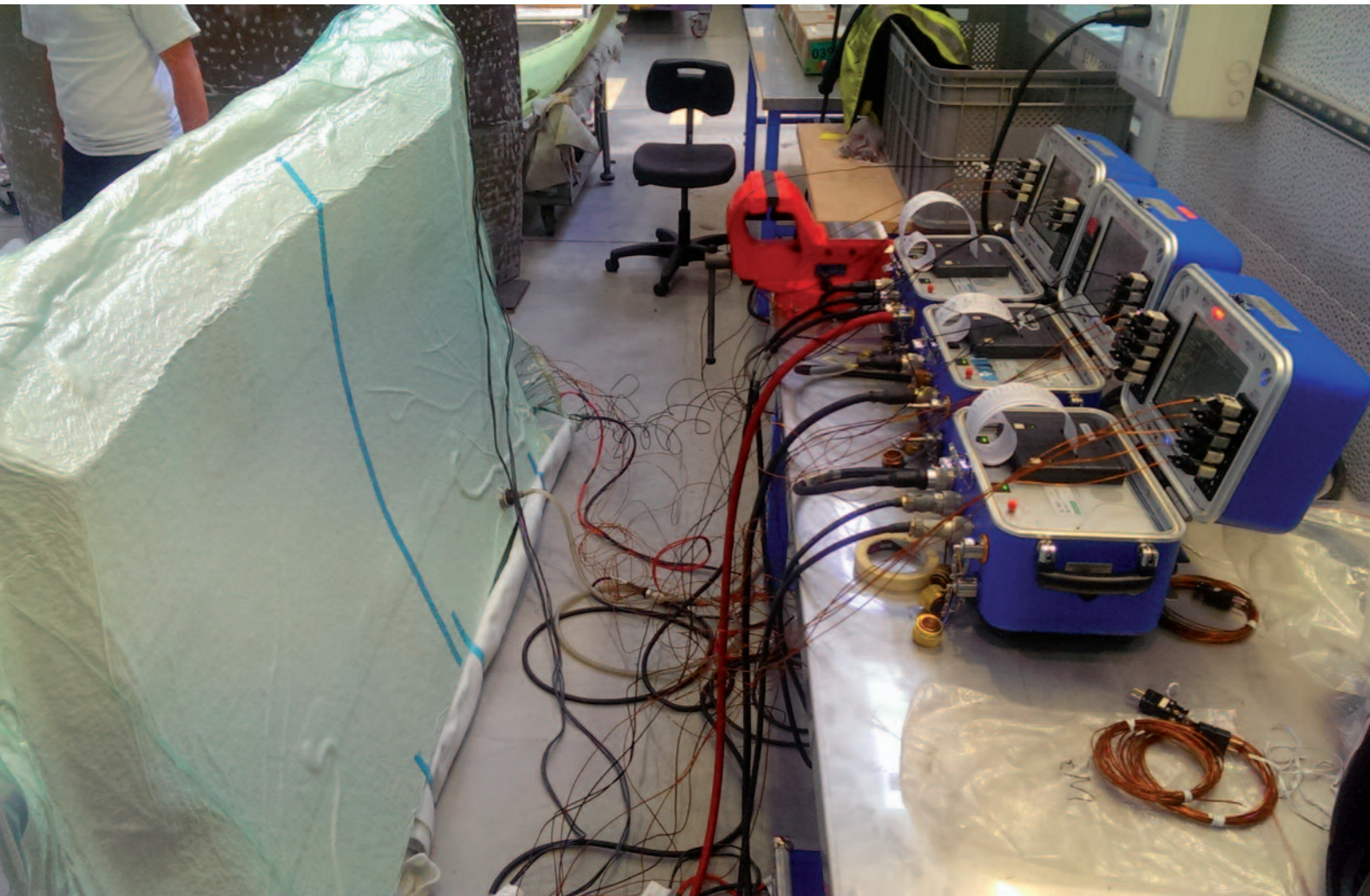


MATÉRIAUX COMPOSITES

UN TAPIS CHAUFFANT POUR RÉPARER LES NACELLES DU GE90



GMI AERO A DÉVELOPPÉ, EN PARTENARIAT AVEC AFI KLM E&M, UN TAPIS CHAUFFANT DESTINÉ À LA RÉPARATION DES NACELLES DE MOTEUR DES TURBORÉACTEURS GENERAL ELECTRIC GE90 UTILISÉS SUR LES BOEING 777 D'AIR FRANCE, PERMETTANT AINSI DE RÉDUIRE LES COÛTS DE RÉPARATION, MAIS ÉGALEMENT LES DÉLAIS D'EXÉCUTION.

GMI Aero a développé, en partenariat avec AFI KLM E&M, un tapis chauffant destiné à la réparation des na-

celles de moteur des turboréacteurs General Electric GE90 utilisés sur les Boeing 777 de la compagnie nationale, en dehors des autoclaves, permettant ainsi

de réduire les coûts de réparation, mais également les TAT (délais d'exécution).

« Nous travaillons dans le domaine des réparations de structures composites, nous faisons des développements sur le sujet, nous fournissons des équipements, mais également des études sur des procédés de réparation. Nous sommes coutumiers de soutenir un certain nombre de nos clients avec des solutions particulières et nous travaillons

régulièrement avec Air France sur ce thème-là », commente Roland Chemama, président de GMI Aero.

AIR FRANCE SOLLICITE GMI AERO.

Un an plus tôt, en septembre 2017, Air France demande à la société GMI Aero d'étudier un système chauffant pour un problème qui lui était soumis, celui d'une large surface d'une nacelle qui était celle du General Electric GE90.

« Nous avons étudié ce problème-là assez rapidement, pensant que ce dernier était simple, puis nous nous sommes rendu compte qu'il s'agissait d'un sujet nécessitant un développement, puisque la structure à chauffer était assez complexe. Le problème, l'interface théorique de méthodes et de moyens, se place sur le plan thermique. Il s'agit d'être capable de chauffer et de cuire pour coller la réparation dans les exigences qui sont celles du constructeur et des produits utilisés », développe Roland Chemama. « Si on veut pouvoir garantir la qualité de la réparation, il faut être capable d'affirmer qu'en tous points de celle-ci, qui s'étale sur 2 m² de surface complexe aussi bien en termes d'épaisseur que de matériaux, on a cuit l'ensemble à 175° avec une contrainte très étroite de plus ou moins 5°. C'est un problème classique pour les techniciens qui font des réparations, classique au sens où il est récurrent », ajoute-t-il. La qualité de la réparation doit être compatible avec les performances exigibles par le SRM, soit le manuel de maintenance des structures. « C'est relativement simple lorsqu'on est sur une petite surface, car qui dit petite surface dit surface homogène, mais à partir du moment où on s'étend en dimensions, on recouvre des structures qui varient en épaisseur ou en nature, et le problème devient assez compliqué », explique Roland Chemama.

PREMIÈRE ÉTUDE ET SECONDE ÉTAPE.

Le problème a été étudié sur place en faisant une itération entre une première étude, qui a donné un certain nombre d'in-

dications pour réaliser la conception du tapis chauffant, puis une seconde étape tout aussi importante, qui a été la mise en œuvre du tapis. « Les résultats ne se font pas en posant le tapis et en allumant la machine qui alimente ce dernier. Il faut aussi mettre en œuvre un certain nombre de procédures qui relèvent de connaissances thermiques et, dans ce cas, l'itération entre notre ingénieur et l'équipe d'Air France a été fondamentale », ajoute Roland Chemama.

Un des ingénieurs de GMI Aero, Konstantinos Kitsianos, a étudié les réponses thermiques de cette structure lorsqu'elle est chauffée. « Konstantinos a mis en évidence le détail de la structure, zone sandwich, zone renforcée, zone monolithique. Il a plaqué sur cette structure un design de zone chauffante qui permet d'obtenir une répartition en température recherchée », détaille Roland Chemama.

Pour des réparations de haute catégorie, le fonctionnement du tapis chauffant est assez classique. « Historiquement, il y a eu des réparations à basse température à 70-80°, puis des réparations avec des pré-imprégnés qui ont nécessité des températures de 120° au minimum, puis des pièces structurales, c'est donc aujourd'hui le cas - 175-180° -, qui sont des températures de cuisson pour la fabrication des structures en autoclave », ajoute Roland Chemama.

Des réparations nécessitent l'utilisation de ces mêmes matériaux dans des conditions plus ou moins semblables de vide et parfois de pression localisée, mais en tout cas à 180°. « Il est assez

difficile de cuire à 180°, car, plus on monte en température, plus les écarts sont importants ; pour ce faire, on conçoit un système chauffant qui doit être souple, résistant à la température et homogène. C'est un système de membranes en silicone qui encapsulent un réseau conçu spé-

« Si on veut pouvoir garantir la qualité de la réparation, il faut être capable d'affirmer qu'en tous points de celle-ci, qui s'étale sur 2 m² de surface complexe aussi bien en termes d'épaisseur que de matériaux, on a cuit l'ensemble à 175° avec une contrainte très étroite de plus ou moins 5° ».

cialement de fils chauffants et qui sont disposés d'une certaine manière de façon à obtenir des résultats de chauffe optimisés. Autrement dit, l'image du mailage dans le tapis est l'image thermique de la structure, si on doit chauffer plus à droite qu'à gauche, etc. Il faut avoir des circuits chauffants indépendants », remarque

Roland Chemama. C'est pour cette raison que le tapis chauffant a été conçu en plusieurs zones de chauffe, huit exactement, car huit réactions thermiques ont été mises en évidence sur la surface de 2 m². « Une fois qu'on a le système chauffant, il faut l'alimenter et le piloter. Il faut alors mettre en œuvre les consoles de collage, les valises Anita que nous fabriquons. En travaillant avec Air France, pour des raisons de logistique, nous avons réduit le nombre de zones à six et nous avons déterminé que trois consoles permettaient de piloter le tapis chauffant. Pour ce type de pièce, il ne s'agit pas d'un problème ponctuel, puisque la pénétration de l'eau et l'endommagement de la structure à la jonction de la fermeture des deux capots moteurs sont des problèmes qui nous ont été signalés par beaucoup d'autres clients utilisateurs du GE90 », poursuit Roland Chemama. L'utilisation du tapis chauffant ne se limitera pas seulement à ce turboréacteur.

UNE DÉMARCHÉ GÉNÉRIQUE.

« Au-delà de l'appareil ou du système préconçu, il y a une démarche, laquelle est générique. Lorsque l'étude est relativement simple, avec des données d'ingénierie, nous pouvons développer une méthodologie plus modélisée à partir d'un modèle thermique et obtenir un dessin d'un système chauffant reproduisant le maillage qui va permettre d'optimiser la distribution thermique sur la surface », conclut Roland Chemama.

■ **Antony Angrand**

TWEET AIR

#MCO. L'armée de l'Air royale danoise confie le MCO des moteurs Arriel 1D1 de ses Airbus Helicopters AS550C2 Fennec à Safran Helicopter Engines. **#Airbus Helicopters.** Airbus Helicopters va ajouter un nouvel atelier de MRO sur son site actuel de Kobe au Japon, avec une capacité d'accueil poussée à 40 hélicoptères de type H160, H155, H175 simultanément. **#Erasmus.** L'Afmaé, le CFA des métiers de l'aérien, passe à Erasmus avec l'établissement belge Technifutur, l'italien Isis A. Ponti, le finlandais Ksao et l'allemand Berufskolleg.