

Influence de l'inclinaison du rotor et de l'angle d'incidence des pales sur la portance de l'autogire.

Étant intéressée depuis longtemps par l'aéronautique, j'ai décidé de mener mes recherches de TIPE sur la base aéronautique proche de chez moi. J'ai alors vu voler un aéronef plutôt surprenant qui a su retenir mon attention. Après m'être renseigné, l'autogire est devenu le sujet central de mon étude.

L'inclinaison du rotor et l'angle d'incidence des pales influencent directement la portance de l'autogire, qui joue directement de la transitions entre les phases de vol. Trouver des valeurs optimales pour ces paramètres permet alors d'avoir la meilleure conversion de l'énergie aérodynamique en portance qui est cruciale à l'autogire.

Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :

- *PHYSIQUE (Mécanique)*
- *SCIENCES INDUSTRIELLES (Génie Mécanique)*

Mots-clés (ÉTAPE 1) :

Mots-clés (en français) Mots-clés (en anglais)

<i>Autorotation</i>	<i>Autorotation</i>
<i>Portance aérodynamique</i>	<i>lift capacity</i>
<i>Rotor</i>	<i>Rotor</i>
<i>Pale</i>	<i>Blade</i>
<i>Angle d'incidence</i>	<i>Angle of incidence</i>

Bibliographie commentée

L'autogire est un aéronef particulier qui se distingue des hélicoptères et des avions par son mode de propulsion et de sustentation. Il s'agit d'un aéronef à voilure tournante, mais contrairement à un hélicoptère, l'autogire ne dépend pas de la puissance du moteur pour maintenir la rotation du rotor. La sustentation est obtenue par la rotation du rotor sous l'effet du mouvement de l'air. En effet, le simple fait qu'il y ait toujours un écoulement d'air sur le disque du rotor, dans le sens vertical vers le haut, entraîne le rotor de l'autogire. Des forces sont ainsi générées pendant l'autorotation, ce qui maintient les pales du rotor en rotation et crée une portance suffisante pour maintenir l'aéronef en vol [5].

Le terme "autorotation", apparu entre 1915 et 1920, a par la suite fait l'objet de nombreuses études visant à améliorer le vol en autogire [1]. En effet, le premier appareil créé par Juan de la Cierva manquait grandement de stabilité. Cependant, la réussite de ce vol a été déterminante pour le développement de l'hélicoptère moderne, qui a vu le jour plus de 15 ans plus tard.

L'autogire se compose de trois éléments principaux : le rotor principal, le chariot et le moteur avec son hélice propulsive qui fournit la poussée. Cette configuration présente plusieurs avantages [6]. Premièrement, elle permet une faible consommation de carburant et une grande sécurité en cas de panne moteur, car l'autogire peut continuer à voler en autorotation. De plus, cet appareil nécessite une piste d'atterrissage et de décollage bien plus courte que celle requise pour un avion.

Cependant, sa performance en termes de sustentation dépend largement de la capacité à maintenir un bon taux de rotation du rotor. C'est là que les angles d'inclinaison du rotor et d'incidence des pales jouent un rôle décisif. En effet, le rotor de l'autogire est généralement constitué de pales qui peuvent être ajustées pour varier l'angle d'incidence. Cet angle est crucial, car il détermine la quantité d'air qui passe à travers les pales, influençant directement la portance générée. Le contrôle de l'angle des pales permet d'ajuster cette portance en fonction des besoins du vol, qu'il s'agisse de décollage, de vol en palier ou d'atterrissage [4]. De plus, le rotor présente également un angle par rapport à la verticale qui peut être modifié. Cela permet à la voilure de modifier sa portance en fonction des besoins : par exemple, on augmente l'angle au décollage pour permettre à l'appareil de s'élever [2]. Cependant, l'augmentation excessive de cet angle est à l'origine de nombreux accidents en autogire. Si le rotor est trop incliné au démarrage, il y a un risque de heurter le sol ou l'hélice avec une des pales du rotor. La capacité à manipuler ces angles avec précision est donc essentielle pour la sécurité, l'efficacité de l'autogire et sa stabilité [3].

Les recherches actuelles sur les angles optimaux pour assurer la portance des autogires continuent d'évoluer, en grande partie grâce à l'essor de la simulation numérique et des technologies de contrôle adaptatif. En effet, l'intérêt croissant pour les véhicules aériens légers et les drones a permis une reprise des recherches et des innovations dans le domaine des autogires. L'accent est mis sur l'amélioration des performances aérodynamiques, la sécurité et l'efficacité énergétique, tout en étudiant des solutions pour optimiser la stabilité et réduire les risques en vol. Ces avancées pourraient contribuer à rendre l'autogire plus compétitif et pertinent dans des applications civiles et militaires spécifiques, tout en répondant aux défis modernes de l'aviation.

Par conséquent, connaître les angles optimaux pour le vol d'un autogire est essentiel. Cela constitue donc un élément fondamental pour la conception et l'exploitation de ces appareils.

Problématique retenue

Au regard de l'importance des angles d'inclinaison de rotor et d'incidence des pales, quels peuvent être les angles optimaux pour assurer la portance de l'autogire ?

Objectifs du TIPE du candidat

(1) Influence de l'inclinaison du rotor :

- l'observer au décollage et en régime établi expérimentalement
- obtenir des valeurs d'angles qui conviennent

(2) Influence de l'incidence des pales :

- l'observer au décollage et en régime établi expérimentalement
- obtenir des valeurs d'angles qui conviennent

(3) Aspect théorique et réel :

- vérification des valeurs trouvées précédemment par calculs
- comparer tous les résultats aux valeurs **retenues** lors du pilotage de cette voilure

Références bibliographiques (ÉTAPE 1)

- [1] H. GLAUERT : A General Theory of the Autogyro : *Reports and Memoranda No. 1111*, 1926
- [2] PIERRE-PHILIPPE REILLER : À la recherche de l'aéronef insolite : *Grand Format*, no 654, 2009
- [3] VINCENT HOFFMANN : L'autogire, de la théorie à la pratique : *Éditions Cépaduès*, 2003
- [4] FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION : Rotorcraft Flying Handbook : *Skyhorse*, 2007
- [5] : Les Autogires, Mécanique du vol : <https://www.lavionnaire.fr/AutogireMecaVol.php>
- [6] : Les cahiers du BIA : Aéronefs à voilure tournantes ou gyrovion, Partie 2 auto-rotation et autogyre : <https://sites.ac-nancy-metz.fr/ciras/cahierdubia/voiluretournante/voilurestournantes2.html>