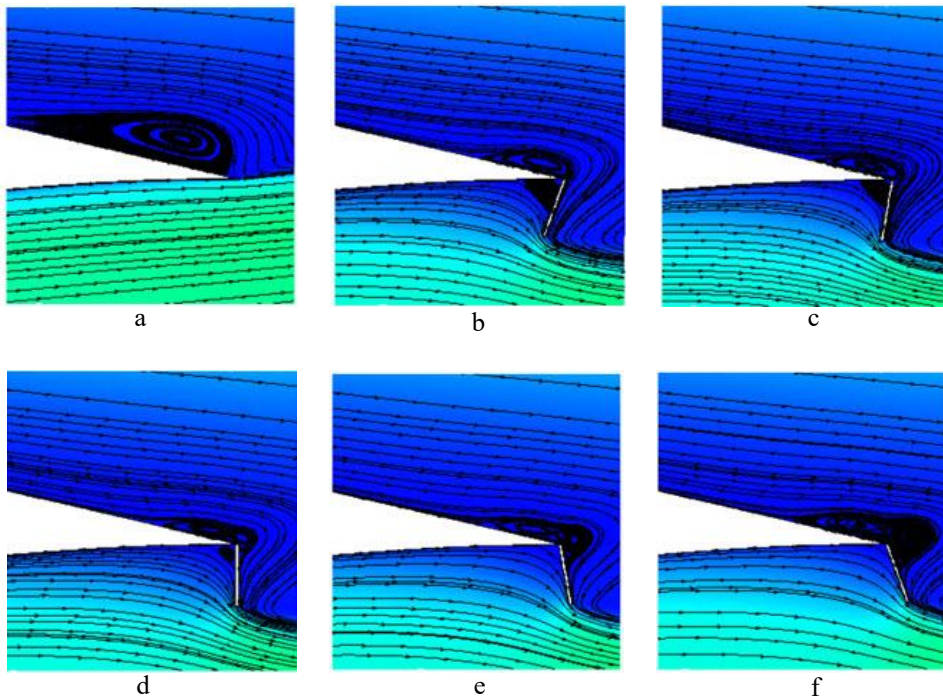


Fig. 5. Le coefficient des pertes totales pour différentes hauteurs du V.G

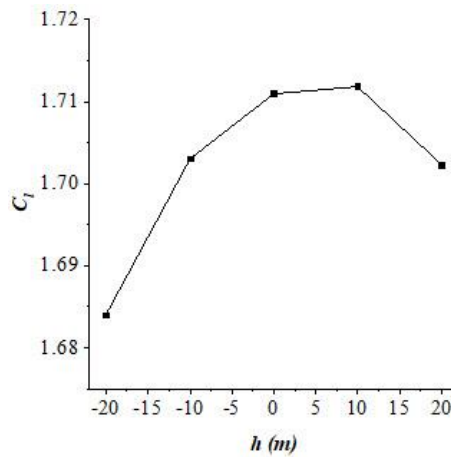


Fig. 6. Le coefficient de portance pour différentes hauteurs du V.G

IV. Conclusion :

Dans ce papier et à l'aide du logiciel Ansys Fluent nous allons étudier l'effet d'une technique passive qui est représenté par le V.G sur le décollement de la couche limite. Les résultats de cette étude montrent que :

- L'utilisation du V.G augmente les performances aérodynamiques pour toutes les hauteurs et les angles d'inclinaison de cette technique
- Le V.G mène à augmenter les pertes totales.
- Le meilleur angle du V.G pour cette étude est égale à 10° .

V. Référence :

- [1] Frank Kreith, D. Yoga Goswami. Handbook of energy efficiency and renewable energy. New York : CRC Press Taylor & Francis Group, 2007, 1568J.
- [2] R. Belamadi, A. Djemili, A. Ilinca, R. Mdouki, "Aerodynamic performance analysis of slotted airfoils for application to wind turbine blades" *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics.*, vol. 151, pp. 79–99, April. 2016.
- [3] R. David, M. Jeffrey, P. Oberson, and N. Gisin, "Aerodynamics of the Gurney flap," *American Institute of Aeronautics and Astronautics*, pp. 349-358.
- [4] R. Mdouki, G. Bois, A. Gahmousse, " Enhancing aerodynamic performances of highly loaded compressor cascade via gurney flap," *U.P.B. Sci. Bull.*, Vol. 77, pp 41-52. Mars. 2015.
- [5] I. Aramendia, A. Saenz-Aguirre, U. Fernandez-Gamiz, E. Zulueta, J. Manuel Lopez-Guede, A. Boyano, J. Sancho, "Gurney Flap Implementation on a DU91W250 Airfoil," *proceedings.*, pp. 1–5, 2018.
- [6] M. D. Maughmer, G. Bramesfeld, " Experimental Investigation of Gurney Flaps" *Journal of aircraft*, vol. 45, pp. 2062–2077, November. 2008.
- [7] W. Devenport, R.A. Burdisso, H. Camargo, E. Crede, M. Remillieux, M. Rasnick, P. Van Seeters. "Aeroacoustic Testing of Wind Turbine Airfoil" *National renewable energy laboratory, 2008.*