

Proposition de stage fin d'études 2021 – 2022

Dynamique des Fluides, turbomachine, CFD

TITRE : Analyse des pertes aérothermodynamique en turbomachine par méthode exergetique

Responsable(s) :

Sébastien Duplaa (sebastien.duplaa@isae.fr, +33 (0)5.61.33.89.26)

Miguel Angel Aguirre (Miguel-angel.AGUIRRE@isae-superaero.fr)

Laboratoire :

ISAE, Département Aérodynamique, Energétique et Propulsion

10, avenue Édouard-Belin

BP 54032 - 31055 Toulouse CEDEX 4

Contexte :

La localisation et la réduction des pertes d'un système énergétique quelconque est un enjeu fondamental. En aérodynamique externe, « la chasse est faite » au point de traînée alors qu'en turbomachine nous ne cessons d'essayer d'augmenter le rendement des compresseurs à travers la notion d'entropie par exemple, qui n'est pas facilement appréhendable. Demain, avec l'avènement, à plus ou moins long terme, de nouvelles architectures propulsives liées à l'hybridation (couplage thermique et électrique) de la propulsion, voir au tout électrique ainsi qu'à la distribution de la propulsion (fig.1), ces questions de réduction de pertes mais surtout lors localisation et leur potentiel de récupération redeviennent primordiales.

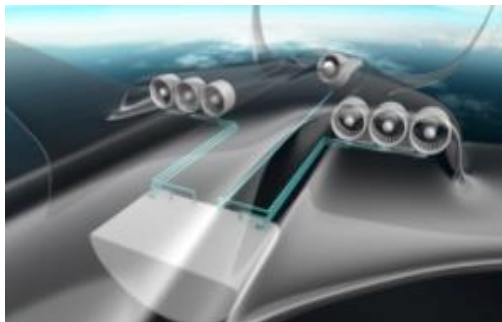


Figure 1 : Concept E-thrust à propulsion distribuée

Par ailleurs l'utilisation couplée de différentes sources d'énergie rend difficile la mesure de performance énergétique globale car les unités énergétiques sont différentes (watt –heure thermique, watt heure électrique, tonne équivalent pétrole, etc ...).

Ainsi en 2014, Arntz [1] introduit la notion d'exergie dans l'analyse des pertes en aérodynamique externe. La notion d'exergie n'est pas nouvelle mais son application à l'aérodynamique externe l'est. L'introduction de cette notion dans l'analyse présente de nombreux avantages comparés à la méthode des champs proches ou des champs lointains [2]. De récents travaux académiques menés à l'ISAE [3,4] montrent tout le potentiel de la méthode notamment à travers la compréhension physique de la génération des pertes, de leur potentiel de récupération, le tout exprimé dans une unité facilement compréhensible : le Joule.

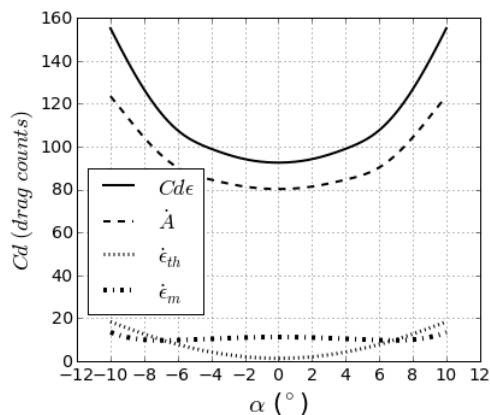


Figure 2 : Décomposition de traînée par analyse exergétique [3]

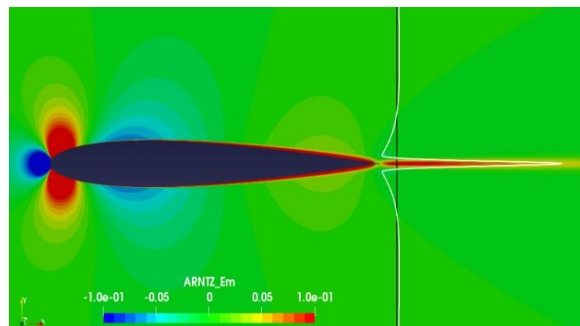


Figure 3 : Distribution d'exergie mécanique NACA 0012, M=0.3 [4]

Le stage proposé ici se trouve en lien avec deux thèses en cours au département. Le stagiaire aura pour objectif d'étendre aux machines tournantes la méthodologie exergétique mise en place au département pour l'aérodynamique externe en s'inspirant des travaux de la littérature [5]. Ainsi il conviendra d'adapter la formulation théorique de la méthode et de l'implémenter dans le code de post-traitement interne « Epsilon » afin d'analyser des cas tests CFD de turbomachine. L'ambition du stage est de comparer les méthodes classiques et l'exergie.

Objectif : Disposer d'une méthodologie d'analyse exergétique pour machine tournante. Obtenir des premiers résultats comparatifs d'analyse de pertes.

Descriptif des actions :

- bibliographie
- formulation exergétique des écoulements tournants
- implémentation dans le code « Epsilon »
- validation de la formulation sur un cas CFD de la littérature.

Niveau : bac+5

Période du stage : 6 mois à compter de début mi-février 2022 (négociable)

Compétences requises : aérodynamique, turbomachine (si possible) , python ou matlab, CFD

Bibliographie :

- [1] Arntz, A., "Civil Aircraft Aero-thermo-propulsive Performance Assessment by an Exergy Analysis of High-fidelity CFD-RANS Flow Solutions," Fluids mechanics, Université de Lille 1, 2014.
- [2] Drela, M., "Power Balance in Aerodynamic Flows," AIAA journal, Vol. 47, No. 7, 2009, pp. 1761-1771. DOI: 10.2514/1.42409
- [3] Aguirre ,M-A and Duplaa, S." Exergetic Drag Characteristic Curves", soumis à l'AIAA Journal, septembre 2018
- [4] Aguirre ,M-A and Duplaa, S." Exergetic drag prediction on the entire flight envelope of an airfoil and a wing", soumis au International Journal of Exergy, septembre 2018
- [5] Arntz A., "CFD assessment of the Use of Exergy Analysis for Losses Identification in Turbomachine Flows", ,53rd 3AF International Conference on Applied Aerodynamics, 26-28 March 2018, Salon de Provence, France