

Initiation au Pilote Automatique.

# Atelier de Patrick HIROUX (FAVPH) et de Jean-Pierre RABINE (FAVJPR).



Le cockpit présenté est celui du Cessna 172 SP disponible dans FSX et utilisé au Centre d'Apprentissage par votre instructeur, Rod Machado.



Dans un précédent atelier, nous avons vu le fonctionnement des 6 instruments de base que vous devrez regarder dans toutes les phases de votre vol : décollage, montée, virages, vol en palier, descente et atterrissage.

Ces 6 instruments sont situés au centre de votre cockpit : l'anémomètre ou badin, l'horizon artificiel, l'altimètre et en-dessous : l'indicateur de virage, le compas et le variomètre.



Dans la partie encadrée en vert, on trouve les instruments concernant le moteur :

tachymètre, niveau de carburant, pression d'huile, ampèremètre et voltmètre, gauge de température des gaz d'échappement.



Dans la partie inférieure, se situent l'auto start ou clé de démarrage avec les magnétos, deux interrupteurs rouges, batterie et alternateur, tous les interrupteurs commandant les feux de roulage, navigation, phares d'atterrissage, etc, l'interrupteur principal des instruments, l'interrupteur des voyants du tableau de bord, la commande de gaz (throtle), la commande de richesse (mixture), l'interrupteur de positionnement des volets, l'indicateur de position et compensation de profondeur (trim), le bouton de fermeture d'arrivée de carburant et le sélecteur du réservoir de carburant.



Dans un précédent atelier, nous avons étudié les instruments qui sont utilisés pour la radio navigation. Ils se situent à droite.

A gauche, trois cadrans permettent de situer l'avion par rapport aux radios balises que l'on a choisies :

- le cadran du haut permet de se positionner par rapport à un VOR ou un ILS
- celui du milieu est utilisé pour suivre une balise VOR et
- le dernier en bas, permet de se diriger vers une balise NDB.

Vous avez appris à utiliser le panneau de radionavigation pour régler les différentes fréquences des balises et des communications radio... Nous allons maintenant nous intéresser au panneau de pilotage automatique encadré en rouge.



On rencontre ce panneau de radionavigation sur presque tous les avions d'aéroclub. Il se compose de 7 parties, de haut en bas :

- le panneau des commutateurs radio,
- les deux panneaux COM/VOR qui permettent de régler les fréquences de communication et les fréquences VOR («VHF Omnidirectionnal Range») pour les radiobalises,
- le panneau ADF («Automatic Direction Finder») pour régler la valeur de la fréquence d'une radiobalise NDB,
- le panneau DME («Distance Mesuring Equipment»),
- le panneau "transpondeur" et enfin
- le panneau du pilotage automatique.

	ALT VS			00000		UP
PR						DN

Le panneau du pilote automatique comporte six boutons qui vont permettre de gérer votre vol. Une fonction est active lorsque le bouton correspondant est éclairé en jaune... AP : pour enclencher le pilote automatique. HDG : pour suivre et maintenir un cap («heading») que vous aurez affiché grâce à la pinnule sur le HSI. Le message HDG s'affiche à côté de ALT quand le HDG est actif. NAV : pour naviguer automatiquement vers un VOR (ou un ILS) en restant positionné sur la radiale du VOR. L'action sur ce bouton provoque le guidage pour la capture de la source de la balise VOR. APR : pour faire une approche automatique (avant d'enclencher ce bouton, vous aurez réglé

un VOR sur la balise ILS de la piste de l'aéroport en approche).

REV : pour utiliser un axe en back-beam (inverse).

ALT : pour atteindre et maintenir une altitude constante.



ALT

Dans ce mode, le pilote automatique maintient l'altitude fixée par le pilote (ici 6000 ft). Pour définir votre niveau de vol, cliquez sur les chiffres correspondants situés devant ALT. Cliquez à droite pour les augmenter, à gauche pour les diminuer.

Pour définir un taux de montée ou «vitesse verticale» (VS «vertical speed»), ici 500 ft/min, cliquez en regard de VS, à droite pour l'augmenter, à gauche pour le diminuer.

UP et DN permettent de modifier la valeur de l'altitude, UP pour l'augmenter, DN DowN pour la diminuer.

Si l'avion est déjà à l'altitude spécifiée, le pilote automatique engage un verrouillage de l'altitude.

Si l'avion n'est pas à l'altitude spécifiée, l'appareil va monter ou descendre vers cette altitude avec un taux de montée ou de descente indiquée par le sélecteur de vitesse verticale.

Quand vous enclenchez ALT en cliquant sur le bouton, cela entraîne automatiquement la mise en marche du PA (le bouton PA devient jaune également).

Si vous désenclenchez ALT, cela ne désarme pas le PA car bien entendu vous pouvez avoir d'autres fonctions actives à ce moment-là.

Attention, selon les paramètres du fichier aircraft.cfg de votre avion, la vitesse verticale (exprimée en pieds/minute) peut être automatiquement programmée dès que vous changez l'altitude. Le fichier aircraft.cfg de votre avion comporte les lignes :

#### [autopilot] default\_vertical\_speed= 700.0

Dès que vous changez l'altitude, la VS est engagée à +700 ou - 700 automatiquement selon la valeur de la nouvelle altitude. Vous pourrez bien entendu modifier cette VS à volonté. Maintenant, si vous désirez enclencher vous-même le changement d'altitude et fixer le taux de la VS, alors modifiez le fichier aircraft.cfg et mettez

### [autopilot] default\_vertical\_speed= 0

Vous pourrez alors programmer à l'avance votre altitude et effectuer cette variation d'altitude uniquement quand vous aurez fixé un taux de montée non nul. Ne l'oubliez pas !

Notez encore que dès votre altitude cible est atteinte, la VS passe automatiquemnt à 0.

Comme nous le verrons ensuite, pour une approche ILS comprenant un LOC et un glide, le bouton ALT n'est pas à gérer dans la phase d'atterrissage. La fonction APP (Approche) va effectuer l'alignement de descente dès la capture du glide et vous pourrez remarquer que le bouton ALT se désarme automatiquement. Attention, s'il s'agit uniquement d'un ILS / LOC cela veut dire que seul l'alignement de piste peut être géré par le pilote automatique. Comme dans ce cas il n'y a pas de glide, vous devrez gérer votre descente à la main en suivant les indications du PAPI...





HDG le maintien de cap.

Le bouton Heading (HDG) engage le verrouillage de cap de la centrale de navigation du pilote automatique. L'enclenchement du HDG commande à l'appareil de se diriger sur le cap qui a été indiqué par le curseur de cap sur l'indicateur de cap ou sur l'indicateur de situation horizontale (HSI). Sur le Cessna, vous disposez d'un indicateur de cap.

Quand vous cliquez sur le bouton HDG du panneau du pilote automatique, alors le voyant jaune HDG s'allume et la mention HDG apparaît en rouge dans la fenêtre.

En appuyant sur HDG, vous engagez le PA. Si vous étiez auparavant en mode NAV, celui-ci sera alors désengagé au profit du mode HDG. Si vous désengagez le PA, alors le mode HDG sera aussi désengagé.

Si vous désengagez HDG, le PA reste actif. Voyons l'indicateur de cap plus en détails...

# Le compas gyroscopique directionnel ou Indicateur de Cap.

Cet instrument est très important et sera tout le temps utilisé que vous voliez en manuel ou en pilotage automatique. Il indique le cap que l'avion est en train de suivre. Actuellement, vous êtes au cap 132°.

Cet indicateur de cap encore appelé "conservateur de cap" comporte deux boutons situés en partie basse. A gauche, le bouton PUSH permet de régler l'appareil en fonction des données du compas magnétique. Sous FSX, vous pouvez appuyer sur la touche D du clavier pour effectuer ce réglage.

A droite, le bouton HDG (Heading) permet de régler le curseur de cap qui est symbolisé par la pinnule sur la rosace. Quand le mode HDG du pilote automatique est activé, alors le cap indiqué par la pinnule est pris en compte et l'avion se dirigera automatiquement vers le cap indiqué. Quand le pilote automatique n'est pas engagé, l'avion ne changera pas de cap si vous changez le HDG.Par contre, dès que vous enclencherez le PA, l'avion de dirigera vers le cap indiqué par la pinnule.

Sous pilote automatique, il suffira donc de changer le cap à l'aide du bouton HDG pour que votre avion entame un virage dans la direction indiquée.

A noter que sous pilote automatique, vous n'aurez pas à vous soucier d'une éventuelle glissade ou d'un dérapage lors de votre virage car contrôlé par l'ordinateur de bord, votre virage sera automatiquement coordonné ! Pendant votre virage, c'est la rosace qui tourne avec la pinnule. L'avion représenté reste toujours affiché ainsi.



**NAV** Navigation.

Ce bouton "commutateur de verrouillage de NAV" engage le verrouillage de la Navigation du pilote automatique qui permet de suivre automatiquement une route VOR ou encore une route GPS. Quand vous cliquez sur le bouton NAV du panneau du pilote automatique, alors le voyant jaune NAV s'allume et la mention NAV apparaît en rouge dans la fenêtre. Si vous étiez auparavant en mode HDG, celui-ci

sera alors désengagé au profit du mode NAV.





Juste au-dessus du panneau de radionavigation, se situe un commutateur NAV/GPS.

Ce bouton agit en bascule pour passer du mode NAV au mode GPS. Vous ne pouvez avoir que l'un ou l'autre.



Au niveau du pilote automatique, soit vous êtes en mode NAV, soit vous êtes en mode GPS.

Qu'est-ce que cela veut dire ?

Si vous avez choisi le mode NAV, NAV est alors affiché au niveau du commutateur, votre navigation se fera en rapprochement de la station VOR dont vous avez programmé la fréquence en NAV1.

Si vous avez choisi le mode GPS, GPS est alors affiché au niveau du commutateur, votre navigation se fera en suivant le plan de vol que vous aurez chargé dans FSX. C'est le mode complétement "automatique"... Le travail du pilote consiste à vérifier la route et que tout se passe bien...

En cas de changement de route pour cause d'intempérie ou parce que cela a été demandé par le contrôle, il suffit soit - de programmer un cap à suivre à l'aide du HDG ou

- de programmer la fréquence d'un VOR vers lequel on doit se diriger puis de commuter du mode GPS au mode NAV et de sélectionner sur le panneau du pilote automatique HDG ou NAV selon votre choix.

En règle générale, le mode GPS n'est jamais utilisé pour le décollage et pour l'atterrissage. Le mode NAV sur le pilote automatique est utilisé quand on est en rapprochement d'un VOR. Pour rallier un NDB ou quand on est en éloignement d'un VOR, on est en mode HDG...

Mais quel est l'avantage du mode NAV par rapport au heading HDG quand on est en rapprochement d'un VOR ? Pourquoi ne pas rester tout le temps en heading HDG ?



Supposons que vous suiviez le cap 010°.

Vous êtes sous pilote automatique (AP enclenché), vous avez réglé le Heading au cap 010 (HDG enclenché).

Vous décidez maintenant d'aller sur la balise VOR/DME (STP 116.5), vous mettez la fréquence 116.5 sur NAV1, vous activez cette fréquence, vous vérifiez que vous êtes en réception du VOR.

OK maintenant, deux solutions s'offrent à vous... NAV et HDG... Que choisir ?

Vous réglez la pinnule du heading sur le cap 070 et vous restez avec le heading HDG enclenché...

#### Que se passe-t-il ?

Selon le moment auquel vous faites ce réglage de pinnule du heading, votre avion va bien virer au cap 070° mais vous risquez alors de ne pas passer à la verticale de la balise STP... Il se peut également que la dérive due au vent vous écarte de ce passage vertical...

Pour passer verticale STP, vous devrez sans arrêt modifier le HDG... Ce n'est pas la meilleure solution !

Copyright Ailes Virtuelles 2011 - Initiation au Pilote Automatique - Page 5 / 9.



Maintenant, si vous réglez la pinnule du HDG sur 70 (cap à suivre 070°) et le course CRS sur 70° (si vous avez un réglage CRS sur votre appareil car il n'y en a pas sur le Cessna), si vous enclenchez la centrale de cap du pilote automatique en appuyant sur NAV (HDG sera automatiquement désenclenché), alors quelle que soit votre dérive, votre avion va virer au cap 070° et va passer à la verticale de la balise STP...

Dans tous les cas de rapprochement de balise VOR, vous avez donc intérêt à vous mettre en NAV pour être certain de passer à la verticale du VOR.

Attention, NAV ne fonctionne qu'en station AVANT, donc uniquement lorsque vous vous dirigez VERS la balise... Avantage du mode NAV : il vous permet de régler la pinnule du heading sur le prochain cap à suivre... et dès que vous serez à la verticale de la balise, vous pourrez enclencher HDG pour suivre votre prochain cap. Dès lors, vous avez le temps de programmer votre prochain VOR et au cas, de repasser en mode NAV et ainsi de suite...



#### APR Approche.

Ce bouton engage le mode de navigation du pilote automatique pour suivre une **radiobalise ILS d'alignement et de descente** en vue d'un atterrissage.

Attention, APR ne fonctionne qu'en mode NAV en ne marche pas en mode GPS.

Quand vous cliquez sur APR cela entraîne l'enclenchement du PA, le pilote automatique. Par contre, si vous désengagez APR, cela ne désengage pas le pilote automatique qui peut avoir d'autres fonctions actives.

#### ILS : Instrument Landing System.

C'est un système d'atterrissage aux instruments qui positionne l'avion à la fois dans l'axe de la piste mais également à la bonne altitude pour respecter un plan de descente convenable. Le principe de fonctionnement est identique à celui du VOR. Vous affichez la fréquence de l'ILS sur le NAV1 du panneau de radionavigation et dès que l'ILS est capté vous disposez alors d'un repérage axial et d'un repérage en altitude par rapport au seuil de la piste.

Pour plus de détails sur le fonctionnement de la balise ILS, vous pouvez consulter le tutoriel sur

- les balises, ou
- l'initiation à la radionavigation.

Quand la balise ILS est en réception, (vous pouvez voir la barre de déviation du localizer déplacée) vous pouvez alors engager l'approche en cliquant sur APR pour enclencher le mode approche.

Le localizer (alignement sur l'axe de piste) étant en réception, le mode HDG ou NAV est automatiquement désengagé. Votre avion va s'orienter pour s'aligner sur l'axe de piste. Dès que le Glide sera perçu, alors votre appareil va suivre l'alignement de descente pour se présenter au seuil de piste. Bien entendu, dès que le glide est perçu, le maintien d'altitude ALT se désenclenche automatiquement.

A noter que vous devez toujours consulter la carte d'approche de l'aéroport avant d'effectuer celle-ci car non seulement vous devez avoir la fréquence de l'ILS de la piste d'atterrissage, son QFU (orientation magnétique) pour régler éventuellement la course CRS si votre avion en dispose et vous devez aussi absolument connaître l'altitude de votre approche pour pouvoir capter le glide.

En général, on effectue l'approche par le dessous... c'est à dire en-dessous de l'altitude de capture qui est mentionnée sur la carte. Voyons où ces informations sont situées sur la carte...





Voici la carte d'approche ILS de la piste 04L à Nice Côte d'Azur. Vous pouvez y lire :

le nom de la procédure et de la piste : MUS - ILS RWY 04L, le nom, la fréquence et l'indicatif de l'ILS : NI 109.95, le QFU de la piste : 044°, la position de l'outer marker : OM, l'altitude de capture : 4000 ft.

Voici la carte d'approche ILS de la piste 04R à Nice Côte d'Azur. Vous pouvez y lire :

le nom de la procédure et de la piste : MUS - ILS RWY 04R, le nom, la fréquence et l'indicatif de l'ILS : NA 110.7, le QFU de la piste : 042°, la position de l'outer marker : OM, l'altitude de capture : 4000 ft.

## ATTENTION, n'oubliez pas l'information importante mentionnée ici...

L'alignement de piste est décalé de 1.9°! Cela veut dire que si vous suivez la direction du localizer, vous ne serez pas dans l'axe de piste...

Vous arriverez avec une déviation de 1.9°. Il faudra donc corriger votre présentation pour vous aligner correctement. Nous verrons que cela interdit tout "autoland" sur cette piste 04R.

Vous ne pourrez pas vous poser sur cette piste sous pilote automatique.

Vous devrez prendre la main pour vous aligner !



## Comment effectuer l'approche MUS - ILS RWY 04L ?

Vous réglez la fréquence de l'ILS sur NAV1 : 109.95, vous activez cette fréquence en la passant à gauche.

Vous attendez de capter la fréquence.

Dès que vous voyez l'aiguille du localizer du VOR1 se déplacer, vous êtes donc en réception de l'ILS.

Vous enclenchez le mode NAV pour être certain d'être correctement aligné sur le localizer. Le bouton HDG se désenclenche automatiquement.

Vous réglez le QFU de la piste : 044° au niveau de la rosace et du heading du VOR1.



Vous êtes sur le loc et vous avez enclenché APR. Vous surveillez le glide. Dès que vous captez le glide, alors vous pouvez enclencher le bouton APR. Le bouton NAV se désenclenche automatiquement. Vous vérifiez que votre altitude est à 4000 ft car vous devez prendre le glide endessous.



Dès que vous êtes sur le glide, le bouton ALT se désenclenche. Il ne vous reste qu'à gérer votre vitesse... Vous allez vous présenter juste sur le seuil de piste. N'oubliez pas de mettre la manette des gaz à zéro avant le toucher de piste.

Vous pouvez aussi désenclencher votre PA juste avant le toucher des roues pour effectuer votre arrondi.



# Comment effectuer l'approche MUS - ILS RWY 04R ?

Vous réglez la fréquence de l'ILS sur NAV1 : 110.7, vous activez cette fréquence en la passant à gauche.

Vous attendez de capter la fréquence. Dès que vous voyez l'aiguille du localizer du VOR1 se déplacer, vous êtes donc en réception de l'ILS. Vous enclenchez le mode NAV pour être certain d'être correctement aligné sur le localizer.

Le bouton HDG se désenclenche automatiquement.

Vous réglez le QFU de la piste : 042° au niveau de la rosace et du heading du VOR1.



Vous êtes sur le localizer.

Vous surveillez le glide. Dès que vous captez le glide, alors vous pouvez enclencher le bouton APR. Le bouton NAV se désenclenche automatiquement.

Vous vérifiez que votre altitude est à 4000 ft car vous devez prendre le glide en-dessous.



Dès que vous êtes sur le glide, le bouton ALT se désenclenche. Il ne vous reste qu'à gérer votre vitesse... Attention,

### vous n'allez pas être sur l'axe de piste 04R !

L'alignement de piste est décalé de 1.9°! Désenclenchez le PA pour reprendre la main et corriger votre approche sur l'axe.

### 04R



Attention à votre altitude lors de la capture de l'ILS. Respectez les données de la carte d'approche.

Que ce soit sur la 04R ou sur la 04L, vous devez être à 4000 pieds pour entamer votre descente.

Si vous êtes trop haut (par exemple à 6000 pieds, alors vous ne serez plus dans le cône du glide et vous passerez verticale terrain...



**REV** Reverse ou Back Course.

Cette procédure ILS Back Course est utilisée quand un aéroport ne dispose pas d'ILS dans les deux sens de la piste...

A Nice par exemple. il n'y a pas d'ILS sur la 22L ni la 22R.

Si l'on veut atterrir sur la 22R et se faire aider pour l'alignement sur l'axe de piste on peut donc utiliser la procédure ILS de la 04L en Back Course. Notez tout de suite que la piste 22R correspond à la piste 04L (en sens inverse). Pour cette procédure, on affiche la fréquence de l'ILS de la 04L : 109.95.

Le QFU de la piste est 044°+180° = 224°. On affiche 224° sur le bouton OBS... et on reste en HDG pour l'approche de l'axe de piste. Dès que l'on a capté NI 109.95, on enclenche alors REV (reverse qui correspond au Back Course) et le bouton APR va s'enclencher automatiquement.

Votre avion va alors se mettre directement sur l'axe de piste.

ATTENTION, cette procédure Back Course ne gère pas votre descente. Il n'y a pas de glide en back course et vous devez donc assurer par vous-même votre diminution d'altitude. Nous vous montrerons plus en détails cette approche REV ou BC dans un prochain atelier qui traitera de toutes les approches ILS...