

SOLUTIONS

reportage

60 tonnes sur les pneus...

LMS Engineering Services a mené une campagne d'essais modaux sur le train d'atterrissage destiné à l'Airbus A380. Les résultats ont permis de valider les calculs numériques réalisés par l'avionneur pour l'analyse de structure de cet élément mécanique de plus de 5 tonnes.

Corréler essais numériques et tests réels

A pleine charge, l'Airbus A380 pèse 589 tonnes. Autant dire que cet avion de ligne impose des seuils d'exigence très élevés quant à la conception de ses trains d'atterrissage. C'est le fabricant Goodrich, spécialiste mondial sur ce créneau, qui a été choisi pour développer et construire cet élément. L'entreprise a fait appel à l'équipe de LMS Engineering Services basée aux Etats-Unis pour l'aider dans sa campagne d'essais structuraux du train d'atterrissage situé sous le fuselage. « Nous avons demandé à LMS d'effectuer une AME (Analyse Modale Expérimentale), ce qui nous a permis de valider les modèles éléments finis de cet assemblage mécanique des plus complexes »,

déclare Alvin Fong, Responsable des performances de train d'atterrissage sur le site de Goodrich. « Le train d'atterrissage à six roues pèse plus de cinq tonnes et mesure 7,6 mètres lorsqu'il est totalement déployé ! Notre mission consistait à atteindre la stabilité modale et les performances structurales nécessaires pour garantir que le train supportera toutes les charges et contraintes auxquelles il sera soumis tout au long de sa durée de vie utile. »

La campagne de tests s'est déroulée sur le site d'essais de Goodrich à Oakville au Canada. Celui-ci dispose d'un banc d'essais géant doté de neuf baies d'essai, pouvant chacune prendre en charge un train de fuselage ou d'aile de l'A380 ! La structure complète repose sur un puits de 0,9 mètre de profondeur faisant environ la taille de deux terrains de

football ! Le train d'atterrissage a donc été suspendu en mode « libre-libre » à cette structure d'acier pour exécuter les essais. Pour éviter autant que possible qu'il y ait du jeu dans les joints du train d'atterrissage, les consultants LMS lui ont préalablement appliqué des forces statiques, au moyen d'élastiques de rappel souples.

S'assurer de la validité des essais

Pour produire suffisamment d'énergie afin d'analyser un prototype d'une telle taille, LMS a utilisé deux pots vibrants électrodynamiques générant des forces maximales de 1000 Newton. Ils ont été configurés de manière à appliquer soit un signal aléatoire en salve, soit une excitation sinusoïdale synthétique. Les premiers essais modaux

ont révélé que le banc d'essai lui-même effectuait un mouvement caractéristique d'avant en arrière ! Les ingénieurs ont pu observer un couplage dynamique entre les modes du train et ceux du banc d'essai. Afin de surveiller de près ces interférences « banc/train », les ingénieurs ont ajouté des points de mesure spécifiques au banc de tests. Enfin, pour valider la configuration des essais, ils ont évalué les spectres de puissance en auto-corrélation, ainsi que la cohérence et la réciprocité des Fonctions de Réponse en Fréquence (FRF). Les spectres de puissance en auto-corrélation liés à l'excitation au pot vibrant avant et arrière ont montré que les deux entrées de pot vibrant affichaient le même niveau de force et excitaient toutes les fréquences de la même manière dans la bande de fréquences intéressant les

ingénieurs. « Lorsque nous avons évalué la cohérence et la réciprocité des FRF de la structure, les deux entrées de pot vibrant générant un signal aléatoire en salve créaient uniquement un comportement de train d'atterrissage non linéaire limité, que ce soit en course statique ou en position déployée, et ce, à des niveaux de force définis entre 5 et 15 Newton », explique Paul Weal, Directeur du développement au sein de LMS Engineering Services. « Toutefois, lorsque nous avons augmenté nettement les niveaux de force, nous avons constaté un comportement non linéaire plus prononcé, principalement dû à la présence d'un faible jeu au niveau des joints très larges du train d'atterrissage. Lorsque nous avons effectué des essais à des niveaux de force plus élevés, les modes de flexion et de torsion obtenus sont devenus réellement apparents, puisque nous avons observé des déplacements

d'environ 2 cm. A l'aide de fonctions FRF aux points d'application, nous avons caractérisé l'évolution de la non-linéarité résultant de l'augmentation des niveaux de force ».

Objectifs atteints

La campagne d'essais à proprement parler a débuté par la sélection des modes de train d'atterrissage. Les consultants LMS ont très vite obtenu des informations sur la résonance modale. A partir de ces données, les paramètres modaux individuels ont pu être extraits et ont servi de base à la synthèse des FRF par le calcul. Le haut niveau de corrélation a montré que l'analyse modale a pu reproduire avec précision les FRF mesurées. « Les modes les plus significatifs extraits de la configuration en course statique du train d'atterrissage étaient les modes avant/arrière, latéral et résonance de torsion en dessous de 15 Hz. En course allongée,



Afin de produire suffisamment d'énergie durant les essais modaux d'un spécimen d'une telle taille, les ingénieurs LMS ont mis en place plusieurs pots vibrants.



Le système de train d'atterrissage à six roues pèse environ 5443 kg et mesure plus de 7,6 mètres lorsqu'il est totalement déployé.

les modes avant/arrière, latéral et torsion identifiés étaient moins marqués qu'en course statique. De manière générale, les fréquences de mode mesurées se sont avérées inférieures aux prédictions. Ce projet confirme les caractéristiques modales de la partie droite du système de train d'atterrissage de fuselage développé par Goodrich. Les principales déformées modales extraites des données d'essai ont été utilisées pour vérifier les modèles EF, et ont permis d'étayer les études de structure réalisées chez Airbus », déclare Alvin Fong.

Ces expérimentations ont également confirmé l'influence dynamique du banc d'essai sur les tests modaux,

et donc l'obligation d'effectuer des essais supplémentaires afin de caractériser les points d'attache du train d'atterrissage au banc lui-même.

Finalement, l'expérience d'Alvin Fong concernant la conception des bâtis-moteur fixés à la cellule ainsi que l'expertise en analyse modale des ingénieurs LMS ont largement contribué à déterminer avec plus de précision les performances du train d'atterrissage. « La campagne d'essais d'analyse modale expérimentale a permis d'affiner les modèles virtuels du train d'atterrissage de fuselage, concourant ainsi aux études de stabilité et à l'analyse structurale », a conclu le spécialiste de Goodrich. ■