

# La genèse des grands codes de calcul de l'ONERA



Les grands codes de calcul elsA et CEDRE, sont l'un des exemples de l'excellence de la recherche menée à l'ONERA. L'un de leurs atouts majeurs est de s'appuyer sur une validation de haut niveau, obtenue grâce aux données expérimentales fournies notamment par les équipements uniques au monde que sont les souffleries.

27 juin 2017

## Le code elsA et la simulation en aérodynamique

### Un logiciel de référence

Salim P. Chabrier, directeur scientifique du projet elsA, Synale Pro, directrice de la  
Caroline Lemaire, directrice de projet elsA  
scientifique du domaine  
Simulation Numérique Avancée

La mécanique des fluides numérique a pris son essor à l'ONERA dans les années 1970. Dans une logique de mutualisation, l'ONERA a tendu au milieu des années 1990 vers une fédération progressive de ses logiciels. Le développement d'elsA (ensemble logiciel de simulation en Aérodynamique) a été lancé en 1997, en capitalisant sur le savoir-faire des codes CANARI et FLU 3M.

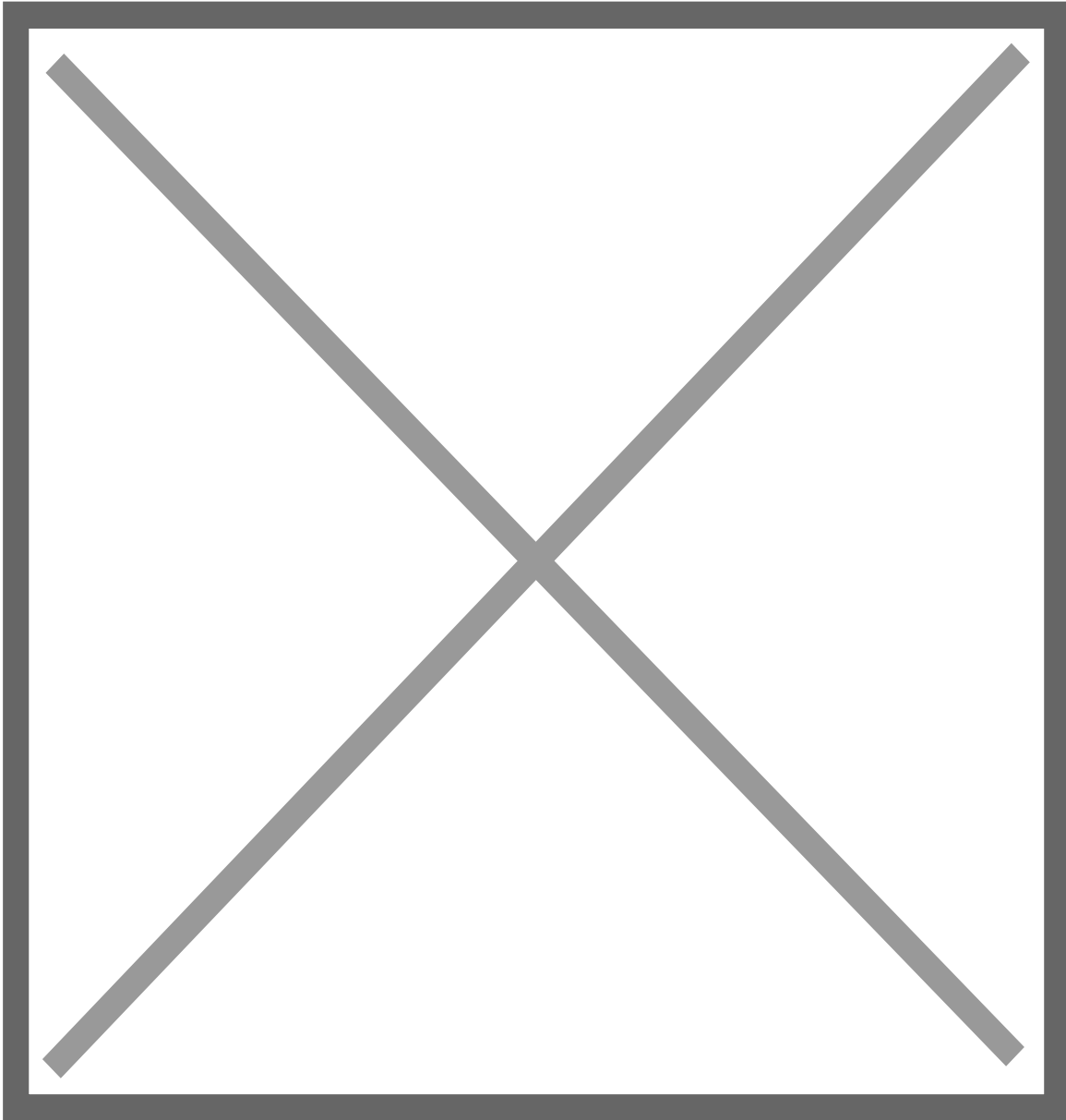
Primé au niveau mondial, ce code de calcul aérodynamique est un outil indispensable aux industriels pour concevoir les aéronefs du futur.

Le logiciel elsA est un solveur connecté à l'offre de nombreux logiciels de maillage. Il est associé à une bibliothèque de pré-traitement et post-traitement, Cassiopée, en grande partie en logiciel libre, qui permet de tendre vers un flux de données très efficace. De plus en plus de simulations numériques étant de nature multidisciplinaire, elsA peut être couplé à d'autres logiciels pour résoudre des problèmes multi-physiques. En 2016, l'optimisation de forme a franchi une étape importante, avec la prise en compte de la flexibilité des structures dans le calcul des sensibilités de l'écoulement. Pour ce qui est de sa puissance de calcul, l'un des objectifs est de tirer parti des plateformes informatiques, aujourd'hui pétaflopiques pour les plus puissantes (un million de milliards d'opérations à la seconde) et bientôt exaflopiques (un milliard de milliards d'opérations à la seconde).

elsA\_nicetrip : Simulation instationnaire de type RANS de l'écoulement autour d'une maquette motorisée de tilt-rotor  
Projet Nicetrip : Simulation instationnaire de type RANS  
de l'écoulement autour d'une maquette motorisée de tilt-rotor

### **elsA et l'industrie aéronautique française**

Le logiciel a fait l'objet d'un accord avec Airbus et Safran en 2015, avec pour objectifs de stimuler l'intelligence collective, décloisonner les compétences et renforcer les relations entre les trois partenaires. Cet accord permet de fluidifier le lien entre les progrès de la recherche et la disponibilité en conception pour l'industriel. elsA se développe grâce aux efforts de plusieurs dizaines d'ingénieurs qui bénéficient du retour de plusieurs centaines d'utilisateurs au sein de l'ONERA, de ses partenaires industriels et des partenaires de recherche.



## **CEDRE, plateforme numérique pour l'énergétique et la propulsion**

### **CEDRE, dernier maillon d'une lignée de codes**

Nicolas Bertier, chef de projet CEDRE au Département Multi-Physique pour l'Energénique  
Nicolas Bertier, chef de projet  
CEDRE au Département  
Multi-Physique pour  
l'Energétique

L'ONERA développe des codes pour l'énergétique dans les secteurs aéronautique, spatial et défense depuis plus de 30 ans. En 1982, le code ICARE traitait les transferts de chaleur dans les aubes de

turbines. Par la suite, ont été développés différents logiciels (Mathilda, Saphir et Diamant) permettant de simuler les écoulements réactifs dans les chambres de combustion, de passer à l'étude de configurations en trois dimensions et d'utiliser de premières fonctionnalités – encore sommaires – de maillage déformable. Le code MSD, en 1994, a fédéré ces codes, avant de mener il y a une quinzaine d'années au code CEDRE, Calcul d'Ecoulements (Diphasiques) (Réactifs) pour l'Energétique.

En plus de son architecture parallèle et de ses modélisations multiphysiques avancées, CEDRE a été construit autour d'un cœur numérique entièrement non-structuré. Ses utilisateurs peuvent ainsi bénéficier d'une très grande souplesse de maillage, qui permet de prendre en compte les topologies les plus complexes (injecteur tourbillonnaire dans une chambre de combustion aéronautique, circuit de refroidissement d'une aube de turbine, train d'atterrissage,...) beaucoup plus facilement qu'avec les approches « structurées » traditionnelles.

Les dernières évolutions de ce code autorisent la prise en compte de physiques plus complexes et plus intriquées, comme par exemple l'atomisation d'un jet d'oxygène liquide sous l'effet d'un écoulement d'hydrogène à haute vitesse dans un moteur fusée, l'évaporation des gouttes puis, finalement, la combustion du mélange gazeux résultant. Des efforts importants sont également consacrés au « moteur numérique » du code, avec l'élaboration d'approches toujours plus robustes et précises. Enfin, la possibilité récente offerte par CEDRE de pouvoir traiter les maillages « dynamiques » (mobiles au cours du temps) lui ouvre de nouvelles perspectives d'applications, qui vont du suivi d'un lanceur dans sa phase de décollage jusqu'à la simulation de l'évolution d'une forme de glace sur une aile, en passant par de l'adaptation automatique de maillage.

CEDRE\_soyouz : Simulation du décollage du lanceur Vega  
Simulation du décollage du lanceur Vega

## **Un atout pour l'ONERA**

Le développement CEDRE est réalisé quasi-exclusivement par l'ONERA. Face à la concurrence des codes du commerce et d'autres laboratoires de recherche, la force de l'ONERA réside à la fois dans l'expertise métier fournie aux clients pour accompagner leur utilisation du code et dans une forte réactivité vis-à-vis des demandes d'adaptations pour traiter des applications particulières.

En plus de l'utilisation interne à l'ONERA, où plus de 90 % des applications en énergétique utilisent ce code, CEDRE est également utilisé par les industriels ArianeGroup, MBDA et Safran.