

Mesure de vibrations : les capteurs de PCB Piezotronics répondent aux exigences de l'ONERA

L'une des missions du Département Aéroélasticité et Dynamique des Structures de l'ONERA est de procéder aux essais vibratoires au sol d'aéronefs. Plusieurs centaines d'accéléromètres sont alors mis œuvre. L'ONERA a opté pour les accéléromètres de PCB Piezotronics. Au-delà de leur fiabilité, leur compacité et leur précision, c'est le large panel proposé au niveau de leurs spécifications qui a dicté choix.



L'ONERA est une référence dans son domaine.

Organisme pluridisciplinaire doté de moyens d'expérimentation, le Département Aéroélasticité et Dynamique des Structures dispose notamment de grandes tailles pour répondre à la grande diversité des clients : Airbus, Eurocopter, Snecma, etc. de son côté, PCB Piezotronics propose une gamme de capteurs de grandeurs physiques (vibrations, force, pression, acoustique). Depuis de nombreuses années, la société recommande des solutions techniques à l'ONERA, répond au mieux à ses exigences spécifiques et l'accompagne dans la réalisation de ses projets. « Nous avons notamment réalisé les essais de vibrations au sol de tous les Airbus assemblés à Toulouse depuis 1972. Les trois derniers en date : l'A380 en 2005, l'A350 en 2013 et l'A320 Neo en 2014 », rapporte Stéphane Giclais, responsable projets en dynamique des structures expérimentale au sein de ce département.



L'ONERA partenaire de référence pour Airbus, Dassault, Snecma, Eurocopter...

L'une des missions de cette entité est de développer des méthodes de prédiction du comportement dynamique des structures pour mieux calculer ou prédire leur comportement mécanique aux sollicitations aérodynamiques stationnaires (vibratoires) des aéronefs. Son rôle est de procéder aux essais de vibrations au sol des avions ou de tout autre système tel qu'un train d'atterrissage ou une aube de turbine. « Ces essais permettent de valider le modèle mathématique de l'avion complet ou d'une partie de celui-ci, et de prédire si les structures volantes vont résister aux sollicitations vibratoires pendant le vol. Car toutes turbulences, chocs ou manœuvres brutales peuvent conduire à des vibrations qui peuvent soit s'amortir et s'annihiler, soit au contraire s'amplifier jusqu'à la casse » explique Pascal Lubrina, également responsable projets en dynamique des structures expérimentale au sein du Département Aéroélasticité et Dynamique des Structures de l'ONERA.

Instrumenter les équipements avec des capteurs fiables pour un travail en flux tendu

Pour mener à bien ces essais, il faut solliciter la structure avec les excitateurs électrodynamiques adaptés, positionnés à différents endroits, et mesurer les réponses vibratoires. A partir de l'analyse des fonctions de transfert représentant les réponses en fonction des stimuli, les ingénieurs de l'ONERA construisent un modèle modal représentatif du comportement dynamique de la structure ce qui réclame la mise en place de centaines de capteurs (de 500 à 800 sur Airbus), de conditionneurs et d'un système d'acquisition et de post-traitement des données performant. « Nous travaillons de plus en plus en flux tendu. Les données sont post-traitées in situ pendant la campagne d'essais. La consolidation finale est ensuite réalisée dans nos laboratoires », précise Stéphane Giclais.

Les équipes de l'ONERA réalisent le post-traitement des données et l'analyse modale à partir d'outils du commerce qui adressent correctement les comportements vibratoires conventionnels et de méthodes développées en interne lorsque la réponse de la structure ne peut pas être correctement décrite par les modèles

mathématiques traditionnels. Dans ce contexte, les capteurs sont des éléments cruciaux et l'ONERA a donc pris un soin tout particulier dans leur choix. Afin de caractériser dynamiquement la structure, il a opté pour des capteurs de contact de type accéléromètre. Au-delà de la fiabilité, la compacité et la précision attendues, ces capteurs doivent offrir un panel suffisamment large au niveau de leurs spécifications pour répondre à une large variété d'applications tant au niveau de leur bande de fréquences d'analyse, le niveau de vibration supporté, leur sensibilité, leur tenue au choc et leur masse. Avant de s'équiper des 500 accéléromètres dont il avait besoin pour conduire ces essais, l'ONERA a comparé et testé avec la plus grande attention l'offre de différents fournisseurs. Rien n'a été laissé au hasard. « Nous avons même vérifié que les capteurs continuaient bien à fonctionner après un choc violent », se souvient Pascal Lubrina.



Ce sont finalement les accéléromètres de PCB Piezotronics qui ont été retenus. « Pour notre application, ce sont les meilleurs capteurs », assure Stéphane Giclais. Outre leur compacité et leur résistance au choc, ces accéléromètres répondaient à la demande en termes de précision (10^{-4} g), de bande de fréquences (0,2 Hz à 2 kHz) et de masse (une dizaine de grammes). Cerise sur le gâteau : ils sont disponibles en ICP (conditionnement embarqué) et supportent le standard TEDS facilitant leur configuration. « La technologie ICP rend possible l'acquisition de signaux très faiblement bruités sur 80 à 100 mètres de câbles. De plus, elle nous renseigne via des leds de l'état de fonctionnement du capteur », souligne Pascal Lubrina. Le standard TEDS met en œuvre une mémoire EPROM dans le capteur dans laquelle sont notamment sauvegardées sa gamme de mesure et sa sensibilité et le système d'acquisition accède directement à ces informations ce qui évite leur saisie manuelle lors de la configuration de l'essai et donc limite les risques d'erreur.

20% de temps gagné grâce aux technologies ICP et TEDS des capteurs PCB Piezotronics

Au final, les technologies ICP et TEDS contribuent à simplifier, à fiabiliser et à accélérer l'installation des centaines de capteurs nécessaires à la campagne d'essai, et à réduire le temps alloué à la vérification des configurations. « A demande équivalente, c'est 20 % de temps gagné lors de l'installation d'essai », estime Stéphane Giclais ce qui répond aux attentes des industriels aéronautiques qui souhaitent disposer le plus vite possible de données pour valider leurs



modèles numériques et confirmer certaines hypothèses avant le premier vol d'essai. « A cahier des charges et taille d'avion comparables la durée des essais est passée en quelques années d'environ trois semaines à environ une semaine tout en délivrant aux industriels davantage d'informations et d'analyses », conclut Pascal Lubrina.

À propos de PCB Piezotronics

PCB Piezotronics conçoit et fabrique des capteurs de mesure de grandeurs physiques : vibration, accélération, choc, force, pression, acoustique. S'appuyant au quotidien sur ses trois piliers fondateurs : Qualité Produits, Compétences Applicatives et Service Clients, PCB Piezotronics propose, depuis sa création en 1967 à Buffalo (USA), une offre adaptée aux secteurs de l'industrie, énergie, automobile, R&D, aéronautique, aérospatial et militaire. PCB Piezotronics est certifié ISO 9001 et AS 9100 (normes pour l'aviation, le spatial et la défense). Plus d'informations sur : www.pcbpiezotronics.fr

www.pcbpiezotronics.fr