

Quelques informations sur les pilotes automatiques

Préambule :

Le but de cet article est de faire une présentation sommaire des pilotes automatiques disponibles pour les avions expérimentaux. Il est divisé en deux parties : une explication sommaire sur les principes de fonctionnement des automatismes et ensuite une présentation des matériels disponibles chez TruTrak et Trio Avionics. Ces pilotes automatiques décrits en fin d'articles sont des produits très modernes et très avancés. Par certains aspects ils sont plus modernes que les pilotes automatiques disponibles sur les avions de ligne de la première génération de B 727- B737 et B747.

Ils sont avancés dans le sens où il ne s'agit pas de systèmes automatique de pilotage des paramètres primaires : assiette et inclinaison, mais des systèmes de guidage sur une trajectoire : cap, route, taux de montée, pente et maintien d'altitude. Il est à noter que les systèmes dont il sera question ici sont dits deux axes car ils n'interviennent que sur les axes de roulis et de tangage, peu de systèmes sont trois axes même sur des avions très modernes.

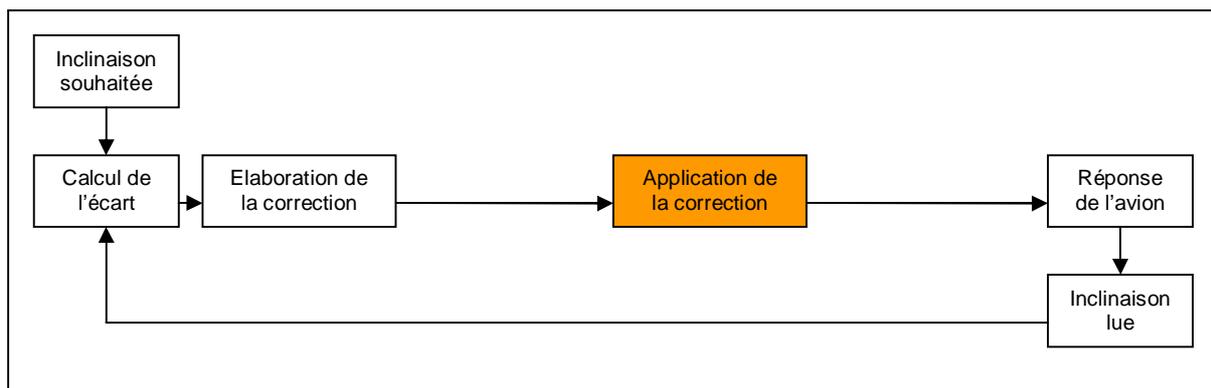
Principe générale de fonctionnement :

En pilotage manuel, certaines actions sont devenues tellement naturelles qu'il est parfois délicat de se rendre compte de leur complexité.

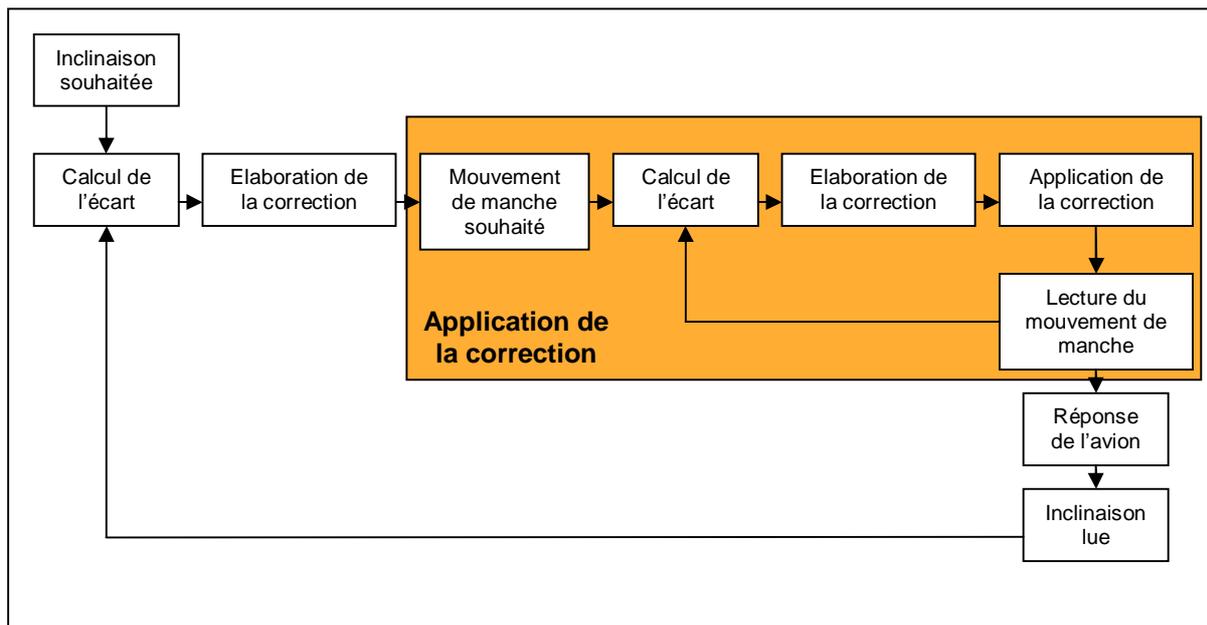
Commençons par exemple par le maintien d'une inclinaison donnée.

Le pilote va d'abord déterminer son inclinaison actuelle, ensuite l'écart par rapport à l'inclinaison recherchée, puis déterminer le sens de la correction, son intensité, et ensuite l'appliquer et enfin recommencer le cycle depuis le début. Avec de la chance, de l'habitude et de l'habileté, un nombre très réduit de cycles sera suffisant.

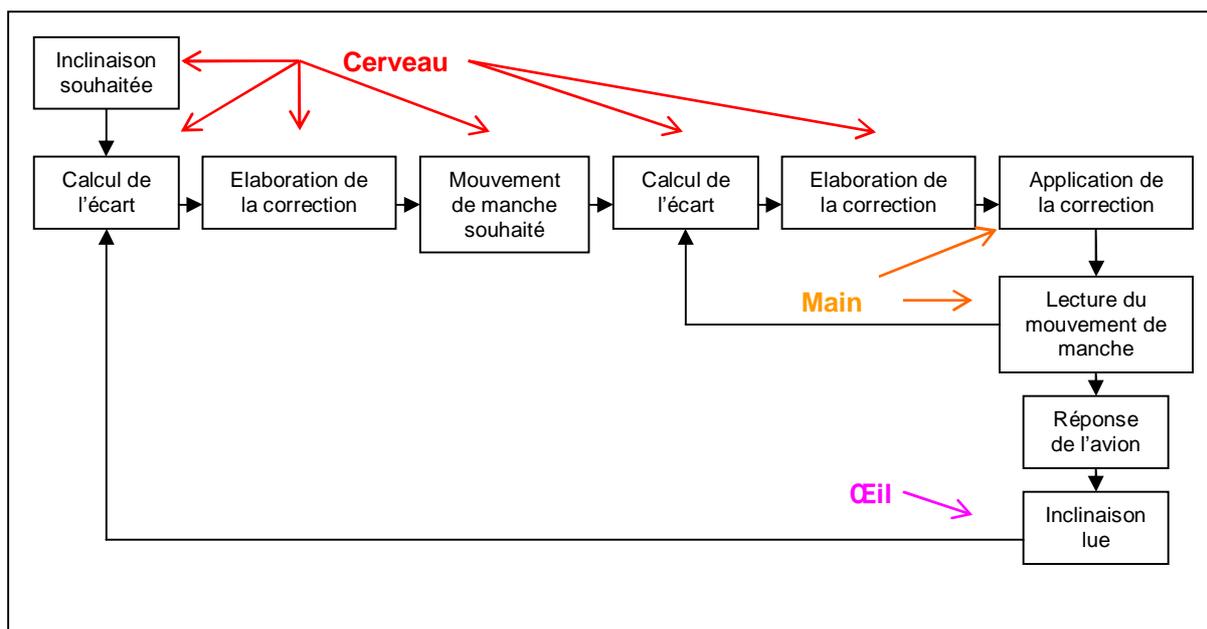
Voici un schéma pour résumer cela :



Mais ce n'est pas tout, il faut transmettre physiquement la correction à l'avion. Pour cela, le pilote utilisera le manche et déterminera la quantité et la vitesse de déplacement du manche à appliquer pour atteindre son objectif. Là encore il faudra peut être quelques cycles pour atteindre la position désirée. On se retrouve donc avec une nouvelle boucle d'asservissement (c'est le nom officiel de ce type de boucle) :

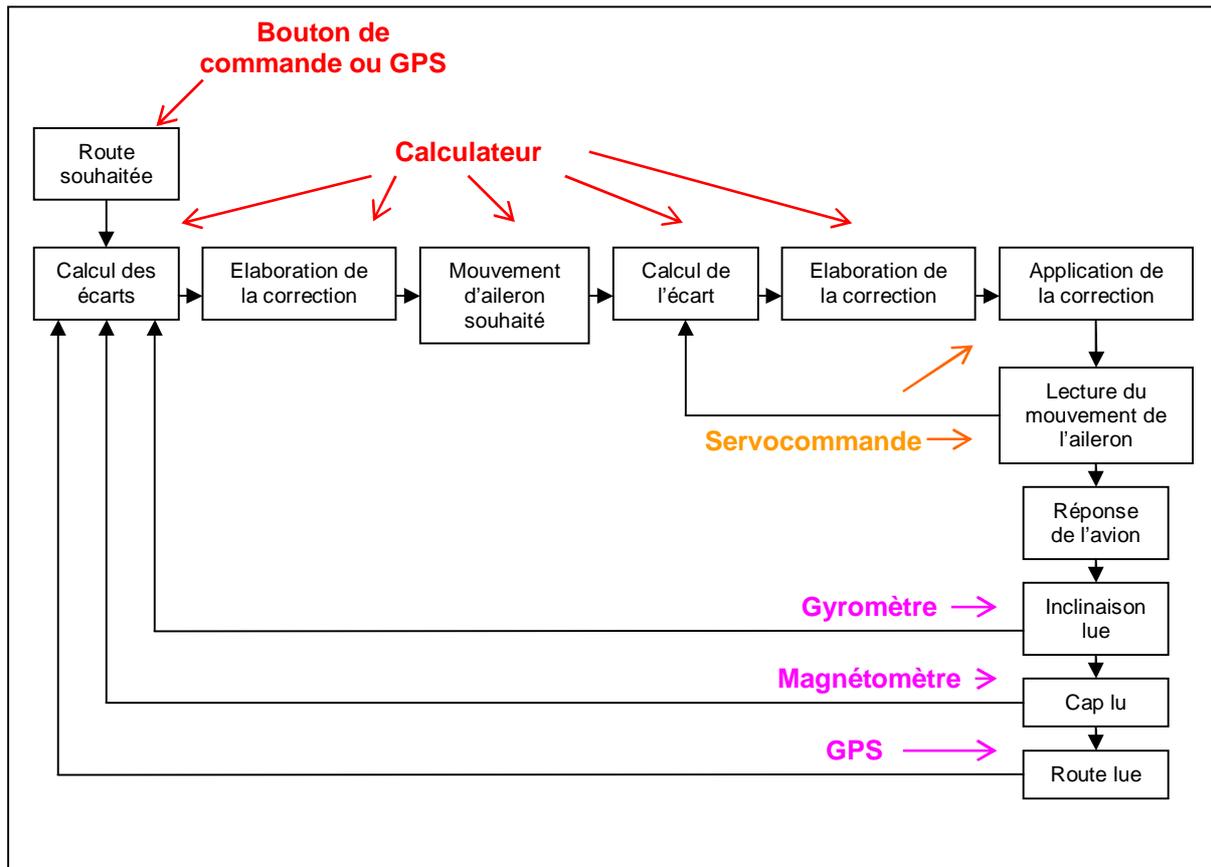


Comment faisons-nous tout cela ? Et bien à l'aide de nos sens (des capteurs) et de notre cerveau (le calculateur), des actionneurs (nos muscles)



Que fait un pilote automatique ? Il fait exactement la même chose que nous mais avec des capteurs, des calculateurs et des actionneurs électroniques, mécaniques ou hydrauliques.

Le schéma ci-dessus est donné pour maintenir une inclinaison donnée, si on désire maintenir un cap, il faut rajouter une boucle pour être sûr qu'on maintien le cap demandé et si on veut maintenir la route on rajoute une boucle supplémentaire. Voici ce que cela donne avec le suivi d'une route (Radial VOR ou route GPS), et les mécanismes du pilote automatique :



Augmenter le nombre de boucles, augmente la complexité et donc le prix de l'équipement.

La présentation ci-dessus est transposable à l'axe de tangage, avec maintien d'altitude ou de vitesse verticale.

Quelques remarques :

1. D'après les schémas ci-dessus, on peut penser que les capteurs utilisés pour connaître les paramètres roulis et tangages sont des capteurs de position de l'avion, en fait ce type de capteur a été abandonné depuis assez longtemps et les capteurs utilisés maintenant sont gyromètres électroniques qui mesurent des accélérations sur les 3 axes de l'avion et ensuite par des algorithmes déduisent les paramètres utiles.
2. Pour la boucle de commande des gouvernes (profondeur ou ailerons), il est nécessaire de connaître la position de la gouverne, ceci est fait en mesurant la position du bras de commande de la servocommande (voilà pourquoi le branchement sur la servocommande possède plusieurs câbles).
3. Il est évident que tous les avions ne répondent pas de la même manière en terme vitesse de roulis ou de tangage, en termes d'anticipation nécessaire pour atteindre un cap ou une altitude donnée. Les lois utilisées par le pilote automatique doivent donc être adaptées à chaque machine, c'est pourquoi les modes d'emploi ont des chapitres assez fournis sur cette opération. Par exemple chez TruTrak, il y a huit réglages en roulis: activité de la servo, couple, taux de transmission, inclinaison, micro-activité, vitesse mini de vol, vitesse maxi de vol, inclinaison sous GPS.

4. Enfin un dernier point, ces pilotes automatiques se synchronisent avec la position actuelle de l'avion pour permettre une mise en œuvre sans à-coups, mais en règle générale ils ne trimment pas l'avion. Il se peut donc qu'au débrayage, l'avion soit hors-trim. Pour les RV cela ne doit pas poser de problèmes particuliers ceux qui ont essayé de voir ce que donnait une situation hors trim après une panne du trim électrique n'ont pas noté de difficulté particulière de pilotage dans cette situation.
- Les modèles de PA les plus évolués proposent un affichage de l'effort sur la servocommande pour alerter le pilote sur la nécessité de trimmer, ou alors proposent carrément un trim automatique.

Voici quelques infos sur les produits disponibles :

TruTrak

	<u>Altrak</u> : maintien de l'altitude atteinte au moment de l'appui sur le bouton. Option VS : vertical speed : maintien d'un vario.
	<u>Digitrak</u> : conservateur de cap, sélection du cap, Mode GPS NAV : suit un plan de vol de point à point, survol de chaque point. Nécessite une information GPS au format NMEA
	<u>Digiflight II</u> : combine Altrak et Digitrak GPSS : GPS steering, suivi d'un plan de vol point à point avec anticipation lors d'un changement de route <u>Digiflight II VS</u> : idem Digiflight II avec maintien de vario en montée et descente. Détecteur d'effort sur la servo de profondeur pour demander au pilote de trimer l'avion. En option GPSS, trim automatique <u>Digiflight II VSGV</u> : idem Digiflight II VS avec GPSS et GPSV : suivi d'un plan de vol GPS dans le plan vertical.
	Instrument double : indicateur et commande de pilote automatique <u>Pictorial Pilot</u> : Indicateur de virage et commande de maintien de cap <u>ADI Pilot 1</u> : Indicateur de virage et simili-assiette, commande de cap, et GPS NAV (équivalent du Digitrak) <u>ADI Pilot 2</u> : Indicateur de virage et simili-assiette et équivalent Digiflight II.
	Autre boîtier de commande disponibles

Trio Avionics

	EZ Pilot : suivi de plan de vol GPS, suivi de route, inclinaison en fonction de la vitesse de vol, demi-tour simplifié pour urgence
	EZ 1 : maintien d'altitude EZ 2 : idem EZ 1 avec maintien de vario EZ 3 : idem EZ 2 avec acquisition d'altitude

Quelques remarques sur ces produits :

1. Les servocommandes sont un peu différentes entre les deux fabricants. Celles de TruTrak sont toujours connectées sur les commandes mais avec des frictions très faibles, celles de Trio sont débrayables par un solénoïde commandé depuis le boîtier sur le tableau de bord.
2. Les deux systèmes utilisent l'information GPS pour affiner les algorithmes de commande. Le mode de base est le suivi d'une route, c'est-à-dire qu'à priori que même en l'absence de plan de vol GPS, on commandera un suivi de route et non pas de cap. Par contre, en cas d'absence d'information GPS, TruTrak permet de suivre un cap magnétique avec le conservateur de cap intégré l'affichage se fait avec une molette. Chez Trio, dans le même cas, il ne reste qu'un mode de maintien d'inclinaison nulle avec des possibilités d'affichage d'une inclinaison différente mais de façon assez peu commode.

AVERTISSEMENT IMPORTANT

C'est toujours le pilote humain qui pilote l'avion, lorsque le pilote automatique ne fait pas ce qu'on lui demande on ne cherche pas à comprendre ce qu'il fait : on revient au pilotage basique en manuel en débrayant les automatismes.

Attention :

Cet article est pûrement informatif, il ne constitue en aucune façon une référence que se soit technique ou réglementaire.

Pour toute remarque :

Pascal GROELL

pgroell@hotmail.com

www.notreavion.net

Pour des informations sur les produits :

www.trutrakflightsystems.com

<http://www.trioavionics.com/>

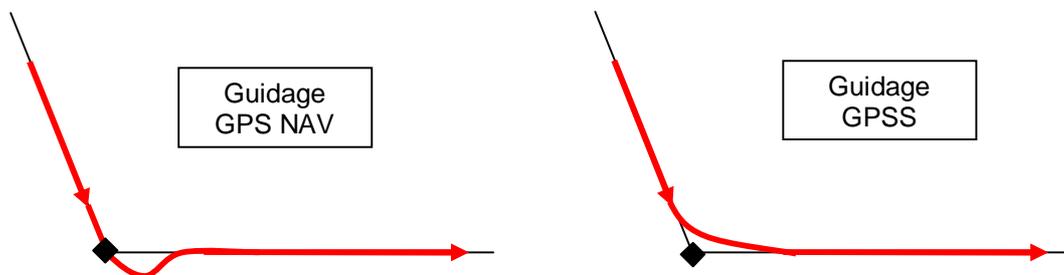
et pour des idées de prix :

<http://www.steinair.com/autopilots.htm>

<http://www.affordablepanels.com>

FAQ :

Différence GPS NAV et GPSS (GPS Steering): chez TruTrak , un dessin valant mille mots :



NMEA : National Marine Electronics Association, il s'agit d'un protocole standard d'échange d'information entre des dispositifs utilisant des informations GPS