



© ONERA

Simulation numérique des interactions aérodynamiques sur le démonstrateur Racer.

LES RECHERCHES HÉLICOPTÈRES À L'ONERA



ARNAUD LE PAPE
directeur du programme
hélicoptères à l'Onera

Quelles sont les recherches en cours pour ouvrir de nouveaux champs technologiques au véhicule hélicoptère ? C'est par nature la fonction de l'Onera que de porter ces recherches et de distinguer le possible du chimérique.

Les activités hélicoptères et voilures tournantes s'inscrivent depuis plus de vingt ans à l'Onera dans un contexte de coopération avec le DLR (Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt), centre de recherche allemand, dans le cadre d'un programme commun couvrant l'ensemble des activités de cette finalité. Cette coopération structurante fait de l'Onera et du DLR des partenaires au premier rang

REPÈRES

L'Onera, centre d'étude et de recherche dans les domaines de l'aéronautique, de l'espace et de la défense, remplit une mission d'expertise, de soutien scientifique et d'innovation au bénéfice de l'État français et des acteurs nationaux. Cette mission se décline sur les hélicoptères depuis plusieurs décennies avec une forte contribution dans de nombreux domaines technologiques que l'on retrouve aujourd'hui sur la plupart des appareils produits pour les armées ou pour les missions civiles par Airbus Helicopters. On retrouve des travaux Onera notamment dans les rotors principaux au niveau des extrémités de pales en flèche de forme parabolique (années 1970), des profils aérodynamiques (années 1980-1990) ou des formes de pale innovantes comme la pale Blue Edge® (années 2000) qui équipe le H160, dernier appareil certifié en 2020.

européen et mondial dans la recherche sur les hélicoptères et permet une coordination franco-allemande des travaux réalisés avec l'industrie. La coopération est structurée autour de cinq axes de recherche, au sein desquels sont déclinés les objectifs suivants : le développement du « socle de connaissances scientifiques », la mise au point de méthodologie et le développement d'outils expérimentaux et numériques, la mise au point d'innovations technologiques, la validation et la démonstration au bénéfice des applications voilures tournantes.

Les travaux de recherche sur les hélicoptères de ces dernières années se sont principalement articulés autour de trois grands sujets.

L'amélioration incrémentale de la formule hélicoptère

Des progrès significatifs sont démontrés à chaque génération d'hélicoptère, tant sur les composants que sur les fonctions des systèmes embarqués, comme l'a démontré le H160 avec la pale Blue Edge® évoquée plus haut. Ces améliorations continues s'appuient sur des méthodes et outils qui sont utilisés de l'avant-projet au développement et pour lesquels l'Onera apporte une forte contribution. C'est le cas pour les outils aéromécaniques, où l'Onera contribue à améliorer la représentativité par l'apport de modélisation physique plus riche, la robustesse ou encore l'efficacité des simulations numériques. C'est le cas par exemple pour les outils numériques en aérodynamique et en acoustique qui sont utilisés pour l'amélioration des performances des parties tournantes et des parties fixes. Les émissions et nuisances sonores sont un inconvénient majeur pour les hélicoptères, en particulier pour les applications civiles en milieu urbain ou périurbain. Les travaux →

LES CINQ AXES DE RECHERCHE FRANCO-ALLEMANDE

Ces 5 *research fields* couvrent un large spectre de disciplines et de travaux et représentent la richesse des compétences de l'Onera et du DLR sur les hélicoptères.

Research Field 1 : L'hélicoptère virtuel aérodynamique, thème qui recouvre les activités de simulation et expérimentation (soufflerie) en aérodynamique, ainsi que les approches pluridisciplinaires pour la prévision et l'amélioration des performances.

Research Field 2 : L'hélicoptère silencieux et confortable, thème dans lequel cohabitent les activités acoustiques pour la prévision et la réduction du bruit externe et interne, les études de propagation et de perception du bruit, ainsi que les travaux sur la dynamique vibratoire.

Research Field 3 : L'hélicoptère intelligent ; ce thème inclut les travaux sur la mécanique et les qualités de vol, l'assistance au pilotage, ainsi que toutes les recherches dédiées à l'amélioration de la sécurité des vols. On y trouve aussi les études centrées sur l'autonomie des vols pour les appareils non pilotés ou à pilotage optionnel. Ces travaux sont accompagnés d'études sur les facteurs humains (par exemple en vol opérationnel, gestion des informations-perceptions et compréhension par le pilote des situations complexes) et l'interaction avec les fonctions d'autonomie des appareils.

Research Field 4 : L'hélicoptère robuste ; ce thème couvre les études et recherche sur l'amélioration de la survivabilité des hélicoptères (par exemple en cas de crash ou d'impact d'oiseaux ou de drones) et la réduction de leur vulnérabilité (par exemple vis-à-vis de menace balistique). On y trouve également les études liées à la résistance aux phénomènes météorologiques comme la foudre ou le givre, pour une capacité de vol « tout temps ».

Research Field 5 : L'hélicoptère innovant ; ce thème est centré sur les innovations technologiques (par exemple les pales actives) et les nouvelles configurations de véhicule comme les appareils multirotors à propulsion hybride ou tout électrique pour les missions de mobilité aérienne urbaine.

→ de l'Onera couvrent dans ce domaine les capacités de prévision précise du bruit émis et des technologies de réduction de ces émissions (formes de pale, traitements acoustiques), mais aussi les aspects propagation et perception du bruit pour la quantification des nuisances. Un autre axe majeur concerne la sécurité des vols avec des travaux sur l'anticipation, la détection et la mise en œuvre de fonction d'aide au pilote pour différents phénomènes rencontrés par l'hélicoptère. On peut citer le phénomène de *Vortex Ring State* (VRS) que peut rencontrer l'hélicoptère en vol de descente et qui peut entraîner une perte de contrôle et une forte accélération de la vitesse de descente, ou l'autorotation qui permet au pilote d'hélicoptère de maintenir le vol en cas de panne moteur. Dans ces deux cas de vol, la réactivité du pilote est essentielle. L'Onera a pu proposer des solutions fondées sur une connaissance précise des phénomènes et une simulation de vol avec commande ou alerte spécifique (brevet Onera-DGA sur le VRS). Pour l'ensemble de ces études, l'Onera s'appuie également sur d'importants moyens expérimentaux, comme les souffleries pour l'aérodynamique et l'acoustique ou un simulateur de vol expérimental pour les fonctions d'aide au pilotage.

Les nouvelles formules et la grande vitesse

La formule hélicoptère a ces dernières années été repensée pour de nouveaux besoins comme celui de la grande vitesse, portée en particulier par des besoins militaires outre-Atlantique. L'atteinte d'une vitesse maximale plus importante passe par l'ajout d'une propulsion auxiliaire. La solution proposée par Airbus Helicopters avec le démonstrateur X3 puis le démonstrateur Racer s'appuie ainsi sur deux hélices latérales pour la propulsion additionnelle et une voilure qui assure une partie de la portance à grande vitesse et soulage ainsi le rotor principal. L'Onera participe à ces travaux et, en particulier pour le Racer, a travaillé à la définition des hélices latérales et des parties arrière en prenant en compte les interactions aérodynamiques complexes entre les différents composants. Les travaux portent également sur le bruit rayonné par cette configuration, en développant des outils adaptés prenant en compte les interactions et les effets de masquage acoustique. Les prévisions acoustiques réalisées par l'Onera permettent à Airbus Helicopters d'évaluer les émissions sonores pour les différents modes de vol que permettent ces nouvelles formules. La grande vitesse

“Deux hélices latérales pour la propulsion additionnelle.”

n'est pas l'unique possibilité d'extension des capacités des hélicoptères. On peut citer ainsi les réflexions sur la coopération hélicoptères-drones pour accroître les capacités pour des missions civiles (sauvetage par exemple) ou militaires. Dans ce domaine, les études menées concernent à la fois la sécurité des vols coordonnés de l'hélicoptère et du drone et les aspects facteurs humains associés à la supervision de systèmes partiellement ou complètement autonomes.

Les nouveaux usages

Le développement de nouveaux appareils vise aussi de nouveaux usages de mobilité urbaine et périurbaine, fondés sur l'électrification et la distribution de la sustentation et de la propulsion. L'Onera accompagne l'expansion des voilures tournantes pour ces nouveaux usages, comme la mobilité urbaine aérienne (UAM, *Urban Air Mobility*) pour le transport de personnes ou de biens. Les activités abordent un grand nombre de sujets : le bruit et les nuisances, les aspects liés à la motorisation électrique, à la compatibilité électromagnétique, ou les aspects liés à la sécurité des vols, avec notamment la participation de l'Onera aux groupes de travail mis en place par l'EASA (European Union Aviation Safety Agency) pour établir les réglementations de certification pour ces nouveaux appareils. Enfin, les travaux portent également sur les aspects véhicule avec l'objectif de fédérer les compétences multidisciplinaires autour de la conception préliminaire d'un appareil pour des missions de mobilité urbaine. L'ambition est à la fois de faire progresser les méthodes et outils au travers d'un exercice de conception et également de construire un véhicule type, support nécessaire aux travaux futurs sur les différentes disciplines sur ce sujet.

Ainsi l'Onera en tant qu'acteur de recherche au service de l'État contribue aux recherches sur les hélicoptères et aux explorations du renouvellement de la formule hélicoptère pour les nouveaux besoins et les nouveaux usages. En assurant le lien entre recherche et industrie, il est aussi un partenaire privilégié de l'industrie et de la DGA pour la maturation des technologies et la mise en pratique des résultats de recherche avec l'appui de ses experts, de ses moyens expérimentaux et de ses outils de simulation. Son ambition est de poursuivre ses recherches pour rester au meilleur niveau scientifique et technique, afin d'une part de proposer et soutenir des innovations à l'industrie, et d'autre part d'accompagner les réflexions des services étatiques sur les futurs programmes militaires. X