

Un simulateur de vol qui donne des ailes

Qui n'a pas rêvé un jour de devenir pilote d'avion ? Mais une formation en aéronautique coûte cher et un avion coûte encore plus cher. Pourtant, en plein centre de Montréal, à l'ÉTS, une équipe hyper spécialisée d'une vingtaine d'étudiants de doctorat et de maîtrise a l'occasion d'effectuer, mesurer et valider toutes les phases du pilotage: depuis l'accélération au moment du décollage jusqu'au freinage à l'atterrissage, en passant par les turbulences en vol.



Ruxandra Botez, responsable du Laboratoire de recherche en commande active, avionique et en aéroserveoélasticité où a été installé le simulateur de vol.

Ce travail sur le comportement des aéronefs est possible grâce au simulateur de vol de recherche du Laboratoire de recherche en commande active, avionique et en aéroserveoélasticité (LARCASE). « Chaque panne et toutes les conditions météo imaginables peuvent être simulées avec un très grand réalisme, déclare Ruxandra Botez, professeure au Département de génie de la production automatisée et responsable du LARCASE. Grâce à ce simulateur de recherche, nous pourrions mener à bien nos analyses de recherche sur la stabilité de l'avion. »

Le domaine d'expertise de Ruxandra Botez est particulièrement critique car il concerne la stabilité des aéronefs. Ses travaux de recherche en collaboration avec le NASA Dryden Flight Research Center (DFRC) et sur plusieurs projets en collaboration avec d'autres compagnies aéronautiques (Bell Helicopter, Bombardier, CAE, Thales, CMC Électronique, etc.) ont fait d'elle une spécialiste en modélisation et simulation des aéronefs de renommée internationale.

Voilà pourquoi la Fondation canadienne pour l'innovation, le gouvernement du Québec et CAE ont uni leurs efforts pour financer l'acquisition d'un simulateur de vol des aéronefs pour la recherche. « Grâce à cet équipement, explique-t-elle, les chercheurs de l'ÉTS pourront étudier avec un très grand réalisme les effets des rafales de vent, de la turbulence, du décrochage, du givrage, des types de pistes d'atterrissage, sur la dynamique des avions en vol et même au sol. »

Fabriqué par CAE, ce simulateur de vol a l'architecture d'un modèle d'entraînement aux procédures (IPT) et appartient à la série Simfinity pour jet d'affaires Cessna Citation X. Il a été certifié au niveau D par l'European Aviation Safety Agency (EASA) et la Federal Aviation Administration (FAA) américaine, ce qui est la plus haute certification pour la dynamique

de vol dans la classification des simulateurs de vol.

L'équipe de CAE l'a ensuite modifié et rehaussé par des écrans de visualisation et des commandes physiques (volant, pédales, joystick) typiques d'un cockpit d'avion. « Je tiens à souligner la coopération de CAE qui est allée jusqu'à nous offrir le code source ouvert pour la modélisation aérodynamique, ajoute Mme Botez. Il s'agit d'une pratique tout à fait inusitée dans l'industrie. » Le résultat est un prototype de simulateur de vol des aéronefs pour la recherche unique dans le monde universitaire. Il a ensuite fallu apprendre à piloter la Cessna Citation X qui, avec une vitesse de Mach 0.92, est le jet d'affaires le plus rapide au monde. Au total, les travaux d'adaptation du simulateur de vol ont duré près d'un an (de mai 2009 à avril 2010).

Ce simulateur de vol jouera un rôle clé dans le programme de recherche de Ruxandra Botez. En effet, voilà plus de cinq ans que la responsable du LARCASE poursuit une analyse approfondie de la stabilité des aéronefs en se basant sur ses données géométriques et en utilisant des références internationalement reconnues dans le domaine aéronautique, tel que les DATCOM de l'USAF et autres formulations nouvelles aérodynamiques.

Ce programme a déjà abouti à la mise au point d'un nouveau code appelé FDerivatives et destiné à intégrer les calculs de la dynamique des fluides (CFD) dans la simulation de vol en temps réel. Grâce au simulateur de vol, l'équipe du LARCASE pourra passer dans les mois qui viennent à la prochaine étape du programme de recherche qui consiste en la validation du code FDerivatives sur le Cessna Citation X.

Pour ce faire, il a d'abord fallu réunir un maximum de données géométriques et sur les conditions de vol des aéronefs à étudier. Or, ces données sont considérées par chaque entreprise manufacturière comme

hautement secrètes. Grâce à des ententes de confidentialité passées entre l'ÉTS, Cessna et CAE, cette dernière a fourni les données géométriques et de vol des avions d'affaires Hawker 800 XP et Cessna Citation X. En outre, Ruxandra Botez a également eu accès aux données géométriques et de soufflerie de l'avion militaire allemand-américain expérimental X-31 via le groupe de travail AVT-168 de l'OTAN, avec lequel elle collabore. L'adjonction d'un avion comme le X-31 aux travaux de validation du code FDerivatives est particulièrement bienvenue car la géométrie du X-31 est complètement distincte de celle des avions civils. En effet, il possède deux surfaces portantes, un plan canard¹ à l'avant et une aile à l'arrière.

Les données de vol issues du simulateur seront recueillies et ensuite exprimées sous formes d'entrées et sorties des aéronefs pour toutes les conditions de tests de vol. Les diverses conditions de surface de pistes, de rafales et de turbulences (turbulence légère, modérée, extrême, Clear Air

Turbulence) et le décrochage sont des cas critiques de la dynamique de vol.

En se basant sur les entrées et sorties du simulateur de recherche, de nouvelles méthodologies seront conçues, mises en œuvre et validées pour la conception de modèles dynamiques de vol et au sol à l'aide d'algorithmes non linéaires modernes, principalement basés sur les théories des réseaux de neurones et de la logique floue.

L'originalité de ce travail réside dans la conception et la validation d'un nouveau code rapide pour l'analyse de la stabilité des avions en fonction de deux axes de recherche: le traitement des données géométriques et l'utilisation d'algorithmes non linéaires. Il sera ainsi possible de réduire le temps de décision du design préliminaire de l'avion, ainsi que le nombre de vols d'essai exigés pour la validation de chaque modèle d'avion.

¹ Un plan canard est une surface portante placée à l'avant d'un aéronef.

Une soufflerie subsonique à l'ÉTS

Autre atout maître dans les recherches de Ruxandra Botez sur la stabilité des aéronefs : l'adjonction d'une soufflerie subsonique au LARCASE. En avril 2010, Michael Païdoussis, professeur émérite à l'Université McGill, a fait don à la chercheuse (son ancienne étudiante dont il a dirigé la thèse de doctorat) d'une soufflerie subsonique avec une chambre d'essais 2 pi sur 3 pi. Conçue par les professeurs Stuart Price et Michael Païdoussis, experts en aéroélasticité et en interactions entre les fluides et les structures, cette soufflerie est connue dans le monde de la recherche sous le nom « Price-Païdoussis subsonic blown down wind tunnel ». Des recherches en aérodynamique sur le Cessna Citation X seront validées et ainsi complétées par des essais en soufflerie.