

Master thesis and internship[BR]- Master's thesis : Study of the leading edge flow on compressor blades and the impact of incidence[BR]- Integration Internship

Auteur : Massaux, Nicolas

Promoteur(s) : Hillewaert, Koen

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil en aérospatiale, à finalité spécialisée en "aerospace engineering"

Année académique : 2021-2022

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/16426>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Nicolas Massaux
Aerospace Engineering
Supervisor: Pr. Koen Hillewaert
Academic year 2021-2022

Study of the leading edge flow on compressor blades and the impact of incidence

Abstract

This work presents Direct Numerical simulations of a low pressure compressor cascade using a High order discontinuous Galerkin method. The High Performance Computing (HPC) massively parallel cluster, NIC5, made available by the University of Liège has made it possible to allocate a lot of resources in order to carry out the simulations. Four flow conditions are considered, which correspond to two solidities at two incidences. The flow velocity is at a Mach number of 0.45 for a corresponding Reynolds number of approximately 370 000. It is intended to understand the sudden rise of losses observed experimentally at a low solidity and a high incidence.

In general, the flow field is characterized by an extremely thick boundary layer on the suction side and a laminar flow on the pressure side. For the high incidence flow, the boundary layer reaches a thickness of 10% of the chord. All the flow conditions are subjected to Laminar separation bubble and turbulent flow reattachment near the leading edge. At high incidence and low solidity, the laminar separation bubble is very thick and short, the resulting boundary layer ends to separate at 60% of the chord.

Because the calculations were able to capture the complex physics of the flow. It was also able to predict the total pressure losses and flow angles, which showed a clear agreement with the experimental results.

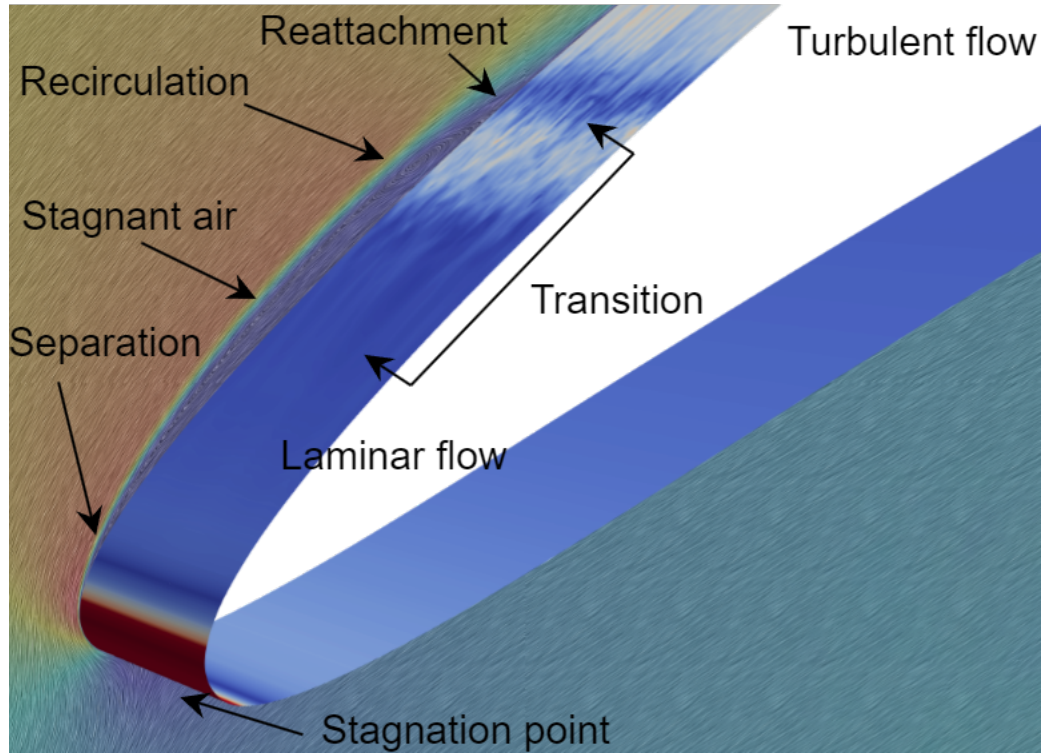


Figure 1: Three-quarter view of leading edge with the time-averaged skin friction on the solid surface and the time-averaged velocity streamlines on the periodic plane. Zero values are indicated in blue, while high values are indicated in red

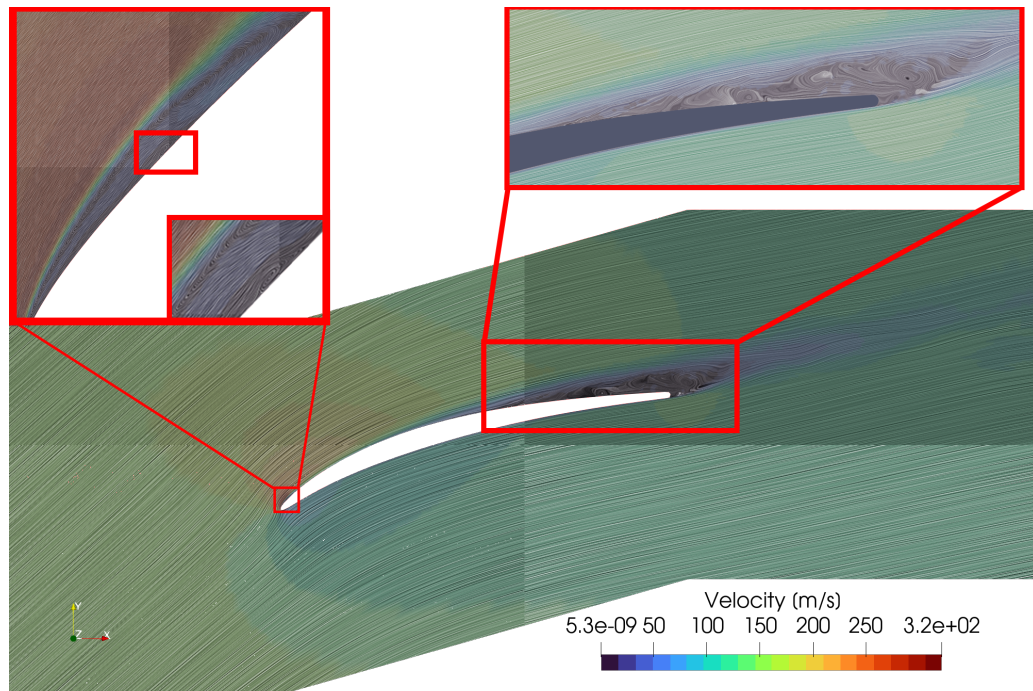
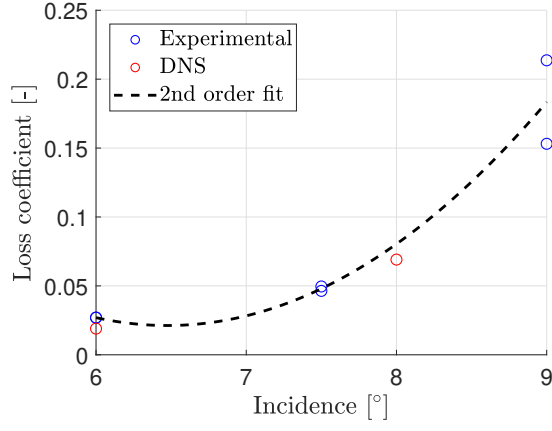
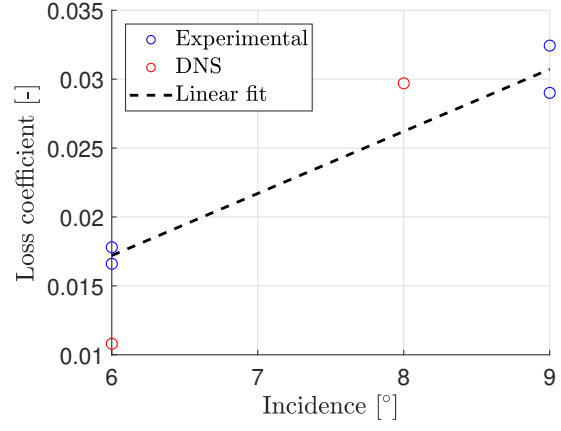


Figure 2: View of the periodic plane with the streamlines of the velocity field for the case at $i = 8^\circ$ and solidity $\sigma = 1.1$.

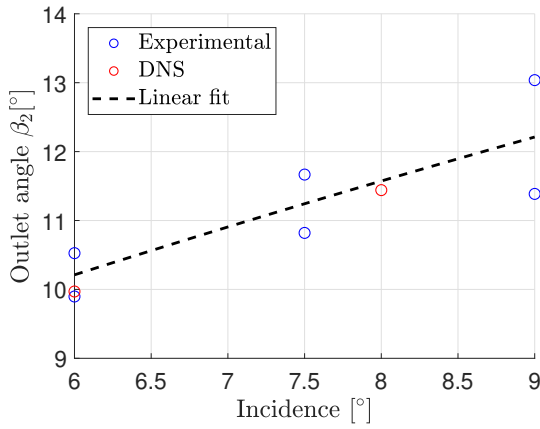


(a) Solidity $\sigma = 1.1$

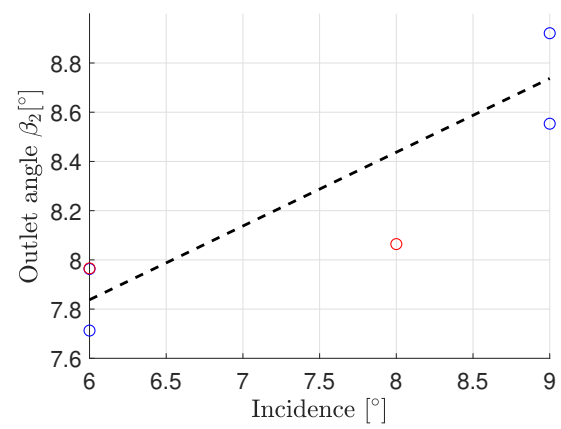


(b) Solidity $\sigma = 1.38$

Figure 3: Comparison of loss coefficients of experimental data and DNS data.



(a) Solidity $\sigma = 1.1$



(b) Solidity $\sigma = 1.38$

Figure 4: Comparison of integrated time-averaged outflow angle of experimental data and DNS data.