



## **Simulations de la transition laminaire-turbulent avec défilement de sillages dans les turbines basse-pression : application aux bulbes de décollement**

### ***Simulations of laminar-turbulent transition with passing wakes in low pressure turbine: application to laminar separation bubble***

**Soutenance de thèse – Antoine Dufau**

**Vendredi 27 octobre 2023 – 10h00**

En présentiel : Salle AY-02-63 à l'ONERA/Meudon

et en distanciel : Jitsi : [https://rdv.onera.fr/27\\_10\\_2023\\_soutenance\\_Antoine\\_Dufau](https://rdv.onera.fr/27_10_2023_soutenance_Antoine_Dufau)

#### **Devant le jury composé de :**

- **Directeur de Thèse :**
  - \* Estelle PIOT (Ingénieure de recherche, HDR), ONERA Toulouse, France
- **Co-Directeur de Thèse :**
  - \* Julien MARTY (Ingénieur de recherche), ONERA Meudon, France
- **Rapporteurs :**
  - \* Michel VISONNEAU (Directeur de Recherche), CNRS, Ecole Centrale de Nantes, Nantes, France
  - \* Frédéric ALIZARD (Maitre de Conférence), Université Lyon 1, LMFA, Lyon, France
- **Examineurs :**
  - \* Nicolas BINDER (Professeur), ISAE-SUPAERO, Toulouse, France
  - \* Guillaume BALARAC (Professeur des Universités), Grenoble INP, Grenoble, France

---0---

#### **Résumé / Abstract**

Les turbines basse-pression sont sujettes à des nombres de Reynolds faibles à modérés, impliquant une large partie laminaire sur les aubages mais aussi à de forte charge aérodynamique pour en réduire le poids, donc de forts gradients de pression adverse. Ainsi, les aubes de turbine se caractérisent par la présence de bulbe de décollement laminaire. La modélisation de la transition est alors de première importance pour la conception de turbine. En outre, ce processus de transition est rendu instationnaire en raison du défilement des aubes, les unes par rapport aux autres, ce qui rend la modélisation plus complexe. L'objectif de ces travaux de thèse est de développer une méthodologie URANS basée sur le modèle  $\gamma$ - $Re_{\theta t}$  de Menter-Langtry et reposant sur le logiciel *elsA*, et de l'évaluer sur différentes configurations de turbines, conventionnelles et rapides, en l'occurrence sur des cascades linéaires en présence de barreaux amont défilants. En raison du manque de données fines, ces travaux ont aussi visé à générer une large base de données par des simulations qDNS à l'aide du solveur FastS. Cette base de données comporte des configurations sans et avec barreaux défilants, pour plusieurs nombres de Reynolds. Enfin, même si la méthodologie URANS est capable de capturer le phénomène d'accalmie et l'aspect instationnaire de la transition, ces travaux ont mis en évidence le manque de production de turbulence dans les bulbes induisant la présence de bulbes plus longs et des pertes surestimées.

.../...

*Low and moderate Reynolds numbers are encountered in low-pressure turbine leading to a large laminar part for boundary layers over blade walls. Low-pressure turbine are also characterized by high aerodynamic load, and, thus, high adverse pressure gradient, implying boundary layer separation. Laminar separation bubble are responsible for the laminar-turbulent transition. The modeling of such phenomenon is of primary importance for turbine design. Moreover, this process is intrinsically unsteady due to rotor-stator interaction, making the modeling more complex. The aim of the present PhD is to (i) develop a numerical methodology based on URANS approach, on transition model of Menter-Langtry and on elsA software, and (ii) to evaluate it on conventional or high-speed turbine, linear cascade with passing wakes to be specific. Due to the lack of experimental data for assessing transition model, this PhD aims also at building a data base consisting of several qDNS carried out with FastS software, on the same configurations, for several Reynolds numbers, without or with passing wakes. Despite the ability of URANS methodology to capture the calmed flow region, the turbulent production is underestimated leading to too long bubble and too many losses.*

---0---

**Mots clés / Key words**

TURBINE BASSE-PRESSION ; TRANSITION LAMINAIRE-TURBULENT ; BULBE DE  
DECOLLEMENT ; INTERACTION ROTOR-STATOR

*LOW-PRESSURE TURBINE ; LAMINAR-TURBULENT TRANSITION ; SEPARATION BUBBLE ; ROTOR-  
STATOR INTERACTION*