

ACAM Infos – Consignes démarrage

Introduction

Plusieurs problèmes liés à des difficultés de démarrage moteur ont conduit à des changements de démarreurs surchauffés et qui ont "grillé". Cela entraîne des frais de mécanique, pièces et main d'œuvre, et des pertes d'exploitations dues aux immobilisations.

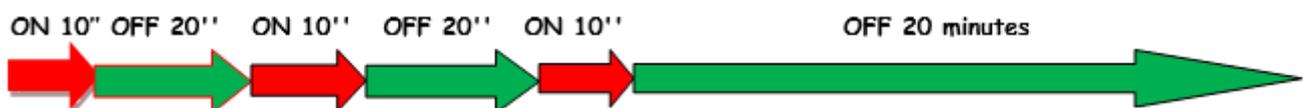
Afin d'éviter le renouvellement de ce problème, il a lieu de :

- Connaître parfaitement les procédures de démarrage décrites dans le manuel de vol (et dans la Check List) de chaque avion.
- Appliquer avec rigueur les procédures adaptées aux différentes conditions (moteur froid, chaud, noyé ...) pour que le moteur soit "convenablement préparé" à la mise en route.
- Respecter les limitations d'utilisation des démarreurs ; Chapitre 1
- Comprendre le fonctionnement du démarrage d'un moteur ; Chapitre 2

***Si toutes les procédures ont été respectées et que le moteur ne démarre pas, vous pouvez suspecter une panne (magnéto, batterie, bougies...). Dans ce cas :
Ne pas insister et avertir le responsable maintenance ACAM ou ANEG (voir en dernière page)***

Chapitre 1 : Limitations d'utilisation des démarreurs.

Afin d'éviter une surchauffe du démarreur, en cas de démarrage difficile, il faut respecter des temps de fonctionnement et de refroidissement.



A contrario : Ne pas solliciter le démarreur par "a coups brefs"

En effet, outre le fait que cela est inefficace - le mélange (air/essence) ne pouvant s'établir dans les cylindres -, cette manipulation détériore mécaniquement et électriquement le démarreur.

Chapitre 2 : Démarrage d'un moteur

Pour éviter les démarrages ratés il est nécessaire de bien comprendre le fonctionnement du moteur au moment de la mise en route afin d'appliquer la procédure Ad hoc.

En actionnant le démarreur, nous lançons une chorégraphie précise et délicate dans laquelle huile, essence, pistons, segments, soupapes et étincelles unissent leurs efforts pour mettre l'hélice en mouvement.

Voici remis en mémoire quelques principes et règles simples, à appliquer sans modération !

Nota : Ces conseils traitent principalement de la mise en route (et de l'arrêt) du moteur à pistons avec carburateur, avec parfois de brèves mentions sur le moteur à injection (sans carburateur ex : C 172). Les éléments développés n'ont nullement vocation à se substituer aux procédures décrites dans **le Manuel de vol ou la «Check-list» que tout pilote sérieux se doit de suivre**. Ils visent simplement à mettre en exergue et expliquer quelques points importants, même si parfois ils débordent le domaine de la sécurité des opérations aériennes.

A - Avant de mettre en route

Préalablement au lancement de la cavalerie, il convient de s'assurer que toutes les actions et vérifications de la visite pré vol, de l'embarquement et de la préparation du poste de pilotage ont été effectuées.

En particulier :

- que la barre de manœuvre est enlevée du train-avant et rapportée au hangar ou amarrée dans le coffre lors d'un voyage ;
- Le frein de parc est bloqué, pour éviter d'aller faire connaissance d'un peu trop près avec tout autre avion ou obstacle situé sur l'aire de stationnement ;
- La clé est en place sur le sélecteur d'allumage et ce dernier est en position OFF ;
- ZY Interrupteurs sur OFF
- Le robinet d'essence est ouvert;
- La commande de réchauffe carburateur est poussée (pour n'aspirer que de l'air filtré).

Rappel : Par grand froid (température très négative) un brassage préalable peut s'avérer nécessaire afin d'alléger, autant que faire se peut, le couple à exercer par le démarreur pour mettre en rotation le moteur, la faible viscosité de l'huile à très basse température augmentant le couple résistant. Avant cette manœuvre, il est **impératif** de bien **vérifier auparavant que le sélecteur d'allumage est sur la position OFF et clé enlevée**. De plus, Il ne faut **jamais faire tourner l'hélice à contresens**, ce qui pourrait endommager certains accessoires entraînés par le moteur (notamment la pompe à vide).

B - Attention, personne devant ? Je démarre !

A chaque avion sa propre procédure, qui doit être suivie à la lettre ! Les principaux points de la séquence de démarrage d'un moteur à carburateur sont commentés ci-après.

Mélange «Plein riche»

Une quantité suffisante de vapeur d'essence doit pouvoir se mélanger à l'air afin de produire le gaz carburé nécessaire à l'alimentation du moteur et générer de l'énergie.

Lorsque l'hélice sera mise en rotation, d'abord par le biais de la puissance délivrée par le démarreur puis par le moteur lui-même une fois démarré, elle présentera un moindre couple résistant

Pompe électrique ON

Elle supplée la pompe mécanique entraînée par le moteur, qui ne tourne pas encore, pour pomper l'essence dans le réservoir et alimenter la cuve du carburateur !

Pression d'essence : Indicateur dans le Vert

Cet état signifie l'efficacité de la pompe dans le circuit d'alimentation en essence. Cette vérification permet de s'assurer du fonctionnement du manomètre.

Injections effectuées

Le va-et-vient de la manette de gaz entre les positions «Tout réduit» et «Plein Gaz» est effectué calmement (pas plus d'un mouvement par seconde !). Il actionne la «pompe de reprise» équipant le carburateur **pour injecter, via le «gicleur de reprise», de l'essence au niveau du Venturi du carburateur** où elle s'y vaporisera quand le flux d'air dépressionnaire sera créé.

Rappel : les injections enrichissent fortement le mélange «air-essence». Elles sont équivalentes à l'action du «starter» manuel (choke) des voitures anciennes (voir AM).

Le nombre d'injections à effectuer dépend des conditions de température dans lesquelles la mise en route est réalisée : démarrage moteur froid ou chaud et température extérieure élevée, modérée ou basse (temps froid).

Certains moteurs à carburateur sont équipés d'une pompe manuelle indépendante désigné "Primer" **dans ce cas l'essence est injectée au niveau des soupapes d'admissions (ex : C150)**. En revanche, les moteurs au-dessous de 115 HP n'ont pas de pompe d'injection (moteur Rotax PS28 AM) de même que les moteurs à injection (C172).

Cette pompe envoie simplement un jet d'essence directement dans le venturi du carburateur pour permettre l'alimentation avant que la rotation du moteur provoque l'aspiration de l'essence.

Toutefois, il ne faut pas pomper trop vite sinon le carburant n'a pas le temps de pénétrer dans la pompe. On estime à une seconde, au moins, le mouvement aller-retour de la manette des gaz.

Il y a donc une différence fondamentale entre la pompe actionnée par la manette des gaz et la pompe dite "Primer". En effet, la pompe Primer injecte directement l'essence dans l'orifice d'admission des cylindres (C 150 NN).

Aussi, trop de pompage à la manette des gaz ou au Primer noie le moteur.

De même que trop de pompage à la manette des gaz noie le carburateur avec un risque d'incendie surtout avec un moteur chaud.

11 Octobre 2017

A noter qu'un moteur démarre rarement instantanément. Le pilote doit donc insister au moins 5 à 10 secondes. De plus, pour les moteurs à carburateur, la pompe électrique ne sert qu'à mettre le circuit d'essence sous pression mais elle n'envoie pas d'essence dans le moteur ni le carburateur.

Il est essentiel d'actionner le démarreur immédiatement après avoir effectué les injections. Sinon celles-ci deviennent inefficaces.

Cas du démarrage d'un «moteur chaud»

La donne est différente : l'essence contenue dans la cuve du carburateur est chaude et l'air entrant, via le filtre et la boîte à air, se réchauffe. En sortant du gicleur de reprise, l'essence se vaporise plus facilement dans un air moins dense. Le gaz carburé a donc tendance à être plus riche que lors d'un démarrage «moteur froid». C'est pourquoi il ne faut faire que très peu d'injections.

Point d'attention : lors d'une mise en route «moteur chaud», l'excès d'injections provoque une saturation en essence du gaz carburé : de l'essence s'écoule dans le circuit d'admission (carburateur-tubulures d'admission-têtes de cylindres), voire à l'extérieur de ce circuit (boîte à air en amont, tubulures et pot d'échappement en aval) : la température ambiante et la présence de parties très chaudes favorisent son évaporation et son inflammation spontanée avec risques d'incendie.

Moteur chaud = pas plus de deux injections !

Pour la plupart des moteurs à carburateur (sauf ceux équipés d'une «primer») quand le pilote a fait les injections avec la manette de gaz en respectant la procédure, rien ne parvient aux cylindres avant la mise en rotation. En effet, il faut une aspiration pour que le gaz carburé puisse se constituer et pénétrer dans la chambre de combustion et seule la rotation du moteur la provoque.

Quant au moteur à injection, avant même sa mise en rotation, il «avale» de l'essence dès la mise en route de la pompe électrique, si toutefois la manette de mélange n'est pas sur la position «plein pauvre»: l'essence est injectée dans la «chambre de mélange» située tout près de la chambre de combustion, ou dans cette dernière pour le moteur à «injection directe». La procédure de démarrage d'un avion tel que le C172 est donc très différente (cf. Manuel de vol).

11 Octobre 2017

Manette de gaz : avancée

Le papillon des gaz est légèrement ouvert afin, lors de l'admission, de permettre la création dans le Venturi du carburateur d'un flux d'air dans lequel l'essence se vaporise sous l'effet de la dépression et ainsi obtenir et aspirer le gaz carburé nécessaire.

Après avoir fait les injections, trop avancer la manette ne facilite en rien le démarrage car la quantité aspirée de gaz carburé est plus importante et exige du démarreur une plus grande puissance pour la comprimer !

Champ d'hélice libre, personne devant !

La rotation de l'hélice ne doit pas risquer de causer des dommages à quiconque ou à quoique ce soit à l'extérieur.

Manche tenu et pieds sur freins

La gouverne de profondeur restera dans la position appropriée malgré le souffle de l'hélice et l'application du freinage corrigera une éventuelle défectuosité du frein de parc (perte d'efficacité ou déblocage soudain !).

Sélecteur d'allumage sur «BOTH»

Sur les avions équipés d'un sélecteur d'allumage avec position START (C150, C172), le basculement sur la position L est automatique lorsque la clé est amenée sur cette position (la magnéto R est alors mise à la masse), le retour sur BOTH se faisant lorsque la clé est relâchée.

Le manuel de vol des avions ROBIN stipule que le sélecteur doit être en position «L». En effet, seule la magnéto Gauche est «à déclic» ! (Sauf si les deux magnétos sont du même type).

Néanmoins la procédure appliquée à l'ACAM est un démarrage sur la position «BOTH».

Nota - Magnéto «à déclic» ou «lanceur» : Un ressort s'oppose à la rotation de «l'inducteur» pendant le temps de compression et jusqu'au point mort haut, instant auquel la tension du ressort est libérée avec pour effet une rotation très rapide de l'inducteur et une forte augmentation de la haute tension produite lors de la rupture du courant induit, permettant aux étincelles de délivrer un surcroît de chaleur au gaz carburé comprimé, facilitant ainsi son inflammation.

Démarrreur actionné

L'action sur le démarreur doit intervenir rapidement après avoir effectué les injections. Pendant que le démarreur tourne il est impératif de regarder dehors pour le cas échéant stopper le démarrage si soudain quelqu'un surgissait devant l'hélice ou si un feu moteur se déclençait ! La manette de gaz est tenue en main.

Habituellement 5 à 10 secondes de mise en rotation suffisent, mais ne jamais actionner le démarreur au-delà du temps stipulé dans le Manuel de vol ou la Check-list (voir Chapitre 1 ci-dessus).

11 Octobre 2017

C - C'est parti!

Pression d'huile : alarme éteinte, arc vert.

La pression doit monter rapidement après le démarrage et atteindre sa valeur nominale en 20 secondes au maximum (Cf. Manuel de vol).

Régime stabilisé entre 1000 et 1200 tr/min

Tenir la manette de gaz pendant l'action sur le démarreur permet d'intervenir rapidement en cas d'emballement du moteur.

Tout régime élevé immédiatement après le démarrage est à éviter car la pression d'huile est à peine établie et le moteur est froid !

Nota sur les moteurs à injection

La procédure générale évoquée s'applique aux moteurs à injection.

Il y a une différence essentielle entre les moteurs à carburateur et les moteurs à injection.

En effet, tant qu'on ne fait pas tourner un moteur à carburateur, il n'y a pas d'essence qui est envoyée vers les cylindres, même si le pilote pompe avec la manette des gaz ou la pompe électrique de bord car l'essence va dans le carburateur et qu'il faut une aspiration pour alimenter les cylindres.

En revanche, même quand il est immobile, le moteur à injection avale de l'essence dans ses cylindres dès que la pompe électrique est mise en route et que, de plus, la manette de mélange carburé n'est pas plein pauvre. L'injection sera d'autant plus intense que la manette des gaz sera vers plein gaz et que la manette de mélange carburé sera vers plein riche. De ce fait, il est alors très facile de noyer un moteur à injection mais, heureusement, il est tout aussi facile de le sécher.

A noter que les moteurs à injection n'ont pas de pompe actionnée par la manette des gaz.

11 Octobre 2017

D - Démarrage raté : pas de panique!

Le moteur refuse de partir !

Plusieurs causes sont possibles, chacune avec leur façon d'y remédier que l'on trouvera dans le Manuel de vol ou la Check-list :

- Moteur froid :

La quantité de gaz carburé admise dans les cylindres est insuffisante à cause d'un papillon des gaz trop fermé :

- Si le moteur démarre mais s'arrête presque tout de suite, c'est que le pilote n'a pas assez pompé.
- Si le moteur essaye, sans y parvenir de démarrer, et qu'il tousse, le pilote a sans doute trop pompé

Remède : Avancer un peu plus la manette de gaz.

Le gaz carburé est trop pauvre à cause d'un trop petit nombre d'injections ou d'une vaporisation partielle, notamment par «temps froid»

Remède : refaire une ou deux injections et par «temps froid» soutenir le démarrage par de petites injections pendant l'action sur le démarreur !

- Moteur chaud :

Le gaz carburé est trop riche : sous l'effet de la chaleur dégagée par le moteur et transmise au corps du carburateur, l'essence injectée dans le Venturi via la pompe de reprise se vaporise instantanément, enrichissant excessivement le gaz carburé:

Remède : «aérer», en faisant faire à l'hélice quelques tours, la manette de gaz sur Plein gaz et manette de mélange sur Plein pauvre, créant ainsi une forte aspiration d'air frais dans la boîte à air ayant pour effet de dégager les tubulures d'admission et les chambres de combustion du gaz carburé trop riche.

A savoir : lors d'une mise en route moteur chaud (ou d'un moteur à injection), le démarrage est progressif car le mélange s'enrichit au fur et à mesure de la rotation. Ne pas se précipiter sur la manette de mélange pour enrichir aux premières velléités de démarrage, le moteur continuera bien à tourner encore quelques tours... Bonne nouvelle donc, deux mains suffisent : une sur la manette de gaz pour les réduire en douceur dès que le moteur tournera par lui-même, l'autre sur le démarreur et qui prendra la manette de mélange pour l'amener progressivement sur Plein riche.

11 Octobre 2017

- Vapor Lock :

Des «bulles de vapeur d'essence» se sont formées en amont du gicleur (ou des injecteurs), à cause d'une forte chaleur ambiante, et bloquent l'arrivée d'essence liquide : c'est le redouté «vapor lock»;

Remède : pomper de l'essence «fraiche» dans le réservoir !

Agir ainsi (lorsqu'elle y est écrite suivre la procédure du Manuel de vol ou de la check-list):

- Gaz : 1/2 ouvert
- Mélange : Étouffoir ou Plein pauvre
- Pompe électrique: ON pendant 30 secondes puis OFF
- Mélange : Plein riche
- Pompe électrique : ON
- Sélecteur allumage : BOTH
- Démarreur : 10 sec.
- Gaz : Réduits progressivement

- Moteur noyé :

Le Venturi du carburateur (ou les cylindres) sont «gavés»: la pompe de reprise a été trop sollicitée (ou la «primer») et de l'essence non vaporisée ou qui s'est liquéfiée est parvenue jusqu'aux chambres de combustion.

Si vous sentez une forte odeur d'essence ou s'il s'en écoule sous le moteur, pas de doute possible !

Remède : Suivez alors la procédure «démarrage moteur noyé» du Manuel de vol ou de la Check-list, cela réduira le risque de l'incendie au démarrage.

La procédure générique peut être :

- Couper la pompe électrique.
- Mettre le mélange plein pauvre.
- Mettre plein gaz.
- Mettre le contact magnétos de démarrage.
- Actionner le démarreur.
- Dès que le moteur commence à démarrer, réduire progressivement les gaz puis mettre lentement plein riche.

Les manœuvres de mise en route du moteur noyé peuvent paraître compliquées et inquiétantes.

En fait, il ne faut pas craindre d'être surpris par un démarrage brusque car les cylindres s'aèrent progressivement et de ce fait le moteur démarre également progressivement.

Le pilote ne doit donc pas se précipiter sur la manette de mélange pour enrichir le mélange carburé, le moteur continuera bien à tourner encore quelques tours. Il est donc inutile de mettre une main sur la manette des gaz, l'autre main sur celle de mélange et "le pieds sur le démarreur" !!

Il suffit, en fait, d'une seule main pour réduire en douceur puis de lâcher la manette des gaz pour prendre celle de mélange afin d'enrichir lentement le mélange carburé.

Informations Complémentaires

1 - Après le démarrage: pas de précipitation !

Mais avant de trop solliciter toute cette mécanique en mouvement (essais moteur, puis application de la pleine puissance pour décoller), il reste une étape primordiale mais trop souvent bâclée voire outrepassée : **laisser la chauffer !**

Cette mise en température répond à deux objectifs :

1. Permettre à l'huile d'acquies progressivement le degré de viscosité nécessaire pour bien circuler et assurer une lubrification optimale des articulations;
2. Éviter un choc thermique aux cylindres et aux pistons qui, lorsque le moteur développe sa pleine puissance, sont soumis à une forte augmentation de température.

2 - Incendie au démarrage : comment l'éteindre ?

Le bon sens indique la priorité des priorités: couper l'arrivée d'essence !

Les points de la séquence d'extinction (cf. Manuel de vol / Check-list) sont justifiés ci-après:

- **Robinet Essence : Fermé**
- **Mixture : Étouffoir ou Plein Pauvre**
- **Pompe électrique : OFF**

Ces trois «fermetures» font cesser toute arrivée d'essence et évitent la propagation de l'incendie, notamment en amont du Venturi du carburateur.

- **Démarrateur : Maintenir actionné**

A la fois pour «souffler l'incendie» en forçant la rotation de l'hélice et pour expulser le gaz restant dans les cylindres.

- **Gaz : Plein gaz**

Pour aspirer intensément le gaz restant dans les tubulures d'admission privé très rapidement de vapeur d'essence.

- **Sélecteur allumage : OFF**
- **Batterie : OFF**
- **Evacuer l'appareil et si l'incendie se poursuit utiliser un extincteur !**

3 - Pour arrêter le moteur

Avant d'arrêter le moteur, une dernière précaution s'impose, qui conditionnera notre sécurité au sol et celle de nos camarades lors des manipulations de l'hélice : **l'essai de coupure du sélecteur d'allumage**.

Après avoir stabilisé le régime en dessous de 1000 RPM, le sélecteur est mis sur les positions L puis R et **très brièvement** sur OFF : si la mise à la masse des deux circuits est efficace, le passage sur OFF doit provoquer une «quasi-extinction» du moteur par absence d'étincelles : ne pas attendre l'extinction complète pour revenir sur BOTH.

Le régime faible est utilisé pour n'admettre dans les cylindres qu'une quantité minimum de gaz carburé et ainsi éviter des dommages au pot d'échappement, car lors de la coupure il n'y a pas d'étincelles et le gaz carburé non brûlé expulsé à l'extérieur des cylindres peut s'enflammer et exploser au contact des parties chaudes du pot.

Sur un moteur de faible cylindrée et à taux de compression modéré (cas du ROTAX, d'ailleurs dépourvu de manette de mélange), ce risque est quasi-nul et l'extinction se fait par la mise sur OFF du sélecteur d'allumage mais toujours à faible régime (PS 28 AM).

Essai de coupure du sélecteur d'allumage: de quoi s'agit-il ?

Le système d'allumage (dispositif à base de magnétos ou électronique) fournit aux bougies la haute tension électrique nécessaire à la production de l'étincelle provoquant l'inflammation du gaz carburé comprimé.

Pour éviter qu'un dysfonctionnement du sélecteur ou du système d'allumage par lui-même empêche cette production d'étincelles, le dit sélecteur ne commande pas un arrêt du fonctionnement du dispositif, mais simplement la mise à la masse de ses circuits de sortie. Ainsi, en cas de défaillance en vol d'un contact électrique ou d'une connexion au niveau du sélecteur, les circuits de sortie du dispositif d'allumage restent parfaitement opérationnels.

En contrepartie, cela signifie qu'une anomalie sur la mise à la masse de l'un ou l'autre des circuits de sortie (donc sur la coupure de l'allumage) n'est pas détectable quand le moteur tourne. Or il est impératif de s'assurer que les deux circuits de sortie du système d'allumage sont bien à la masse lorsque l'avion est au sol, moteur arrêté, avec le sélecteur sur OFF, sans quoi une simple manipulation d'hélice pourrait provoquer un démarrage impromptu du moteur.

Dans un dispositif à magnétos, celles-ci sont entraînées par la rotation du moteur et ne nécessitent aucune autre source d'énergie que ce mouvement de rotation. C'est précisément là l'objet des «essais coupure» !

11 Octobre 2017

Extinction des feux!

L'arrêt du moteur ne se fait pas avec le sélecteur d'allumage sur OFF mais avec la manette de mélange sur Plein pauvre et sans action préalable d'augmentation du régime moteur. C'est après l'arrêt complet que le sélecteur est mis OFF et la clé enlevée.

L'extinction est provoquée par le tarissement de la vapeur d'essence et non par absence d'étincelles aux bougies.

Cette pratique a pour seul but d'éviter l'auto allumage (dû à l'inflammation du gaz carburé au contact des têtes de bougies très chaudes, voire incandescentes).

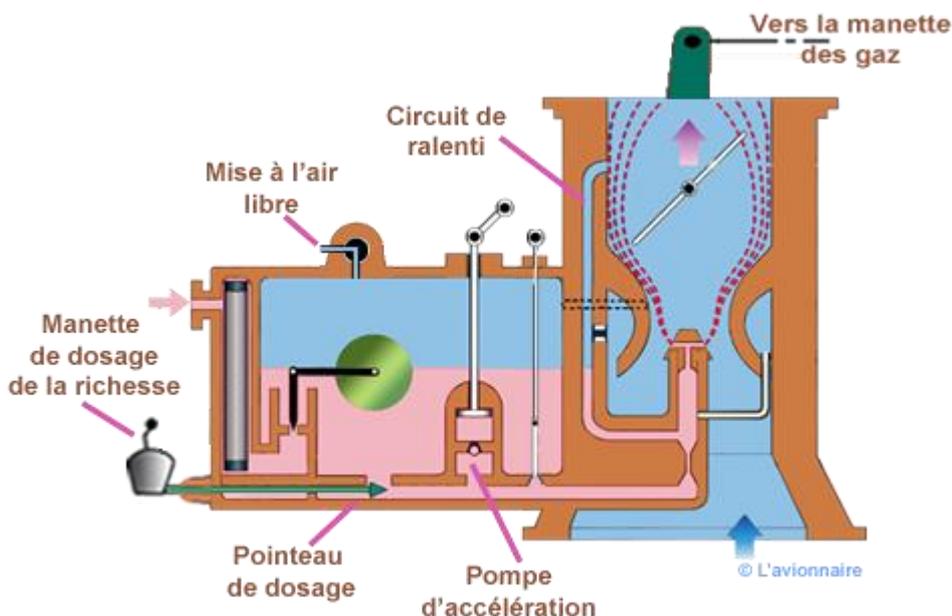
L'auto-allumage amène généralement le moteur à tourner à l'opposé du sens normal, générant des contraintes mécaniques importantes sur les pistons et sur les soupapes (elles ne s'ouvrent et ne se ferment plus au temps approprié du cycle) et sur les accessoires mis en mouvement.

**Le moteur est votre meilleur ami :
Traitez-le bien au sol et il saura vous le rendre en vol !**

Patrick Elkan (conseiller de sécurité) 09/2017

Responsables mécanique : ACAM Christian Bey / ANEG Jean Pierre Planas

Bon vol à tous



Source: www.faa.gov/handbooks_manuals/media

