

Autorotation : le principe

L'autorotation d'un hélicoptère est le mode de fonctionnement d'un hélicoptère sans le recours à la puissance délivrée par le moteur. C'est une condition de vol pendant laquelle le rotor principal continu à tourner uniquement grâce aux forces aérodynamiques. Dès que le compte-tours de la turbine affiche une valeur inférieure aux compte-tours du rotor et descend en dessous de 90%, la transmission est découplée du système rotor et les pales sont alors uniquement entraînées par le flux de l'air ascendant qui traverse le rotor.



Compte-tours, en pourcentage :

La grande aiguille (cercle extérieur) indique les tours/min de la turbine libre (N2)

La petite aiguille (cercle intérieur) indique les tours/min du rotor principal, en %

Les emplacements des inscriptions « Rotor » et « Power turbine » prêtent à confusion, car on a l'impression que le compte-tours du rotor se réfère au cercle extérieur, alors qu'il se réfère au cercle intérieur, pour de vrai. Les positions des aiguilles ici présentent indiquent donc un découplage du rotor de la turbine.

La turbine à haute pression entraîne le compresseur du moteur et le générateur à gaz (N1), tandis que la Power (freewheeling) turbine (à basse pression) est reliée à une boîte de réduction (boîte de transmission principale) qui diminue la vitesse de rotation avant de transmettre la puissance (N2) au rotor principal. Ceci explique que le compresseur et le générateur à gaz peuvent afficher une autre valeur de tours/min que la Power Turbine, comme on le voit sur l'illustration suivante :



Ici, la turbine de puissance N2 affiche 71% de tours/min, alors que le générateur à gaz N1 affiche 57%. En cas de chute du régime N1 en-dessous de 58%, les alarmes visuelles et sonores s'activent.

Ce fonctionnement des turbomoteurs à turbine libre explique pourquoi, pendant un entraînement à l'autorotation, le moteur n'est généralement pas complètement coupé, mais il suffit de réduire les gaz à environ 70 % (N1) pour que N2 descend à environ 90%, provoquant ainsi le décrochage de la transmission. En cas de difficulté lors de l'entraînement, la puissance peut alors être augmentée rapidement pour régénérer de la portance.

Par contre, pendant la phase d'autorotation, l'hélicoptère doit continuellement descendre et le régime rotor rester dans la plage verte, afin de générer assez de portance pour une descente contrôlée. Sur la plupart des hélicoptères monorotor moyens, la vitesse optimale de descente se situe à environ 60 nœuds et le taux de descente à environ 1600 pieds/minute. Si l'on vol par exemple à une hauteur de 800 pieds, on dispose d'une petite trentaine de secondes avant l'arrondi et l'atterrissage pour 1) s'apercevoir que le rotor n'est plus entraîné par le moteur, 2) adapter et maintenir la vitesse horizontale et verticale recommandée pour l'autorotation, 3) vérifier les causes éventuelles et envisager un redémarrage du moteur 4) chercher un terrain d'atterrissage, 5) lancer un appel de détresse et 6) couper les circuits électriques et la valve de carburant.

Les différentes étapes après décrochage de la transmission (exemple théorique) :

- 1) Passage en autorotation : Diminuer le pas collectif (plein petit pas), $V=55$ kts, $V_z=1600$ ft/min
- 2) Début de l'arrondi : plein petit pas, $V=45$ kts, $V_z=1400$ ft/min
- 3) Arrondi : plein petit pas, $V=20$ kts, $V_z=250$ ft/min
- 4) Remise à plat : augmenter légèrement le pas collectif, $V=10$ kts, $V_z=100$ ft/min
- 5) Atterrissage : Plein grand pas, $V=0$ kts, $V_z=0$ ft/min

Dans la pratique, on adaptera le pas pour garder plus ou moins le régime rotor préconisé pour l'autorotation, tout en tenant compte du point d'atterrissage choisie.

Autorotation sur simulateur : l'intérêt

Alors que les exercices « réels » d'autorotation sont le plus souvent effectués sans coupure du moteur et sur un terrain d'atterrissage bien défini et dégagé, la pratique de l'autorotation sur simulateur permet de s'entraîner à manœuvrer l'hélicoptère sous conditions d'une panne qui peut se produire à n'importe quel moment. Il s'agit alors d'adopter les bons réflexes et de s'entraîner à repérer l'endroit pour poser l'appareil, sans que le point d'atterrissage ne soit prédéterminé.

Précisions sur le vol

J'ai choisi pour cet exercice le « Dodosim 206 » (Flight 1 software), en allusion au Bell 206.

Contrairement aux hélicoptères standards présents dans FSX, le degré de réalisme de pilotage est bien plus proche, surtout en choisissant le niveau de difficulté (réalisme) le plus élevé (5).

Afin de simuler une panne aléatoire tout en pouvant enregistrer une vidéo de ce vol, j'ai défini au décollage du tour de piste une quantité de carburant très faible. Il était probable que la panne allait se produire à l'approche de la piste 22 de l'aéroport Cannes-Mandelieu LFMD, mais sans que je sache à quel moment précisément et si j'allais avoir le temps de me poser sur l'aéroport ou non.

La panne de carburant est finalement intervenue en étape de base, cap 316, à environ 1.8 km du début de piste, à une hauteur de 750 pieds AGL. La vitesse d'autorotation recommandée pour le 206 est de 55 kts (102 km/h, soit 28 m/s), et la V_z 1500 ft/min. Après un rapide calcul mental, nous disposons donc d'à peine 30 secondes et d'une distance horizontale d'environ 800 mètres avant l'arrondi. Il paraît évident qu'en si peu de temps je ne peux pas rejoindre l'aéroport, d'autant plus

qu'il y a des constructions entre la plage et la piste d'atterrissage ; je dois donc me poser à proximité de la plage. Comme nous sommes en hiver, personne ne s'y promène, fort heureusement. Le vent vient de l'ouest, je fais donc un virage à gauche pour être parallèle à la plage, cap 245°, afin de repérer la zone où je peux poser l'hélicoptère. La vitesse de vent étant de 12 nœuds, l'angle d'approche augmente d'environ de 10°, c'est-à-dire que le point d'arrivée est avancé par rapport à une descente sans vent.

Je suis les étapes recommandées pour l'autorotation :

- ➔ Plein petit pas immédiatement : L'appareil s'enfonce, ce qui provoque l'inversion de flux, et freine le moins possible le régime rotor
- ➔ Virage face au vent,
- ➔ Pendant l'autorotation, j'essaie de maintenir les vitesses préconisées : 55 nœuds en poussant le cyclic et 1500ft/min de vitesse verticale. Je suis obligé d'augmenter légèrement le pas collectif, pour atténuer la descente qui atteint les 2000ft/min
- ➔ Après avoir lancé un appel de détresse très sommaire, manque de temps, je coupe l'alimentation électrique.
- ➔ A 60 pieds AGL et 45 nœuds je commence à cabrer l'appareil en tirant sur le cyclic, afin de réduire la vitesse
- ➔ A environ 5 pieds et 10 nœuds, j'effectue la remise à plat et j'augmente le pas collectif. La portance croît, freinant ainsi la chute verticale des derniers pieds.

Ces dernières manœuvres se font plus au feeling que dans le respect des valeurs théoriques préconisées.

Reinhard Finke