

Le laboratoire d'études thermiques fait partie du pôle externe de recherche en thermique des chambres de combustion et des turbines de la Snecma

Refroidir les turboréacteurs



Pour améliorer les rendements et faire face aux problèmes grandissants de pollution et d'environnement, on tend aujourd'hui à augmenter la température de combustion des gaz dans les réacteurs des avions : de 1 500° Kelvin (1 200° C), les températures moyennes devraient peu à peu atteindre les 2 000° K. «C'est considérable et cela nécessite de mettre en œuvre de nouveaux procédés de refroidissement des matériaux à l'intérieur même des moteurs», explique Jean-Jacques Vullierme, maître de conférences à l'Ensm et chercheur au laboratoire d'études thermiques (UMR CNRS 6608). Cet enseignant-chercheur, qui travaille entre autres avec Eva Dorignac, maître de conférences à l'IUT de Châtellerauld, est responsable d'une petite équipe de recherche, dont les travaux portent sur le refroidissement des aubes de turbines et des chambres de combus-

tion dans les turboréacteurs. Les études sont menées en coopération avec la Snecma. Cette entreprise publique collabore également avec les Etats-Unis, et construit environ mille moteurs d'avions par an, tant pour l'aviation militaire que civile (ses clients sont par exemple Boeing et Airbus). Une grande majorité des contrats sont financés par les services de recherche de l'armée. C'est dans ce cadre que l'Ensm a été choisie comme partenaire pour les études thermiques de la Snecma. Le pôle d'études sur la combustion est à l'Insa de Rouen, le pôle d'études des échanges radiatifs à l'Ecole centrale de Paris et celui des études aérodynamiques à l'Ecole centrale de Lyon. A l'Ensm, les travaux ont aussi lieu en collaboration avec le laboratoire de combustion et de détonique, et le laboratoire d'études aérodynamiques.

La modification des matériaux eux-mêmes est très limitée. On cherche par exemple à améliorer la tenue des aciers aux hautes températures. Mais les nouvelles technologies, telles que les dépôts de céramique sur les parois des chambres de combustion, n'en sont encore qu'à l'essai dans les laboratoires et restent difficiles à mettre en application. Elles sont très coûteuses et peu fiables. «Il faut donc chercher à refroidir directement les parois des chambres de combustion et des aubes de turbines. Ce qui est d'autant plus compliqué», souligne Jean-Jacques Vullierme, que l'air de refroidissement utilisé est prélevé après le compresseur du turbo. Compte tenu des exigences sans cesse grandissantes des constructeurs en matière de performance des moteurs, la température est de plus en plus élevée.»

Les études destinées à optimiser les dispositifs de refroidissement sont réalisées sur des maquettes, ce qui permet de mieux comprendre les phénomènes physiques de mécanique des fluides. L'échelle utilisée est supérieure à la norme, afin de rendre possible les très nombreuses mesures nécessaires à la va-

● Laetitia Becq-Giraudon
Photos Sébastien Laval

validation des codes de calcul. Actuellement, même les ordinateurs les plus performants mettent plusieurs jours à définir les écoulements et les transferts de chaleur au sein des réacteurs, en particulier à proximité des parois, où les turbulences sont très grandes (d'où l'intérêt de mesures aussi nombreuses que possible). Des mesures, effectuées sur maquette complète de réacteur par l'Onera (Office national d'études et de recherches aérospatiales) et l'Institut von Karman, à Bruxelles, manquent de finesse pour permettre la pleine validation des codes de calcul.

«*Nous disposons au laboratoire de deux principaux moyens de mesure, ajoute le chercheur. D'une part, une caméra à infrarouge nous permet d'établir, à partir de mesures d'un flux de chaleur radiatif, une carte de température de la surface de la paroi. D'autre part, grâce à un système dit PIV, nous analysons des champs de vitesse de l'écoulement. Grâce à*

Dirigé par Jean-Bernard Saulnier, le laboratoire d'études thermiques (UMR CNRS 6608) est l'un des premiers laboratoires dans ce domaine en France. 80 personnes y travaillent, dont une trentaine d'étudiants en thèse. Quatre grands thèmes de recherche, qui recouvrent les secteurs d'application de l'Ensm, y sont développés : l'aéronautique, les transports, l'énergie et l'environnement, l'électronique et l'électrotechnique. Les relations avec les industriels sont très étroites et beaucoup de travaux sont réalisés dans le cadre de contrats.

un faisceau laser, nous essayons de suivre le déplacement d'une particule donnée dans un écoulement. Nous déterminons sa direction et sa vitesse. Dans les deux types de mesure, de nombreux moyens informatiques sont indispensables à l'établissement de résultats concrets.»

Trois étudiants en thèse travaillent actuellement sur ce sujet au LET. Deux des thèses sont financées par le ministère de la Recherche et la troisième est co-financée par la Snecma et le CNRS. S'il faut, aujourd'hui encore, trois ans pour mettre au point un nouveau

moteur d'avion, l'objectif avoué est d'atteindre un an avec les nouveaux codes de calcul...

A côté de ces aspects traditionnels des études thermiques, le laboratoire développe des thèmes de recherche plus originaux, en collaboration avec le CHU de Poitiers.

Ainsi, outre la thermo-thérapie des cellules cancéreuses par le laser, des travaux concernent la mort subite du nourrisson, dont l'une des causes pourrait être, selon les pédiatres, d'origine thermique (mauvaise évacuation de la chaleur par la tête de l'enfant). Dans ce contexte, le LET analyse les phénomènes thermiques en mesurant des échanges de chaleur, non seulement sur un mannequin, mais aussi directement sur des enfants dans le service de pédiatrie du CHU. Cette étude n'en est encore qu'à son début mais des résultats intéressants existent déjà. ■



Emmanuel Geveaux



Francis Cottet

Un nouveau langage de programmation

Le laboratoire d'informatique scientifique et industrielle (Lisi) de l'Ensm, dirigé par Guy Pierra, s'intéresse notamment à l'informatique de conception, soit l'élaboration de calculs ou l'utilisation de l'informatique pour le contrôle/commande de procédés industriels, par exemple la commande des étapes d'une chaîne de montage d'une industrie. Francis Cottet est le chercheur responsable de cette section d'informatique «temps réel» : «*Notre travail consiste à créer une méthodologie qui permet à l'utilisateur de faire une meilleure programmation au sens du fonctionnement et de la sûreté d'opération. Plutôt que d'avoir à écrire un nombre considérable de lignes d'un programme, cette méthode permet de décrire un procédé de façon très descriptive et avec la certitude qu'il ne comporte pas d'erreurs.*»

Emmanuel Geveaux, étudiant en thèse, a réalisé Grafctview, l'association d'un langage de spécification et d'un environnement de développement, le Grafctet et Labview. Cette méthodologie s'applique à la commande de n'importe quel procédé industriel allant de l'embouteillage à la gestion de pompes. Avant même sa soutenance de thèse, le produit est commercialisé par les sociétés Saphir et National Instruments. Cette nouvelle méthodologie s'adresse aux concepteurs informatiques ou aux industriels qui veulent programmer la synchronisation de leurs machines. Grafctview a été testé dans une imprimerie. La société MGD, à Chimilin dans l'Isère, voulait remplacer la

commande de ses massicot par un système à base d'un micro-ordinateur aisément modifiable par l'utilisateur. Créé en France en 1977 et largement utilisé par les industriels depuis 15 ans, le Grafctet est un modèle de spécification à représentation graphique. On peut y représenter les comportements successifs d'un système, par exemple les différentes opérations de la conduite d'un massicot. Tous les mouvements successifs y sont décomposés et décrits par des icônes. Labview est aussi un langage de programmation graphique très utilisé dans l'instrumentation et l'automatisation. Sa nature graphique simplifie l'écriture du programme et facilite l'utilisation des applications. L'innovation du projet d'Emmanuel Geveaux était d'associer ces deux langages, soit de programmer le Grafctet, représentant les étapes du procédé, pour qu'il génère le code Labview, et effectue les opérations du massicot. Grafctview est en quelque sorte une bibliothèque logicielle qui permet de commander une action à un système réactif.

Une quinzaine d'acheteurs se sont déjà procurés le produit, par exemple des IUT et l'Ecole des mines de Paris. Aussi, quelques industriels se sont montrés intéressés, tels Air liquide ou Aérospatiale. Emmanuel Geveaux a décidé de profiter de cette opportunité pour créer son entreprise. «*Elle cible tous les domaines où un ordinateur doit être connecté à un environnement extérieur.*» Sa société devrait voir le jour en Poitou-Charentes, à l'automne 1998. Emmanuelle Bergeron ■