



*« Evaluation expérimentale des interactions aérodynamiques rotor/propulseur
pour les hélicoptères grande vitesse».*

*"Experimental evaluation of the aerodynamic rotor/propeller helicopters interactions
for high speed helicopters"*

Soutenance de thèse – Lauriane Lefevre

Jeudi 8 Décembre 2022 à 14h00

A l'ENSAM - Lille

En distanciel par lien JITSY : <https://rdv.onera.fr/These-Llefevre>

Devant le jury composé de :

Directeur de Thèse :

Antoine Dazin, Professeur des Universités, ENSAM

Examineur :

Thomas Leweke	HdR, IRPHE, Aix-Marseille Université
Jean-Marc Foucaut	Professeur LMFL, Centrale
Antoine Dazin	Professeur LMFL, ENSAM
Vianney Nowinski	Docteur, LMFL

Rapporteur :

Nicolas Gourdain	Professeur ISAE/SUPAERO
Jacques Borée	Professeur PPRIME, ENSMA

Membre invité :

Ronan Boisard	Ingénieur ONERA
Sylvain Mouton	Ingénieur ONERA

Résumé / Abstract

Les hélicoptères sont largement utilisés pour des besoins civils et militaires. Les atouts des Appareils à Atterrissage et Décollage Vertical sont nombreux : capacité d'atterrissage et de décollage vertical, vol stationnaire et mobilité dans toutes les directions, ... Cependant, parmi d'autres limites, les configurations classiques ont une vitesse limitée à environ 300 km/h. Dans ce cadre, les hélicoptères grande-vitesse ont été créés. Dotés de rotors et/ou d'aile de portance supplémentaires, ces configurations permettent de décharger le rotor et d'augmenter l'efficacité aérodynamique de l'appareil. Cependant la multiplication d'éléments tournants génère une augmentation des interactions qui peuvent mener à une perte de performance, voire à des situations de vol critiques. Ainsi, cette thèse propose d'étudier expérimentalement les interactions rotor/propulseur en fonction des conditions de vol pour les hélicoptères hybrides, dont l'Eurocopter X3 et l'Airbus Hélicoptères RACER sont des exemples. A ce jour, des études numériques ont été menées, mais les phénomènes d'interaction complexes ne sont pas entièrement retranscrits. En parallèle, peu de données expérimentales sont disponibles.

Des études expérimentales sont menées pour souligner l'influence du paramètre d'avancement, de la vitesse de rotation du propulseur et de sa position sur les performances des rotors. Les essais sont menés sur une maquette à l'échelle 1/7,7 du Dauphin 365N dotée d'un propulseur dont la position est modifiable dans les trois directions. L'ensemble de la campagne est conduit dans la soufflerie de grande dimension L2 de l'ONERA.

Des mesures d'efforts et de champs de vitesse ont mis en avant l'absence d'interactions directes rotor/propulseur à grande vitesse. En vol stationnaire, cependant, le propulseur est entièrement immergé dans le sillage rotor, ce qui génère une augmentation de sa traction. A faible vitesse, l'hélice est partiellement immergée dans le sillage rotor. Dans ce cadre, une translation du propulseur vers la queue de l'appareil génère une augmentation des interactions et des performances du propulseur. L'absence de bénéfices observés lors de la translation verticale ou latérale de l'hélice a aussi été soulignée. Enfin, la faible influence des interactions du propulseur sur le rotor a été montrée pour l'ensemble des configurations de vol.

Helicopters are widely used for civil and military needs. The assets of the rotorcrafts are numerous: vertical take-off and landing, hovering and mobility in all directions ... However, amongst other limitations, the conventional configurations have a speed limited of about 300 km/h. In this context, the high-speed helicopters were created. Equipped with additional rotors and/or lifting devices, these configurations allow to unload the rotor and to increase the aerodynamic efficiency of the aircraft. However, the multiplication of rotating elements generates an increase of the interactions that can lead to a loss of performances, and even to critical flight situations. Thus, this thesis proposes to experimentally study the rotor/propeller interactions depending on the flight conditions for compound helicopters, of which the Eurocopter X3 and the Airbus RACER are examples. To date, numerical studies have been conducted but the complex phenomenon could not be transcribed entirely. In parallel, only few experimental data is available.

Experimental studies are lead to underline the influence of the advance ratio, of the rotational velocity of the propeller and of its position on the performances of the rotors. The tests are conducted on a 1/7.7 scale Dauphin 365N equipped with a propeller whose position is modifiable in all three directions. The entire campaign is conducted in the ONERA large-size L2 wind tunnel.

Efforts and velocity fields measurements highlighted the absence of direct rotor/propeller interaction at high speed. In hover, however, the propeller is entirely immersed in the rotor wake, which generates an increase of its performances. At low speed, the propeller is partially immersed in the rotor wake. In this context, a translation of the propeller towards the tail of the helicopter leads to increased interactions and propeller thrust. The absence of benefits consequent to the vertical or lateral translation has also been shown. Finally, the negligibility interactions of the propeller on the rotor has been highlighted for all the flight configurations.

Mots clés / Key words

HELICOPTERE, HELICOPTERES GRANDE VITESSE, INTERACTIONS AERODYNAMIQUES, INTERACTIONS ROTOR/ROTOR, INTERACTIONS ROTOR/PROPULSEUR

HELICOPTER, ROTORCRAFT, COMPOUND HELICOPTER, HIGH SPEED HELICOPTER, AERODYNAMIC INTERACTIONS, ROTOR/ROTOR INTERACTIONS, ROTOR/PROPELLER INTERACTIONS