

## OFFRE D'EMPLOI – THESE

**Thèse CIFRE Safran Aircraft Engines - Méthodes numériques pour la simulation aux grandes échelles mono-canal de turbines multi-étagées**

### INFORMATIONS DE L'OFFRE

**Référence :** FD-E&S-Choro-2025

**Equipe :** E&S

**Lieu :** 42 Avenue Gaspard Coriolis – 31057 Toulouse

**Responsable :** Florent Duchaine

**Employeur :** SAFRAN AIRCRAFT ENGINES

**Période :** 3 ans - à partir du : 03/11/2025

**Niveau requis :** Master ou école d'ingénieur

**Mots-clés :** AVBP, turbomachine, simulation aux grandes échelles

### LE CERFACS

Le Cerfacs est un centre privé de recherche, de développement, de transfert et de formation en modélisation, simulation et calcul haute performance. Le Cerfacs conçoit, développe et propose des méthodes et solutions logicielles innovantes répondant aux besoins de ses associés dans les domaines de l'aéronautique, du spatial, du climat, de l'environnement et de l'énergie. Le Cerfacs forme des étudiants, des chercheurs et des ingénieurs dans le domaine de la simulation et du calcul haute performance.

Le Cerfacs travaille en forte interaction avec ses sept associés : [Airbus](#), [Cnes](#), [EDF](#), [Météo France](#), [Onera](#), [Safran](#) et [TotalEnergies](#).



### L'EQUIPE D'ACCUEIL - E&S

L'équipe Energie & Safety, anciennement équipe CFD-Combustion, se concentre sur des activités transversales visant à développer, optimiser et déployer des codes scientifiques dédiés aux calculs avancés de la combustion en géométries industrielles. L'équipe se focalise sur la simulation des écoulements en les appliquant aux avions, fusées, hélicoptères, moteurs de voitures, turbines, etc. Il en résulte des outils essentiels à de nombreux domaines applicatifs avec comme leitmotiv : calculons les systèmes avant de les construire. Plus spécifiquement, les membres de l'équipe développent des modèles et outils couvrant aussi bien la réduction de la chimie, la turbulence, la combustion, le diphasique, les instabilités de combustion... pour répondre aux challenges aussi bien académiques qu'industriels. De par son positionnement, l'équipe collabore avec de nombreux groupes scientifiques, des bureaux d'études des associés du Cerfacs, et les autres équipes du Cerfacs.

### CONTEXTE

La majorité des turbines industrielles, qu'elles soient haute ou basse pression, ont un nombre d'aubages stator et rotor dont le plus grand dénominateur commun est faible. Cette particularité les rend coûteuses à calculer en simulation numérique sans des hypothèses simplificatrices afin de réduire la taille du domaine à une envergure axisymétrique moindre que 360 degrés. Dans le cas de méthodes instationnaires telles que la simulation aux grandes échelles, ce point est d'autant plus critique qu'il n'est pas possible de moyennner en espace à l'interface du rotor et stator comme le font les méthodes plus bas ordre comme le RANS, et des méthodes plus complexes doivent être mise en place.

Le ou la doctorant(e) travaillera dans ce contexte en étant rattaché à la Direction Bureaux d'Etudes de la Direction Technique, et plus particulièrement au service « Core Capability Turbines » qui assure le développement de nouvelles technologies disruptives et des futures méthodologies de dimensionnement des Turbines Haute et Basse Pression, en relation étroite avec les équipes de conception.

## OBJECTIFS

L'objectif de cette thèse est le développement d'une méthode basée sur la périodicité spatio-temporelle de l'écoulement, aussi appelée chorochronicité, dans le cas de méthodes dites haute-fidélité comme les simulations aux grandes échelles.

Une première thèse a été réalisée sur ce sujet en 2022 (C. Gout 2022) et avait permis d'implanter la méthode dans le code et de l'appliquer sur une roue isolée de turbine en deux dimensions. L'objectif ambitieux est de reprendre ces travaux et :

- D'améliorer la reconstruction du signal aux interfaces
- Généraliser l'usage au 3D
- Etendre le périmètre au multi étage
- Eprouver sur une configuration représentative à définir

Cette thèse est à l'avant-garde du domaine dans la communauté. Faire sauter ce verrou technologique permettrait de réaliser des simulations hautes fidélités sur des configurations représentatives des futures architectures moteur en cours de conception et ainsi, d'améliorer les designs pour être entre plus efficace et moins consommateur en carburant.

## ORGANISATION DES TRAVAUX DE RECHERCHE (36 mois)

**Année 1 :** Le début de la première année sera dédié à la prise en main du contexte de simulation chorochronique au travers d'une revue bibliographique ainsi que sur la prise en main du code AVBP pour la réalisation de simulations aux grandes échelles d'étage de turbomachine. Le doctorant réalisera des calculs de référence sur un étage la géométrie ciblée. Outre le fait de disposer de données de référence, l'objectif sera d'analyser le couplage entre les champs déterministes et turbulents. Des questions fondamentales seront étudiées, telles que l'identification des modes déterministes, leur cohérence spatiale et leur intensité, ainsi que la validité d'une hypothèse choro-chronique. D'autre part, il s'appropriera la théorie et le codage de la méthodologie mise en place par Clovis Gout pour les simulations chorochronique. Pour cela, il s'appuiera sur des cas de complexité croissante de 2D à 3D. L'objectif important sera la réintégration dans la version officielle AVBP des développements de la thèse de Clovis Gout.

**Année 2 :** L'intégration des développements sera finalisée en deuxième année en explorant d'autres pistes que celle étudiée par Clovis Gout pour la gestion de l'interface rotor/stator. Des simulations de la configuration cible avec l'approche chorochronique seront alors réalisées et comparées aux données de référence. En parallèle, le doctorant réalisera et analysera des simulations multi-étage du cas de référence. Durant la deuxième année, l'étudiant travaillera à étendre le formalisme chorochronique utilisé pour des simulations multi-étages.

**Année 3 :** En dernière année, le doctorant intégrera dans le code AVBP une méthode pour traiter des cas multi-étage en chorochronique et appliquera la méthode sur le cas de référence. Des comparaisons avec les simulations de référence seront réalisées. Les derniers mois de la thèse seront dédiés à la rédaction du manuscrit de thèse.

L'ensemble des travaux se déroulera au CERFACS, avec le soutien du personnel de SAFRAN Aircraft Engine. Bien que la majorité de la recherche soit menée au CERFACS, avec les outils et les simulations déjà disponibles, des périodes d'échanges avec SAFRAN Aircraft Engine (d'une durée maximale de 3 mois) sont prévues pour faciliter la collaboration.

## VALORISATION DES TRAVAUX DE RECHERCHE

Présentation dans des conférences internationales, publication dans des journaux internationaux, intégration des développements dans le code AVBP utilisé par SAFRAN, présentations aux ingénieurs de SAFRAN.

## FORMATIONS

Simulations aux grandes échelles, maillages, turbomachine, calcul haute performance.

## PROFIL SOUHAITE

- Master 2 ou école d'ingénieur
- Formation en mécanique des fluides et énergétique
- Connaissances en turbomachine
- Connaissances en programmation (Fortran, C, C++ et python)
- Dynamisme et curiosité

## COMMENT POSTULER ?

Pour postuler, veuillez envoyer votre CV et lettre de motivation à [florent.duchaine@cerfacs.fr](mailto:florent.duchaine@cerfacs.fr), les candidatures sont ouvertes jusqu'au 30/08/2024.

À bientôt au CERFACS !