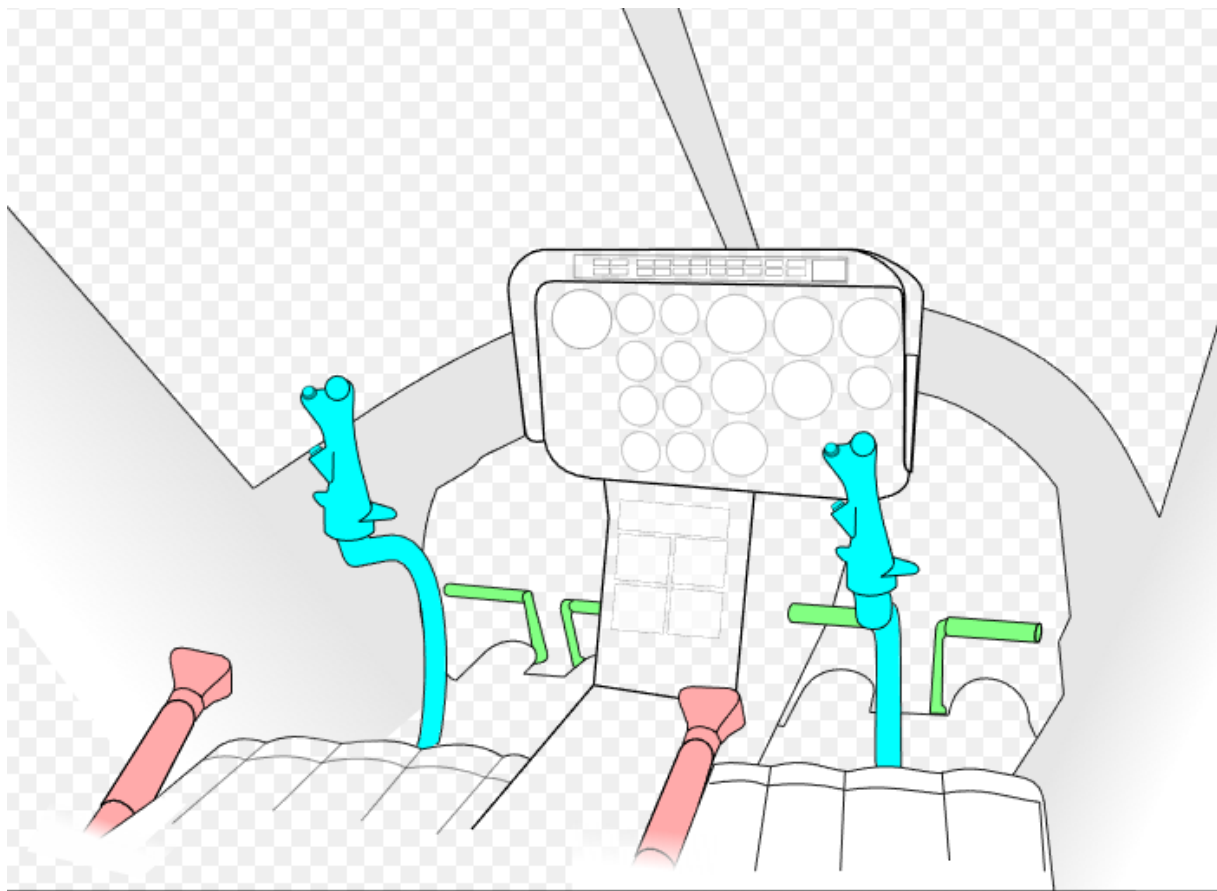




HELICOPTERE : LES COMMANDES DE VOL ET INSTRUMENTS DE BORD

1. Les commandes de vol :



Cyclic **Collective** **Pedals**

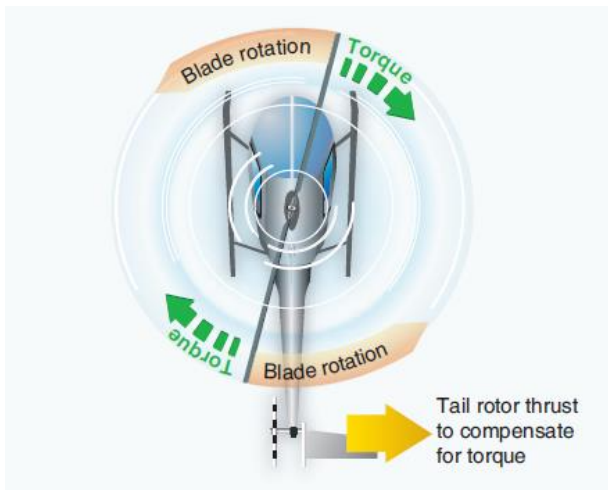
1.1. Les palonniers

Les palonniers ont la gestion du rotor anti-couple (RAC) situé à l'arrière de l'hélicoptère et gèrent l'axe de lacet.

Ces palonniers contrent le couple d'entraînement naturel de l'hélicoptère induit par le sens de rotation du rotor principal faisant tourner la cellule en sens opposé.

HELICOPTERE : LES COMMANDES DE VOL ET INSTRUMENTS DE BORD	Version 1.0	03 septembre 2021	Page 1
© IVAO HQ – IVAO France – Training Dep.		Antoine Coulon	

This manual is dedicated only for IVAO™ Network activities. This document must not be used in real aviation or in other networks.
Ce manuel est dédié exclusivement aux activités sur le réseau IVAO™, Il ne doit pas être utilisé pour l'aviation réelle ou sur d'autres réseaux.



En vol de croisière, les palonniers ne servent pas à changer la direction mais à ajuster la symétrie du vol et ainsi corriger tout dérapage.

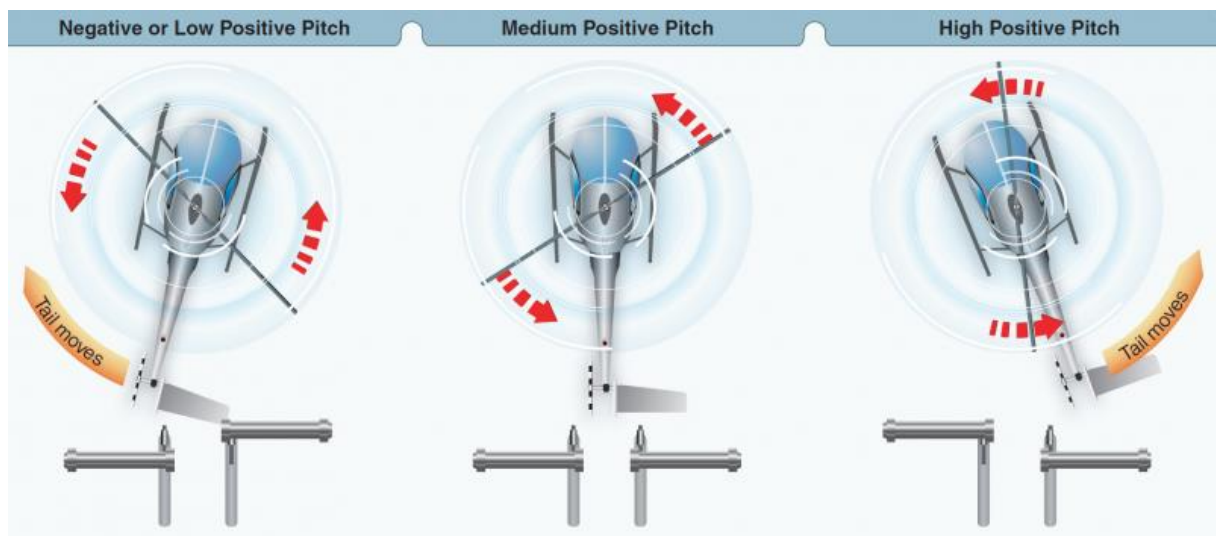
Le pilote s'aide de la bille ou très souvent de ficelles placées sur la verrière permettant une indication plus précise.

En stationnaire, à l'inverse, les pédales contrôlent la direction de l'hélicoptère. En appuyant sur la pédale de gauche le nez de l'hélicoptère part à gauche et inversement avec la pédale de droite.

En fonction du sens de rotation du rotor principal, appuyer sur une pédale revient à inhiber l'action du rotor anti-couple et ainsi laisser la rotation naturelle de l'hélicoptère se faire. A contrario, en appuyant sur l'autre pédale, on contre davantage la rotation naturelle de l'hélicoptère en faisant tourner la cellule dans l'autre sens.

De ce fait, avec un rotor principal à rotation horaire, en appuyant sur la pédale de gauche cela inhibe l'effet anti-couple et sur la pédale de droite cela accentue l'effet anti-couple.

Le schéma ci-dessous est un rotor anti-horaire :



1.2. Le (pas) collectif ou pas général

Le pas général (ou pas collectif) est situé à la gauche du pilote et lui permet de monter ou de descendre verticalement.

Concrètement à l'aide d'une chaîne d'un ensemble mécanique, cette variation de commande agit sur l'inclinaison des pales du rotor principal et crée de la portance.

De plus, cette commande peut avoir une poignée tournante pour réguler la puissance délivrée par le moteur. Sur les hélicoptères plus récents cette poignée est souvent couplée avec une synchronisation « gaz / pas ».

HELICOPTERE : LES COMMANDES DE VOL ET INSTRUMENTS DE BORD	Version 1.0	03 septembre 2021	Page 2
© IVAO HQ – IVAO France – Training Dep.		Antoine Coulon	

Lorsque vous montez le pas général, l'angle de pas augmente créant une trainée supplémentaire qui a tendance à ralentir la vitesse de rotation du rotor et à l'inverse, en baissant le pas général il y a moins de trainée donc la vitesse de rotation du rotor principal a tendance à accélérer.

Pour éviter toute sous ou survitesse du rotor principal, la synchronisation « gaz / pas » permet d'ajuster la puissance moteur pour maintenir une vitesse de rotation constante.

1.3. Le (pas) cyclique

Le cyclique situé face au pilote et se tenant de la main droite permet au pilote de contrôler l'axe de tangage et de roulis de l'hélicoptère.



Cyclic pulled Forward



Cyclic Pulled Backward



Cyclic Moved On The Left



Cyclic Moved On The Right

Le cyclique oriente la force de portance et permet ainsi de gérer la vitesse d'avancement de l'hélicoptère en mettant du cyclique en avant ou en arrière, mais aussi la direction avec du cyclique à gauche et à droite.

En stationnaire, la direction est assurée par les palonniers et le cyclique permet de garder la verticalité de l'hélicoptère.

HELICOPTERE : LES COMMANDES DE VOL ET INSTRUMENTS DE BORD	Version 1.0	03 septembre 2021	Page 3
© IVAO HQ – IVAO France – Training Dep.		Antoine Coulon	

1.4. Les effets secondaires :

Les trois commandes sont liées les unes aux autres. Agir sur une commande crée des effets primaires (actions que l'on souhaite) mais aussi des effets secondaires (effets non désirés par le mouvement de cette commande) qu'il faut contrer.

En levant le pas général :

- 1) Effet primaire : l'hélicoptère monte verticalement
- 2) Effet secondaire : l'hélicoptère se met en rotation dans le sens inverse du rotor principal

En baissant le pas général :

- 3) Effet primaire : l'hélicoptère descend verticalement
- 4) Effet secondaire : l'hélicoptère se met en rotation dans le même sens que le rotor principal

En mettant du cyclique en avant :

- 5) Effet principal : l'hélicoptère accélère et avance
- 6) Effet secondaire : l'hélicoptère descend

En mettant du cyclique en arrière :

- 7) Effet principal : l'hélicoptère ralenti et peut reculer
- 8) Effet secondaire : l'hélicoptère monte

En mettant du cyclique sur le côté :

- 9) Effet principal : l'hélicoptère se met en virage
- 10) Effet secondaire : l'hélicoptère descend sous la composante de poids

En appuyant sur le palonnier côté pale avançante (suivant sens de rotation rotor) :

- 11) Effet principal : l'hélicoptère tourne en lacet en inhibant la force anti-couple
- 12) Effet secondaire : puissance disponible augmente

En appuyant sur le palonnier côté pale reculante :

- 13) Effet principal : l'hélicoptère tourne en lacet en accentuant la force anti-couple
- 14) Effet secondaire : puissance disponible diminue

HELICOPTERE : LES COMMANDES DE VOL ET INSTRUMENTS DE BORD	Version 1.0	03 septembre 2021	Page 4
© IVAO HQ – IVAO France – Training Dep.		Antoine Coulon	

2. Les instruments

Les instruments des hélicoptères sont similaires à ceux des avions, ils peuvent être analogiques ou numériques et plus ou moins complexes en fonction des capacités de l'hélicoptère et surtout de sa génération.

Que ce soit sur des hélicoptères à piston ou à turbine, les moteurs sont surveillés par l'intermédiaire de mesures faites, en autres, sur :

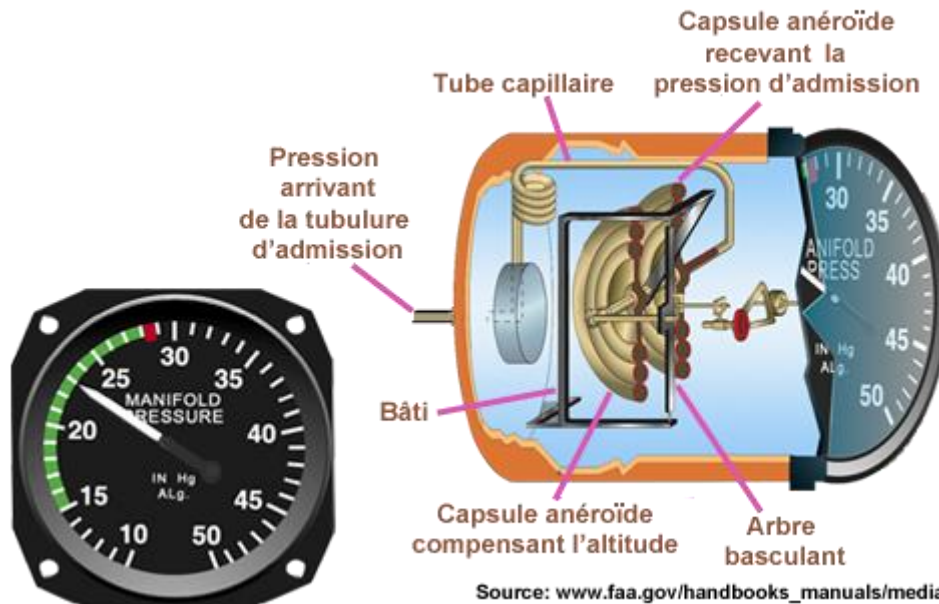
Moteur à piston

- La pression d'huile
- La température d'huile
- La température des têtes de cylindres
- La pression d'admission
- La vitesse de rotation du moteur
- La température des gaz d'échappement
- La charge de l'alternateur
- La température du carburateur

Moteur à turbine

- La pression d'huile
- La température d'huile
- La pression carburant
- La température carburante
- Le débit carburant
- La charge de l'alternateur
- La température des gaz d'échappement
- Le couple moteur
- La vitesse du compresseur

2.1. La pression d'admission sur un moteur à piston :



La pression d'admission permet de connaître la pression air/essence dans les pipes d'admission et ainsi permet d'en déduire la puissance développée par le moteur.

En effet, lorsque la pression d'admission généralement calibrée en pouces de mercure (inHg) augmente alors la puissance développée par le moteur augmente aussi.

HELICOPTERE : LES COMMANDES DE VOL ET INSTRUMENTS DE BORD	Version 1.0	03 septembre 2021	Page 5
© IVAO HQ – IVAO France – Training Dep.		Antoine Coulon	

Il existe en hélicoptère deux valeurs données par les constructeurs :

- Une valeur de pression d'admission maximale utilisable en continu avec l'assurance de ne pas abimer le moteur : **P.M.C. = Pression Maximale en continu**
- Et une valeur de pression d'admission maximale utilisable dans un court délai dans les phases de décollage : **P.M.D. = Pression Maximale au décollage**

Ces deux valeurs (P.M.D. > P.M.C.) dépendent de la température ambiante et de l'altitude pression. Des abaques sont définis par les constructeurs pour trouver ces valeurs.

Au sol et moteur coupé, l'instrument mesure toujours à l'aide de la capsule anéroïde la pression qui la traverse. Cette valeur correspond donc à la pression atmosphérique locale (ou Q.F.E.).

Cependant, lorsque le moteur fonctionne, une dépression s'exerce dans le circuit d'admission donc la valeur de pression d'admission sera plus faible.

2.2. Le trio des moteurs à turbine:

2.2.1. La température des gaz d'échappement

La température des gaz d'échappement a plusieurs noms en fonction des constructeurs :

- E.G.T. (Exhaust Gaz Temperature)
- T4
- TOT.

Cette valeur est importante car elle permet d'en déduire la température dans la chambre de combustion.

En effet, la température est telle qu'aucun matériau ne peut durablement subir de telle chaleur et être utilisé pour détecter la température. De ce fait, on utilise une loi de calcul pour en déduire la température à l'aide des gaz d'échappement en sortie de tuyère.

Cette valeur est notamment surveillée lors de la mise en route pour éviter une surchauffe du mélange air/essence dans la chambre de combustion.



2.2.2. Le couple moteur

Le couple moteur (ou torque) est un élément surveillé car celui-ci peut être le 1^{er} élément limitatif sur les 3, notamment dans les conditions suivantes :

- A faible altitude et/ou
- A faible température.

Le couple permet de connaître la puissance exercée sur l'arbre de transmission ou sur tout élément sensible en rotation.



2.2.3. La rotation compresseur

La rotation compresseur (ou Ng) et la rotation turbine liée est aussi un élément surveillé car celle-ci peut-être également le 1^{er} élément dans les conditions suivantes :

- A haute altitude et/ou
- A forte température.

Les Ng et notamment des ΔNg renseignent sur une éventuelle réserve de puissance que le compresseur et la turbine liée peuvent encore fournir.



2.3. Les plages d'utilisation:

Pour assurer la longévité des moteurs, les constructeurs ont créé des plages d'utilisation spécifique. Voici quelques exemples :

2.3.1. L'ensemble moteur :

Cas du H125 :



9.6 Puissance Maxi. continue

— : 9.6 à 10 Plage de puissance de décollage

— : 10 Puissance Maxi. décollage

▲ : 10.4 Puissance Maxi. transitoire (5 sec.)

Cas de l'AS355 équipé en tri-indicateur :

10.1 Couple maximal bimoteur

- PMC ----- 73 % par moteur
- PMD (Vi inférieure à 55 kt - 102 km/h - 63 MPH)

11.1 Régimes générateurs









- Limite PMC :
 - . Vi inférieure ou égale à 65 kt (120 km/h - 75 MPH)
indicateur d'écart Ng = -2,6 %
 - . Vi supérieure à 65 kt (120 km/h - 75 MPH)
indicateur d'écart Ng = -2,6 % pour temp. ext. égale ou supérieure à 0°C
-3,6 % pour temp. ext. inférieure à 0°C
- Limite PMD indicateur écart Ng = 0 % et allumage voyant "LIMIT"
- Limite PIU indicateur écart Ng = +1,1 %
- Limite PMU indicateur écart Ng = +2,7 %

11.2 Températures t4 maximales

- Au démarrage
 - . 5 s. maximum ----- 870° C
 - . sans limite de temps ----- 750° C
- En bimoteur
 - . 5 min (PMD) ----- 800° C
 - . continue (PMC) ----- 765° C

HELICOPTERE : LES COMMANDES DE VOL ET INSTRUMENTS DE BORD	Version 1.0	03 septembre 2021	Page 8
© IVAO HQ – IVAO France – Training Dep.	Antoine Coulon		

Cas de l'EC135 :

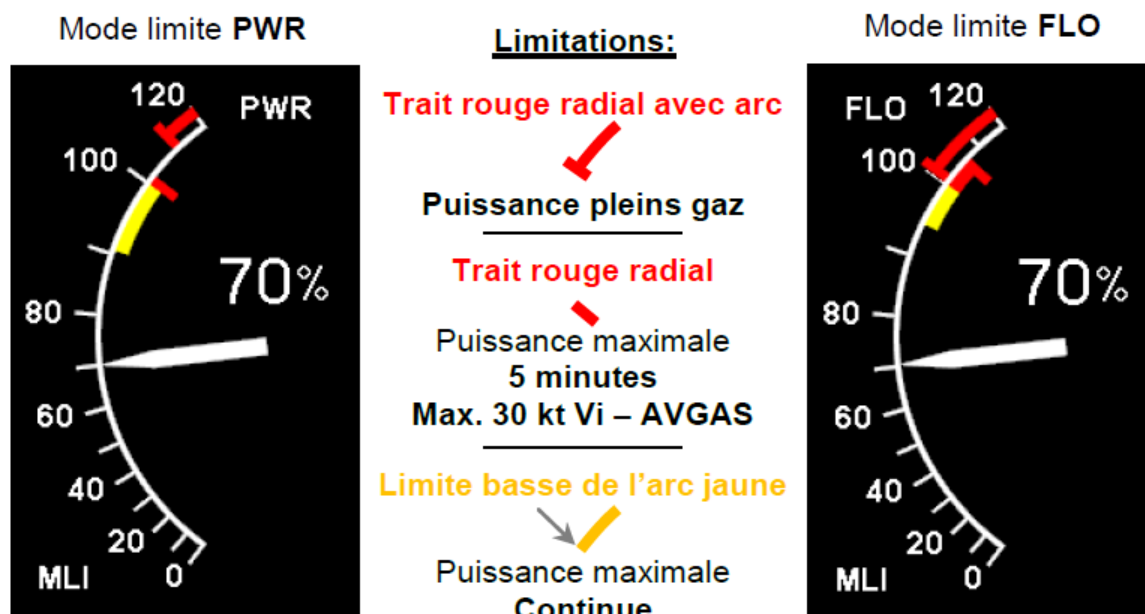
	Maxi. de démarrage (n'apparaît qu'au cours du démarrage)
	Transitoire de démarrage (maxi.5 sec.) (n'apparaît qu'au cours du démarrage)
	Plage régime de décollage AEO; 5 minutes maxi
	Régime de décollage max. AEO
	Régime max. continu OEI
	Régime 2 minutes OEI
	Régime 30 secondes OEI
	Point couple transitoire 82% (n'apparaît pas pendant le démarrage des moteurs et lorsque le mode écolage est engagé)



Signification :

- AEO : All Engines Operative : tous les moteurs en fonctionnement (cas d'un multi-moteur)
- OEI : One Engine Inoperative : un moteur en panne
- HI / LO (=High / Low) : cas spécifique de certains multimoteurs où ils ont une plage d'utilisation normale en cas de panne d'un moteur (Low) et en plus une plage d'utilisation exceptionnelle en cas de panne d'un moteur (High)
- LIMIT : une des restrictions a été dépassée en temps ou en valeur.

Cas du Cabri G2 :



Pour résumer vous pouvez trouver :

- Des limitations de paramètres pour le démarrage moteur
- Des limitations de puissance pour l'utilisation en croisière : Puissance Maximale Utilisable en Continu sans limitation de temps (P.M.C.)
- Des limitations de puissance pour l'utilisation au décollage : Puissance Maximale Utilisable au Décollage avec limitation de temps (P.M.D.)
- Des limitations exceptionnelles d'utilisation sur une très courte période de temps : régime transitoire.

2.3.2. Le rotor



Pour le contrôle des tours rotor un indicateur (photo ci-dessus) est installé :

- Trait rouge : valeur minimum et maximale à ne pas dépasser
- Plage jaune : utilisation en cas d'autorotation
- Plage verte : utilisation en conditions normales
- Triangle blanc : valeur maximale d'utilisation du frein rotor.

Les unités peuvent varier en Tours par minute ou en pourcentage de rotation.

HELICOPTERE : LES COMMANDES DE VOL ET INSTRUMENTS DE BORD	Version 1.0	03 septembre 2021	Page 10
© IVAO HQ – IVAO France – Training Dep.		Antoine Coulon	