

L'hélicoptère

Un hélicoptère est un aéronef dont la sustentation et la propulsion sont assurées par des voilures tournantes, couramment appelées rotors, et entraînées par un ou plusieurs moteurs.

La majorité des hélicoptères utilise un seul rotor de sustentation et un rotor anticouple, les autres solutions sont bi-rotors contrarotatifs placés sur le même axe, sur deux axes convergents, en tandem ou sur les côtés.

L'histoire de l'hélicoptère commence au début du XX^e siècle mais les progrès sont nettement plus lents que ceux de l'avion. L'utilisation massive des hélicoptères pendant la guerre du Viêt Nam et le développement des turbomachines marquent un tournant majeur pour apporter la preuve de ses capacités opérationnelles civiles ou militaires.

Comparé aux aéronefs à ailes fixes, l'hélicoptère est d'une conception plus complexe, sa maintenance plus exigeante et le coût de l'heure de vol plus élevé. Son aptitude à pouvoir décoller et atterrir sur des terrains étroits et non préparés le rend indispensable pour certaines missions et fonctions malgré son autonomie et sa vitesse réduites.

Le rotor de queue

Article détaillé : Rotor anticouple.

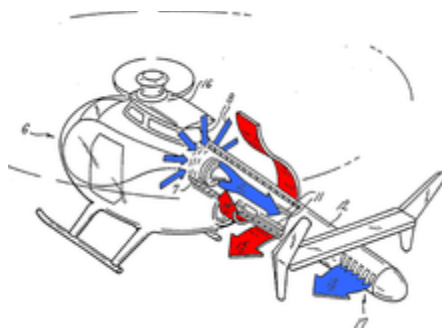


Schéma du système NOTAR

Le mouvement du rotor principal génère un couple de réaction qui a tendance à faire tourner la cellule autour de son axe, et en sens inverse (3^e loi de Newton), sauf dans le cas d'un rotor mû par réaction (voir hélicoptère Djinn, à éjection d'air

www.123physique.weebly.com

en bout de pale). Pour contrer cet effet indésirable, on place (pour les hélicoptères à un seul rotor principal), à l'extrémité de la poutre de queue un rotor secondaire plus petit et tournant dans un plan sensiblement vertical appelé « rotor anticouple » (ou RAC). La présence de ce RAC est inutile sur un hélicoptère à principe contrarotatif (ex.: Kamov), c'est-à-dire constitué de deux rotors principaux l'un au-dessus de l'autre et tournant en sens opposés, annulant ainsi l'effet de couple. Le couple de réaction variant en fonction de l'incidence des pales du rotor principal (la résistance au vent est d'autant plus grande que l'angle que forme celui-ci avec la corde des pales augmente). La force à appliquer doit elle aussi pouvoir être réglée par l'intermédiaire du rotor anticouple qui est commandé par deux pédales (le « palonnier ») situées aux pieds du pilote. Selon le sens dans lequel le pilote agit sur le palonnier (enfoncement de la pédale gauche ou de la pédale droite) il augmente l'incidence des pales du RAC, ce qui va davantage contrer le couple du rotor principal (« tirer » la queue), ou il diminue cette incidence et qui aura pour effet de laisser « filer » celle-ci.

Le mouvement de giration en vol stationnaire est commandé à l'aide du palonnier. Selon que le rotor principal tourne dans le sens horaire comme sur les hélicoptères de conception française, soviétique et russe; ou en sens anti-horaire comme c'est le cas des hélicoptères de conception américaine, britannique, italienne ou allemande (avant la fusion entre la Deutsche Aerospace AG et Aérospatiale pour créer le groupe Eurocopter), le rotor anticouple sera situé d'un côté ou de l'autre de la poutre de queue ou bien son souffle sera dirigé dans un sens ou dans l'autre, s'il est encastré dans un fenestron.

Le rotor anticouple conventionnel peut être remplacé par :

1. Le système NOTAR (pour « *NO Tail Rotor* ») qui effectue la même action au travers d'une turbine entraînée par le moteur soufflant dans la queue de l'air éjecté par des fentes (McDonnell Douglas MD-520N). Cette solution possède néanmoins l'inconvénient de ne pas atteindre l'efficacité d'un RAC de conception plus classique, mais par contre diminue les effets parasites d'un vent latéral (absolu ou relatif) ;
2. Une autre solution, afin d'éviter l'emploi d'un rotor anticouple, consiste à placer un deuxième rotor principal à l'arrière et tournant à l'inverse du premier et qui contre le couple de celui-ci (Boeing CH-47 Chinook);
3. Une troisième possibilité consiste à utiliser deux rotors principaux contrarotatifs situés côte-à-côte sur des mâts rotor en V comme sur le Flettner FI 282 Kolibri ou le K-Max de Kaman;

4. La dernière solution consiste à superposer deux rotors contrarotatifs (dits coaxiaux), comme sur le Kamov Ka-50. Ces deux rotors sont chargés de contrôler l'hélicoptère dans les trois dimensions grâce à l'incidence des pales.

Contrôle horizontal

Pour déplacer l'hélicoptère dans une direction ou une autre, on bascule légèrement la composante de portance du rotor principal dans la direction souhaitée. La force de sustentation, perpendiculaire au plan formé par le rotor en rotation vu de côté et auparavant verticale, va donc être inclinée et laisser « glisser » l'hélicoptère dans le sens désiré. Ceci est obtenu en augmentant de façon sélective l'incidence des pales : celle qui aura une incidence plus grande aura aussi une portance plus importante et aura tendance à se soulever par rapport aux autres, provoquant par là l'inclinaison du rotor.

Pour une pale donnée, au cours de sa rotation, son incidence va donc varier d'un angle donné au départ pour augmenter puis revenir à cette même valeur quand la pale aura terminé un tour complet. Puisqu'à chaque tour les pales connaîtront une modification de leur incidence de façon récurrente, on nomme ces changements d'état la variation cyclique et c'est pour cette raison que la commande qui provoque ces modifications est appelée « commande de pas cyclique », contrôlée par la main droite du pilote. En complément, la force de sustentation ainsi inclinée garde la même valeur et voit sa composante verticale, servant effectivement à la sustentation de l'aéronef, diminuer ce qui provoque un enfoncement de celui-ci. Ceci est compensé en augmentant légèrement l'incidence générale des pales (main gauche), action qui demandera aussi une correction au niveau du palonnier.

Les pales sont de plus animées de deux types de mouvements au cours d'une rotation complète du rotor : le battement dans le sens vertical et la traînée dans le sens horizontal. Il s'agit de déplacements angulaires de la partie courante de la pale par rapport au pied de pale qui est fixé au niveau du moyeu rotor. Ces mouvements sont dus aux forces aérodynamiques s'exerçant pendant le vol d'avancement : la dissymétrie de portance est la différence de portance qui existe entre la moitié avançante du disque rotor et la moitié reculante. Elle provient du fait que dans la direction du vol, le vent relatif s'ajoute au vent relatif rotatoire de la pale avançante et se soustrait de celui de la pale reculante. La pale qui passe la queue et qui avance du côté droit de l'hélicoptère possède une vitesse air qui atteint son maximum sur la position 3 h de l'horloge. Lorsque la pale continue, la vitesse air est essentiellement réduite à la vitesse rotatoire de l'air au-dessus du nez de l'appareil.

En quittant le nez, la vitesse air décroît progressivement pour atteindre son minimum à 9 heures. La vitesse air ensuite augmente progressivement et atteint de nouveau la vitesse rotatoire en passant au-dessus de la queue. Pour éviter une rupture de la pale aux points sollicités en flexion, celle-ci est équipée d'articulations et de butées ou amortisseurs spéciaux. Les pales modernes en matériau composite s'affranchissent de ces articulations. Le premier hélicoptère sans articulations fut le Bo 105 de Ludwig Bölkow.

Aspects physiques

Comme pour l'avion, la vitesse relative de l'air et de la voilure génère une action mécanique qui permet à l'engin de voler. On distingue deux composantes de cette action aérodynamique :

- la traînée qui est la résistance à l'avancement. De son action sur le rotor de l'hélicoptère, il résulte un couple tendant à faire tourner l'appareil autour de son axe, d'où la nécessité d'un dispositif anticouple.
- la portance qui soulève l'appareil et oriente l'aéronef.

Le contrôle d'un appareil repose alors sur la gestion de cette portance.

Alors que sur les avions, des volets permettent de modifier la portance des ailes pour virer monter... sur l'hélicoptère, comme sur les éoliennes, on modifie le pas, donc l'inclinaison des pales. Cependant, il existe une différence. Si sur l'avion on agit individuellement sur chaque gouverne, sur l'hélicoptère on contrôle la portance d'une pale suivant sa position (azimut) par rapport à l'axe de l'appareil. C'est le rôle du plateau cyclique, pièce principale du dispositif de commande de vol.

Vol stationnaire

Le rotor de l'hélicoptère étant entraîné à vitesse constante, les déplacements verticaux de l'hélicoptère sont obtenus par la seule modification du pas des pales. À ce stade du vol, la portance des pales reste identique sur un tour du rotor. Il existe une position où la portance globale s'oppose exactement au poids de l'appareil : l'hélicoptère peut rester immobile. Si elle lui est inférieure, l'appareil descend. Si elle est supérieure, il monte.

Vol en translation

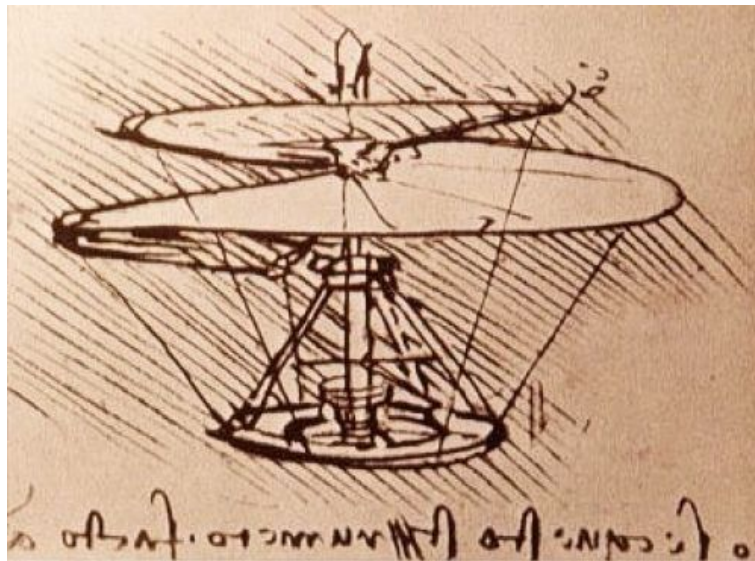
Pour que l'hélicoptère avance, il faut une force à composante horizontale. Si on augmente la portance des pales lorsqu'elles passent derrière le rotor, leur plan de

rotation s'incline vers l'avant, grâce à une articulation en battement reliant chaque pale à l'axe de rotation, et l'inclinaison de la portance produit la composante horizontale nécessaire. Il reste toutefois une composante verticale principale qui s'oppose au poids permettant le maintien en l'air, et la composante horizontale motrice engendre le mouvement d'avancement, donc accélération jusqu'à une vitesse où la traînée globale (résistance à l'avancement de l'hélicoptère) s'équilibrera avec la composante motrice.

Le principe est le même quelle que soit la direction de déplacement souhaitée.

Ancêtre de l'hélicoptère

L'ancêtre de l'hélicoptère est la vis aérienne, inventée par Léonard de Vinci.



Vis aérienne

Sources :

<http://fr.wikipedia.org/wiki/H%C3%A9licopt%C3%A8re>

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Notar_helicopter.png

http://fr.cdn.v5.futura-sciences.com/builds/images/thumbs/3/38507b4150_7_vis_aerienne.jpg

www.123physique.weebly.com

Copyright © 2014, 123physique. Tous droits réservés.