

Cette fiche permettra de présenter le projet et son avancement de façon très synthétique sur le site web de l'ANR. Les auteurs autorisent l'ANR à publier le contenu de ce résumé sur son site web ou sur d'autres supports.

Cette communication vise un public scientifique large, il faut donc privilégier une rédaction pédagogique et éviter les explications visant uniquement les spécialistes du domaine.

S'aider de l'exemple fourni.

Identification du projet

Acronyme	NumERICCS
Titre	Numerical and experimental research for improved control of compressor surge
Programme - Edition	AAP Générique 2015 : Transformations et usages efficaces de l'énergie
Référence ANR	ANR-15-CE06-0009
Contact coordinateur (Nom, partenaire, e-mail)	G.A. Gerolymos, UPMC (georges.gerolymos@upmc.fr)
Partenaires (société, organismes, labos)	UPMC, ENSAM, Centrale Lille, ONERA, SNECMA
Date de début	1 oct 2015 (conventionnement mai 2016)
Date de fin	30 sep 2019
Pôles de compétitivité	ASTech
Coût complet	1922 k€
Aide ANR	812 k€
Site web	www.aerodynamics.fr/NumERICCS
Date de mise à jour de ce document	30 sep 2017 (mi-parcours)

Titre d'accroche du projet (1 ligne)

Aérodynamique avancée pour des turboréacteurs plus performants et moins polluants

Sous-titre / Argument du projet (2 à 4 lignes)

Face à l'augmentation annuelle de 5% du trafic aérien, des turboréacteurs plus efficaces et plus légers sont nécessaires pour atteindre les objectifs européens de réduction des émissions de CO₂. NumERICCS développe des concepts aérodynamiques de rupture pour permettre par contrôle actif un meilleur rendement des moteurs.

Titre de la partie Enjeux & objectifs (1 ligne)

Verrous technologiques en aérodynamique des turboréacteurs

Enjeux & objectifs (20 lignes max)

Les turboréacteurs de nouvelle génération seront plus chargés aérodynamiquement et de plus petite longueur. Le contrôle aérodynamique actif constitue le verrou technologique qui peut permettre d'obtenir la marge nécessaire entre la ligne de fonctionnement du moteur et la limite de pompage (instabilité catastrophique lorsque trop de compression est demandée au compresseur).
NumERICCS a été construit pour combiner des efforts expérimentaux, numériques et théoriques afin de comprendre la physique du phénomène, de développer les modélisations numériques (notamment pour des écoulements turbulents instationnaires) nécessaires pour la prédiction fiable des écoulements rencontrés, et proposer un dispositif de contrôle efficace permettant de maximiser la marge de fonctionnement sans trop augmenter le poids du moteur.

Titre de la partie Méthodes / Approches (1 ligne)

Etudes expérimentales et simulations numériques de pointe pour le contrôle aérodynamique

Méthodes / Approches (20 lignes max)

Le pompage est piloté par le tourbillon qui se forme à travers le jeu entre les extrémités des pales et le carter, qui interagit avec l'écoulement principal. L'injection pulsée d'air à travers le carter en amont du rotor peut contrôler ce tourbillon. La mise en place de cette technologie demande d'une part l'identification des pics de pression précurseurs de l'instabilité permettant le déclenchement du contrôle ainsi que de la compréhension de l'interaction des jets de contrôle avec l'écoulement. Pour répondre à ces questions, NumERICCS réalise des

- campagnes expérimentales en soufflerie (mesures détaillées de l'interaction jets/tourbillon d'extrémité de pale isolée et validation dispositif de contrôle) qui innovent par l'identification précise des structures turbulentes instationnaires
- modélisations numériques novatrices pour simuler ces écoulements, qui se basent sur les mesures en soufflerie et sur des bases de données DNS créées dans le cadre du projet
- conceptions et validations de dispositifs de contrôle actif de l'écoulement
- campagnes expérimentales sur banc compresseur (identification précurseurs et validation validation dispositif de contrôle)

Résultats (20 lignes max)

A mi-parcours du projet (17 mois de conventionnement) nous avons réalisé ou obtenu:

- des résultats inédits sur la structure dissipative fine de la turbulence proche-paroi
- la maquette expérimentale soufflerie, et commencé les mesures
- des avancées sur l'identification des précurseurs

Les attendus à la fin du projet de 48 mois sont:

- large base de données expérimentale sur l'interaction jets/tourbillon-d'extrémité
- dispositif de contrôle de cet écoulement
- nouveaux modèles de turbulence pour la simulation sans/avec contrôle
- mesures et validation du dispositif de contrôle

Perspectives (10 lignes max)

L'impact environnemental direct du projet est l'utilisation des résultats et des technologies développés par le partenaire industriel SNECMA pour la réduction des émissions des réacteurs de nouvelle génération.

Les nouvelles connaissances expérimentales et numériques sur la turbulence seront également utiles pour la simulation des écoulements aérodynamiques turbulents en général.

Productions scientifiques et brevets (10 lignes max)

Pour la 1ère fois une base des données DNS sur le tenseur de dissipation de la turbulence proche paroi a été constituée: Journal of Fluid Mechanics 807 (2016) 386-418
Fluid Dynamics Research 49 (2017) 045507

De nouveaux résultats montrent que c'est le tenseur de destruction de la dissipation, qui caractérise la zone de Kolmogorov: ASME paper FEDSM2017-69316 (2017)

Nous avons commencé la comparaison des 2 méthodes de résolution variable utilisées pour la simulation d'écoulements turbulents instationnaires: AIAA paper 2017-3955

AIAA paper 2017-4279

De nombreuses autres publications et communications sont prévues dans le projet.

Illustration

- aeroengine CO₂ emissions
- ACARE 2020 goals
- propulsive efficiency and weight
- flow control (compressor surge)
 - increase surge-margin
 - convert to efficiency
- N_{um}ERICCS
 - basic experiments
 - innovative turbulence models
 - compressor rig tests
- realistic control device



Fig: www.cfmaeroengines.com