

Thrust measurement

per second. In addition to developing pressure taps and probes suitable for flight use, the Engine Laboratory team used a water-cooled multi-tube pressure rake to establish a complete pressure profile in the gas stream. As a datum against which to compare the thrust computer, the Laboratory facilities include equipment for direct measurement of the engine thrust to an accuracy of a fraction of one per cent.

While the experimental work was proceeding in the Engine Laboratory, theoretical studies were being conducted simultaneously at NRC and Computing Devices. These theoretical studies, relying heavily on computer programs produced at NRC, and assisted by major contributions from Dr. E. G. Plett of Carleton University, Ottawa, demonstrated that the concept was capable of calculating thrusts to adequate accuracy. The studies served also to develop the most appropriate form of the equations for subsequent incorporation into the computing hardware. These theoretical studies, backed up by the experimental work on the J85 engine, demonstrated feasibility and opened the way for the main hardware program.

"This work was completed in April, 1970," Mr. Murphy says. "At that stage of the game we had a concept on which a thrust measuring system could be designed."

The second stage of the project involves the design and development of the system's electronics, including a special purpose computer. However, engine tests will continue because this research will also support the development of the computer hardware.

Preliminary design and breadboarding of the electronics has been completed and the flight test system is now under construction at the Computing Devices of Canada plant. This work is being done by Richard Struzina and Harold Weissler, hardware program engineers.

"In the electronics area, we have reached the point in design where the computer system is operating in the laboratory," says Mr. Murphy.

The goal of the immediate program is to produce flightworthy hardware so that the thrust measuring techniques can be tested under realistic flight conditions.



Dynamomètre de poussée...

que le premier dynamomètre mis au point a été prévu pour que les capteurs soient montés sur la tuyère de reheating d'un turboréacteur, tuyère faite d'une conduite prolongeant la tuyère de sortie du réacteur lui-même et dans laquelle on injecte du combustible dont la combustion augmente la poussée du réacteur.

"C'est là l'application la plus difficile d'un système de mesure de la poussée," nous a-t-il dit. "Nous pensons que si l'on peut mettre au point un dynamomètre fonctionnant sur une tuyère de reheating, ce sera moins difficile d'adapter cet instrument aux autres types de moteurs."

Le moteur essayé se trouve dans une des cellules d'essais, cellule qui comporte des parois en béton armé de 18 pouces d'épaisseur pour le cas d'accident en cours d'essai. La cellule est également très insonorisée. Les essais sont dirigés et surveillés à partir d'une chambre de mesures où l'on trouve tous les instruments nécessaires pour suivre l'évolution des paramètres durant l'essai. On y dispose également d'un circuit fermé de télévision télécommandé. Dans la cellule d'essais, les niveaux de bruit sont si élevés qu'ils dépassent le seuil de la douleur et que les facultés auditives des membres de l'équipe d'essais en seraient sérieusement amoindries sans une bonne protection; par contre, les quatre ou cinq techniciens et ingénieurs qui surveillent les essais dans la chambre de mesures peuvent converser normalement. La plupart des essais ont été conduits par M. G. G. Levy avant qu'il ne meure en 1970.

Le calcul de la poussée sera basé sur les mesures de pressions en différents points de la tuyère de reheating du turboréacteur J85. Evidemment, on a rencontré des difficultés du fait que les gaz de sortie peuvent dépasser 1 650°C et que leur vitesse peut être supérieure à 300 mètres par seconde. Outre la mise au point de capteurs de pression et de sondes utilisables en vol, l'équipe du Laboratoire des moteurs s'est servie d'un peigne de pression refroidi à l'eau pour déterminer le profil complet des pressions à travers l'écoulement de sortie. Afin de disposer d'une référence pour comparer les résultats donnés par le dynamomètre et son ordinateur, le laboratoire dispose des équi-

pements nécessaires pour mesurer directement la poussée du moteur avec une précision de l'ordre du millième.

Tout en se livrant aux travaux expérimentaux au Laboratoire des moteurs, on a fait des études théoriques au CNRC et à la société Computing Devices. Ces études théoriques étaient surtout basées sur des programmes de calcul du CNRC et nous devons mentionner ici aussi les contributions importantes du Dr E. G. Plett, de l'Université de Carleton, à Ottawa; ces études théoriques ont montré que le dynamomètre était bien conçu pour pouvoir calculer la poussée avec une précision satisfaisante et elles ont également servi à mettre au point la forme la plus appropriée des équations pouvant être incorporée ultérieurement dans les éléments de l'ordinateur embarqué. Ces études théoriques dont les résultats sont confirmés par ceux des essais ont montré qu'il est possible de construire le dynamomètre et, de ce fait, elles sont à l'origine du programme de réalisation.

M. Murphy nous a dit: "Ces travaux ont été terminés en avril 1970, époque à laquelle nous disposions d'une conception nous permettant de lancer l'étude du dynamomètre de poussée."

La deuxième étape se rapporte à l'étude et au développement de l'électronique du dynamomètre dont celle de l'ordinateur spécial de bord. Cependant, des essais du moteur auront lieu car on a besoin de leurs résultats pour parfaire la mise au point des composantes de l'ordinateur.

On a terminé l'étude préliminaire de l'électronique qui a été construite dans sa forme de laboratoire; le système d'essais en vol est maintenant en cours de construction à l'usine de Computing Devices of Canada. Ce travail est actuellement exécuté par Richard Struzina et Harold Weissler, ingénieurs du programme de réalisation.

M. Murphy nous a dit: "Dans le domaine de l'électronique, nous en sommes arrivés au point que le système de calcul constituant l'ordinateur embarqué fonctionne maintenant dans le laboratoire."

Le but immédiat du programme consiste à produire un instrument embarqué valable pour que les techniques de mesure de la poussée puissent être mises à l'épreuve en vol.

M. E. J. Prince, Chef de l'équipe d'essais, examine le peigne donnant le profil complet des pressions dans une section du jet de sortie du réacteur.

E. J. Prince, Project Crew Chief, examines multi-tube pressure rake used to establish complete pressure profile in jet engine's gas stream.