

FlightGear

Plus qu'un jeu, un simulateur de vol



Initiation aux simulateurs de vol

L'essentiel en images, pour apprendre et s'amuser

Aide à la navigation aérienne avec un simulateur de vol
Apprendre à voler et à naviguer avec la micro informatique

Michel Luc

Présentation

Il ne s'agit pas d'un document technique ni d'un tutoriel sur la navigation et le pilotage, c'est une simple présentation des possibilités des simulateurs de vol, comment l'utiliser et peut être une initiation pour ceux qui n'ont pas réussi à aller plus loin que le décollage de leur avion.

N'étant ni pilote ni technicien de l'aéronautique mais un passionné de la simulation aérienne, ces pages ne sont que la mise en forme de mes notes en espérant ainsi pouvoir ainsi aider les personnes à s'améliorer ou se lancer dans la simulation de vol sur micro informatique, la documentation en français faisant défaut sur la toile. Quoique lorsque vous lirez ceci il y a de fortes chances pour que le site français de FlightGear réponde à toutes vos attentes.

<http://fr.flightgear.org>

Ce document est au format A4 pour en permettre l'impression et chaque chapitre se termine par une page blanche pour que vous puissiez y mettre vos notes personnelles. Il se divise en trois parties, plus une liste des différents aéroports.

La première partie initiatique présente les éléments de navigation et comment effectuer un vol du décollage à l'atterrissage.

La seconde partie est consacrée au simulateur Open Source FlightGear.

La troisième partie (annexe A) est un peu plus technique pour les personnes intéressées par la navigation aérienne qui considèrent le simulateur de vol autrement que comme un jeu.

L'annexe B est une liste des aéroports avec leurs coordonnées, fréquences radio, VOR et NDB.

Les images présentes dans ces pages sont des captures d'écrans effectuées sous FlightGear.

<http://www.flightgear.org>

Table des matières

Part I

L'appareil	<i>page 8</i>
<i>Ailerons, volets, gouvernes</i>	<i>page 9</i>
Tableau de bord	<i>page 11</i>
<i>Instruments de navigation</i>	<i>page 12</i>
<i>Manomètres</i>	<i>page 13</i>
<i>Manettes</i>	<i>page 14</i>
<i>HUD</i>	<i>page 15</i>
Instruments de navigation	<i>page 17</i>
<i>Instruments gyroscopiques</i>	<i>page 18</i>
<i>Manomètres</i>	<i>page 19</i>
<i>Instruments de radio navigation</i>	<i>page 20</i>
Le Vol	<i>page 25</i>
<i>La carte</i>	<i>page 26</i>
<i>La route, le cap</i>	<i>page 27</i>
<i>Le décollage</i>	<i>page 28</i>
<i>L'atterrissage</i>	<i>page 29</i>

Part II

FlightGear	<i>page 31</i>
<i>Le simulateur de vol, logiciel libre sous licence GPL des distribution GNU/Linux.</i>	
<i>Un FlightGear francisés</i>	<i>page 32</i>
<i>Options de la ligne de commande</i>	<i>page 33</i>
<i>Clavier souris</i>	<i>page 34</i>
<i>Scènes et aéroports</i>	<i>page 35</i>
<i>Les Menus</i>	<i>page 36</i>
<i>Les Joysticks</i>	<i>page 40</i>
<i>Un Atlas</i>	<i>page 41</i>

Annexe A

La navigation	<i>page 43</i>
<i>Partie un peu plus technique sur la Radio Navigation</i>	

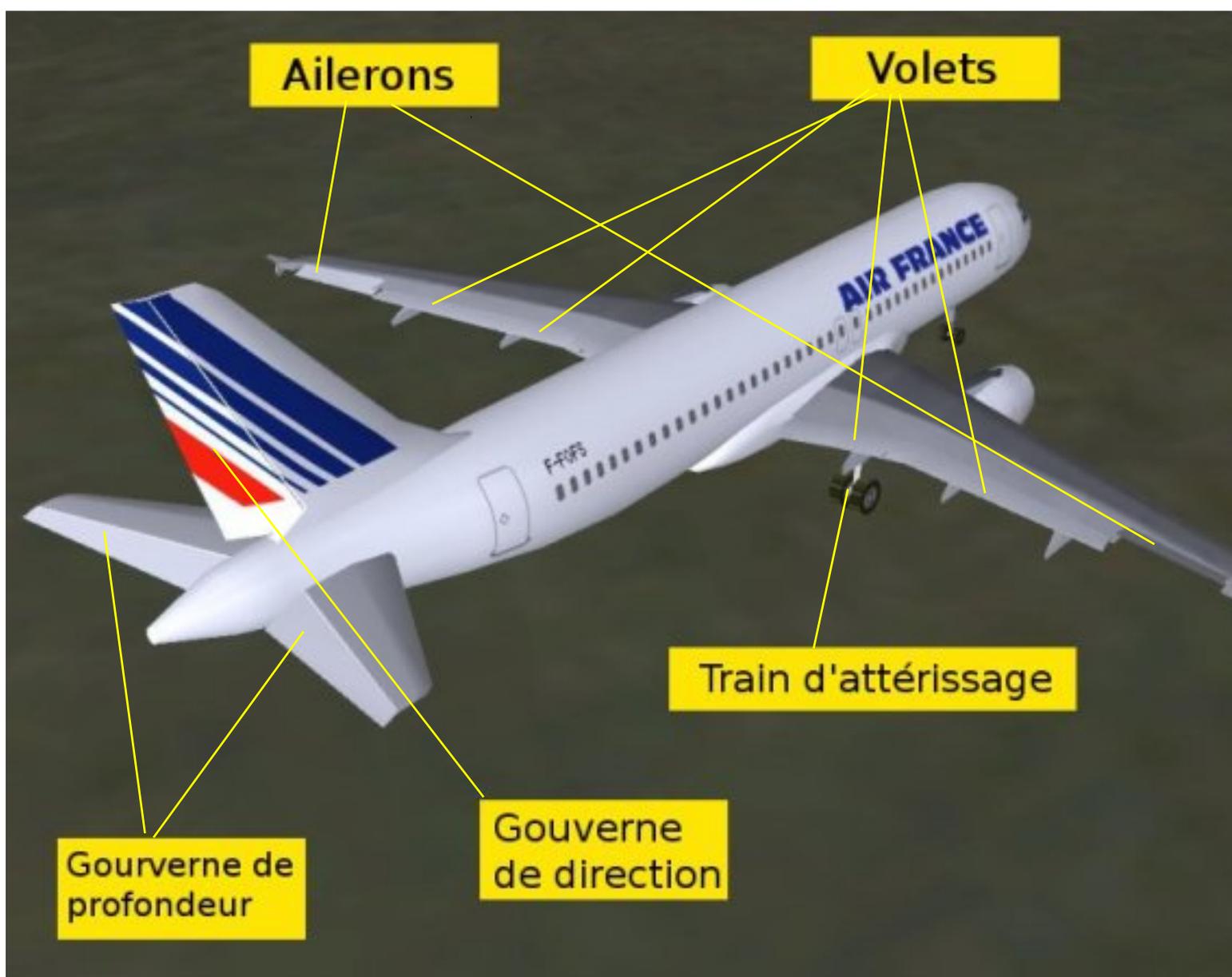
Annexe B

Les Aéroports	<i>page (A VENIR, pas dispo.)</i>
<i>Liste de quelques aéroports, coordonnées, fréquences et id</i>	

L'appareil, les instruments de navigation et le vol.



L'Appareil



L'appareil (cessna A320, 747, F16...) ne se compose pas uniquement de cela mais c'est ce dont vous aurez besoin pour, décoller, virer et atterrir :

Les **ailerons** vont permettre à l'avion de prendre un virage (changer de cap) lorsque vous déplacerez le joystick vers la gauche ou vers la droite.

La **gouverne de direction**, couplée aux ailerons, stabilise les virages et permet de remettre la queue de l'appareil dans le même axe que le nez (cap) pour éviter le glissement. Voir l'indicateur de virage dans la partie instrument de navigation, page 18.

La **gouverne de profondeur** est utilisée pour faire monter ou descendre l'appareil, en déplaçant le joystick vers l'arrière ou vers l'avant.

Les **volets** augmentent la portance de l'appareil lorsqu'ils sont sortis. Ils sont utilisés principalement pour le décollage et l'atterrissage.

Le **train d'atterrissage** sert, évidemment, pour le décollage, l'atterrissage et le roulage (Taxi).

L'appareil est également, heureusement, muni d'un **tableau de bord** contenant un certain nombre d'**instruments de navigation** décrits dans le chapitre suivant, page 12.

Quelques termes :

FR	EN
ailerons	<i>ailerons</i>
gouverne de direction	<i>rudder</i>
gouverne de profondeur	<i>elevators</i>
volets	<i>flaps</i>
ailerons	<i>wings</i>
antennes	antennas
train d'atterrissage	<i>landing gear or gear</i>
roue	wheel
décollage	<i>take off</i>
atterrissage	<i>landing</i>
piste	runway

Noeud unité de vitesse qui vaut 1,850 Km/h

Pied unité de mesure (12 pouces) qui vaut 0,304 mètre

Mile Nautique ou Mile Marin unité utilisée en navigation qui vaut 1 850 mètres

Le tableau de bord



Le tableau de bord se compose de différents manomètres, instruments gyroscopiques et de navigation. Ces jauges et instruments affichent des informations sur les pressions, l'altitude, la vitesse, la position, le cap... etc. Avec une gouverne de direction (manche) et des manettes pour les gaz et les volets.

Les six principaux instruments que l'on retrouve dans la majorité des simulateurs de vol sont certainement l'anémomètre, l'altimètre, le variomètre, l'horizon artificiel, l'indicateur de cap et l'indicateur de virage.



L'indicateur de virage, l'horizon artificiel et le conservateur de cap font partie des instruments gyroscopiques.



ADF, VOR, COMM, NAV, Auto Pilote et Transpondeur font partie des instruments radio de navigation.



Anémomètre

Variomètre

Altimètre

L'anémomètre indique la vitesse dans l'air en Noeuds

Le variomètre affiche la vitesse de montée et de descente en centaines de pieds par minute

L'altimètre indique l'altitude en milliers de pieds

D' autres instruments, manomètres et jauges, peuvent également être présents dans le tableau de bord de votre avion, suivant le modèle sélectionné et le type de simulateur utilisé.



Carburant

Huile

Batterie

Réservoirs

Ces jauges affichent des informations sur le carburant, la température et la pression d'huile, l'état des batteries (voltage et ampérage), le niveau de carburant dans les réservoirs... etc.



Régime

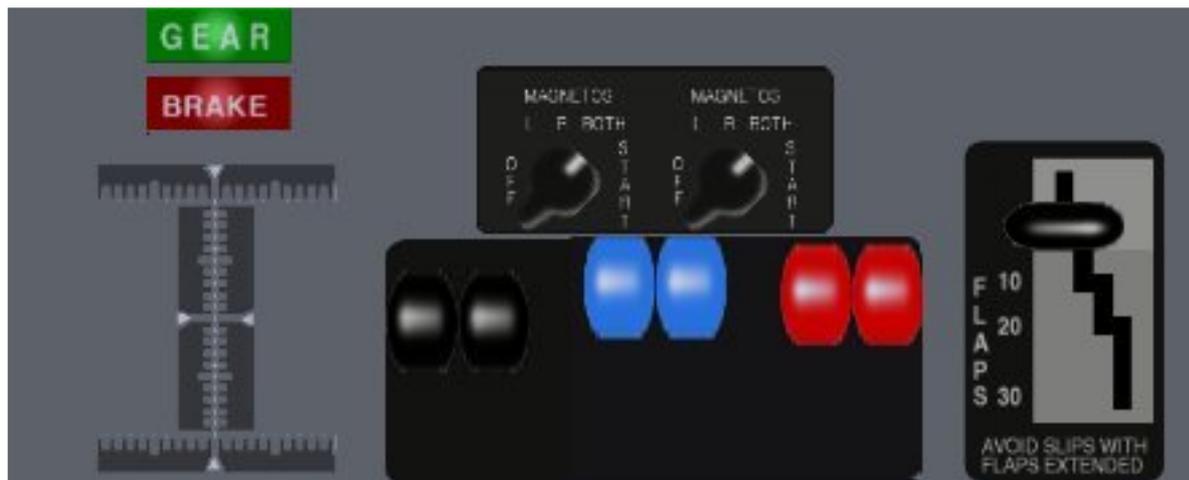
Compte tours

Magnétos

Les manomètres indiquent la vitesse de rotation du moteur (nombre de tour minute RPM) et le régime (en %) en fonction de la position de la manette des gaz (voir page suivante).

Les magnétos (Bobines-Allumage) permettent de lancer le ou les moteurs.

Vous trouverez également sur le tableau de bord, ou à proximité, des organes essentielles au pilotage comme, le manche, les manettes de gaz, des boutons pour couper les moteurs et ouvrir et fermer les volets ainsi qu'un indicateur de position du manche (joystick) et des gouvernes. Et aussi probablement des voyants pour les freins et le train d'atterrissage.



En haut à gauche, un indicateur de train d'atterrissage: Ici train sorti (voyant au vert).

En dessous le voyant de Frein, Frein de parking enclenché (voyant au rouge).

Encore en dessous l'indicateur de position du manche (gouverne de profondeur) et du palonnier (gouverne de direction). Au centre en haut, les magnetos pour lancer les moteurs.

En dessous, les manettes des gaz (noire), les commandes (bleu) de régime moteur (nb tours) et les manettes pour couper l'alimentation des moteurs (rouge).

Le dernier à droite est l'indicateur d'ouverture des volets (10, 20 et 30 %), ici complètement fermé.

La mise en marche des moteurs s'effectue en positionnant le commutateur des Magnetos sur "Both" (avec un clic souris) puis avec la barre d'espace pour lancer le moteur. Le ~ (tilde, touche [Alt Gr] + [2]) permet de sélectionner toutes les Magnetos pour le démarrage.

Votre tableau de bord peut aussi posséder, situé au-dessus ou à côté de COMM/NAV, trois "LED" (OMI) de couleurs différentes et un commutateur (DME) des récepteurs VOR (NAV1 NAV2).



Le commutateur DME permet de sélectionner NAV1 ou NAV2 pour afficher les informations correspondantes, la distance (en Mile Nautique), la vitesse au sol (en Noeuds) et le temps restant (en Minutes) jusqu'à la station VOR.

La fréquence de la balise VOR étant rentrée dans NAV1 ou NAV2.

Ici l'appareil étant encore à 28 miles nautique des pistes de l'aéroport, les "LED" sont éteintes.

Ces "LED" (OMI) bleu, orange et blanche, indépendantes des fréquences entrées dans COMM/NAV, s'éclairent à l'approche de la piste (système ILS) à partir d'une altitude souvent inférieure à 1600 pieds(feet) en fonction de la distance entre l'appareil et le centre et l'axe de la piste :

Bleu	= Avant la piste, 1 400 pieds	Outer	OM
Orange	= A mi distance de la piste, 500 pieds	Middle	MM
Blanche	= A l'intérieur (au-dessus) de la piste	Inner	IM

Il existe un autre système d'aide à l'approche qui est visuel est situé à proximité des piste sous forme de voyant lumineux blanc et rouge nommé VASI et PAPI (voir Annexe A page 56).

HUD - Head Up Display -



Le **HUD** (Head Up Display) :

Une autre chose bien pratique, qui ne fait pas partie du tableau de bord mais qui est une projection sur le pare-brise des informations que fournissent le divers éléments du tableau de bord.

Les noms utilisés pour la navigation et dans la plupart des simulateurs sont très souvent en anglais, pour vous aider voici un petit lexique (très petit):

Petit lexique :

COMM	Communication, fréquence radio
ATIS	Message d'information, fréquence radio
CT	Control Tower, fréquence radio de la Tour de Contrôle
NAV	Navigation, récepteur VOR
VOR	Very high frequency Omnidirectional Range,
NDB	Non-Directional Beacon, Balise non directionnel
ADF	Automatic Direction Finder, radiogoniomètre automatique
VSI	Vertical Speed Indicator, indicateur de vitesse verticale
OBS	Sélecteur de repérage de cap
CDI	Indicateur de déviation de route
OMI	Outer Middle Inner, signal pour l'approche finale
HUD	Head Up Display
CFPD	Command Flight Path Display
HUD, EFIS/CFPD	Projection sur le pare-brise, trajectoire vitesse cap.... etc
IAS	Indicated AirSpeed, Vitesse affichée
TAS	True AirSpeed, Vitesse réelle
HDG	Heading, Cap
ALT	Altitude
NM	Nautic Miles, Miles nautique
KTS (knots)	Vitesse dans l'air en noeuds soit 1 mile nautique par heure soit 1Km850/h
FPM	Feet Per Minute, vitesse de montée/descente en pieds par minute
RPM	Rotation Per Minute, nombre de tours par minute (compte tour)
Carb Heat	Réchauffage Carburant
Fuel	Carburant
Mags	Charge et richesse du mélange, bobines magnétiques
LEAN	Mélange pauvre
DME	Distance Measure Equipment
ILS	Instrument Landing System, système d'aide à l'atterrissage
VASI	Visual Approach Slope Indicator, indicateur visuel de descente
PAPI	Precision Approach Path Indicator, Indicateur de chemin d'approche
IFR	Instrument Flight Rules, pilotage aux instruments
VFR	Visual Flight Rules, pilotage à vue
XPNDR	Transpondeur
Beacon	Balise, signal
MKBR BCN	Marker Beacon
Marker Beacons	Balises Radio
Turn and Bank Indicator	Indicateur de Virage
Directional Gyro	Conservateur de Cap
Needle	Aiguille
Strobe	Feux anticollision
Lights	Feux de navigation
Gear	Train d'atterrissage
Brake	Frein

Les Instruments de navigation



Les instruments gyroscopiques



L'horizon artificiel affiche l'assiette et l'inclinaison de l'avion par rapport à la surface terrestre.

Cet instrument possède un gyroscope entièrement articulé dans tous les sens ce qui permet d'afficher la position de l'avion dans l'espace en fonction des variations de cap et d'assiette, ceci par rapport à une ligne horizontale symbolisant l'horizon. L'appareil (ailes) est représenté par une (ou 2) ligne fixe au centre du cadran. Dans les virages vous voyez la ligne d'horizon se déplacer autour de l'appareil et dans le sens inverse du virage.

Horizon artificiel



L'indicateur de virage indique le taux du virage en cours et la qualité du virage avec la bille (violette). Si cette bille reste centrée pendant un virage à gauche (L) ou à droite (R) ce virage est correct (équilibré) sinon il y a glissement (dérapage) et le virage n'est pas stabilisé.

Si la bille (violette) n'est pas centrée au démarrage, dans le cas d'une utilisation de joystick avec "pédales" il vous faut utiliser le palonnier (pédales) pour corriger ce centrage, sinon dans le cas d'utilisation du clavier/souris il vaut mieux lancer FlightGear avec l'option --enable-auto-coordination.

Indicateur de virage



Le conservateur (ou indicateur) de cap indique la direction de l'avion.

L'indication fournie par cet instrument est très précise et sans inertie, c'est à dire l'affichage est instantané par rapport par exemple au compas magnétique (ci-dessous). Par contre il se dérègle progressivement (dérive) et possède donc un bouton de réglage (molette de droite) permettant d'ajuster (étalonner) le cap. Il possède également un repère (rouge) permettant d'afficher le cap de destination qui se règle avec le bouton en bas à gauche.

Indicateur de cap





Exemple d'un virage à droite (90°), remarquez la position de la ligne d'horizon sur l'Horizon artificiel par rapport à l'appareil. L'indicateur de virage affiche un virage à droite (R) et la bille (violette) est parfaitement centrée indiquant un virage stabilisé.

Les manomètres



Anémomètre

Variomètre

Altimètre

L'anémomètre indique la vitesse dans l'air en Knots c'est à dire en Noeuds soit des Miles Nautiques par heure, un Mile Nautique ou Mile Marin (Nautic Mile) fait 1850 mètres, soit 1 Noeud équivaut à 1,85 Km/h. ci-dessus l'anémomètre indique une vitesse de 130 noeuds, soit 240 Km/h.

Le variomètre indique la vitesse (montée/descente) en FPM c'est à dire en centaines de Pieds par Minute.

L'altimètre indique l'altitude en Pieds (Feet), la grande aiguille=pieds x 100 et la petite aiguille=pieds x 1000. ci-dessus, l'Altimètre indique une altitude de 1 200 pieds.

Il est important d'étalonner l'altimètre, d'une part les aéroports ne sont pas au niveau de la mer, d'autre part il faut tenir compte de la différence MSL (Mean Sea Level) Niveau de la Mer et AGL (Above Ground Level) Niveau de la Terre qui est de 142 pieds. Par exemple lorsque vous êtes à 2 500 pieds au dessus de la mer (MSL) votre altitude par rapport au sol (AGL) ne sera plus que 2 358 pieds.

La navigation radio

Très souvent les instruments radio de navigation sont regroupés, sur la plus part des appareils ils sont situés à droite du tableau de bord, mais ce n'est pas une généralité. (ci-contre le C310).

Panneau COMM1 et NAV1 --->



Panneau COMM2 et NAV2 --->



Panneau ADF --->



Panneau Auto Pilote et Transpondeur --->



De haut en bas et de gauche à droite, vous trouverez les instruments suivants :

Un bloc de 3 "LEDs" (OMI) indicateur de trajectoire pour l'atterrissage.

Un DME, commutateur N1/N2 donnant des indications sur la position de l'avion (VOR-DME).

Deux récepteurs VOR NAV1 et NAV2 et deux récepteurs radio COMM1/COMM2.

Un récepteur NDB ADF

Un panneau pour l'auto pilote (AP) et le transpondeur.

AP Auto Pilote : Peut être activé pour plusieurs éléments

WL Wing Lever

HDG Heading

NAV récepteur VOR NAV1

APR Glide-Slope

ALT Altitude

La navigation radio

Réglage de fréquences :

Suivant votre simulateur le réglage peut s'effectuer en entrant directement les valeurs au clavier ou en utilisant la souris; Il vaut mieux consulter la doc correspondante à votre simulateur de vol.

Mais le principe de fonctionnement est identique pour tous les simulateurs:

Que ce soit pour les récepteurs radio (COMM) ou VOR (NAV), le panneau affiche 2 fréquences, la plus à gauche est la fréquence active (utilisée) et celle de droite est la fréquence en attente sur laquelle uniquement peut s'effectuer le réglage.

Sous FlightGear, avec la souris le "click gauche" et "click du milieu" seront utilisés sur le bouton de réglage de la fréquence en attente soit sur le coté droit, soit sur le coté gauche de ce bouton de réglage pour augmenter ou diminuer la valeur de la fréquence.



La flèche bleue indique la position du pointeur (souris) pour augmenter la valeur de la fréquence, la flèche verte indique la position pour diminuer cette fréquence.

Le "click gauche" modifie les décimales et le "click du milieu" modifie directement l'entier (avant la virgule).



Vous réglez votre fréquence en attente à l'aide de la souris et du bouton de réglage, puis pour utiliser cette fréquence vous basculez la fréquence en active à l'aide du commutateur (double flèches).

Le principe est identique pour le réglage de la fréquence NDB de l'ADF.



La navigation radio

ADF

Le radiogoniomètre automatique, ou radio compas, la position d'une balise radio (NDB) sera déterminée par rapport à l'axe longitudinal de l'avion.

Le cadran de l' ADF est gradué sur 360 °



VOR



TO



FROM



OUT

L'indicateur d'azimut, qui affiche les informations émisent par la balise de la station VOR donr vous avez réglé la fréquence dans le récepteur VOR NAV1 ou NAV2, vous indique le cap de l'appareil.

A l'intérieur de ce cadran un indicateur (en forme de flèche blanche) vous indique si l'appareil se dirige vers la station (**TO**) ou s'il vient de cette station (**FROM**), si l'appareil n'est pas à portée de la balise de la station VOR, cet indicateur devient un petit carré strié rouge et blanc.

Le trait jaune à l'intérieur de ce cadran indique la position de l'axe de la piste par rapport à l'appareil.

OBS



Ces Indicateurs gyroscopiques ont un bouton rotatif en bas à gauche, le sélecteur de réperage de cap OBS.

Ce bouton OBS permet de faire des correction de cap sur ces divers indicateurs en faisant tourner le cadran gradué sur 360°.

Dans la majorité des simulateurs, les boutons rotatif se manipule soit :

1_ avec un clique de la souris en positionnant le pointeur sur, le bord droit pour augmenter la valeur ou faire tourner le cadran dans le sens horaire, sur le bord gauche pour diminuer la valeur ou faire tourner le cadran dans le sens trigonométrique (anti-horaire)

2_ à l'aide d'un raccourci clavier, par exemple A pour ADF, V pour VOR... etc.

Il vaut mieux, pour cela, posséder la doc correspondante à son simulateur.

Le Vol



Carte des aéroports des environs de San Francisco



Cette carte est fournie par Atlas, gestionnaire de cartes qui s'intègre à FlightGear, voir dans la seconde partie "FlightGear" à la page 40.

Préparation du Vol

Sous FlightGear, par défaut, vous êtes sur la piste 28R de KSFO (aéroport de San Francisco) et les aéroports disponibles sont ceux des environs de San Francisco(voir carte page 26, à gauche).

- _1) Établir sa route, c'est à dire le trajet que vous allez suivre j'usqu'à l'aéroport d'arrivée.
- _2) Lancer les moteurs, si ils sont arrêtés, avec les magnétos
- _3) Régler les instruments de navigation et fréquences radio VOR, ATIS, ADF
- _4) vérifier que tout est en ordre de fonctionnement avec la "Check List".

Aidez vous de la carte ci-contre, vous pouvez utiliser une feuille de calque ou transparent et un rapporteur pour tracer votre route et relever les caps à suivre.

- 1) Pour commencer, effectuez un vol court et simple, par exemple KSFO KOAK (3 minutes).

KSFO : San Francisco International

CT = 120.50, ATIS = 118.85, VOR = 115.80, ADF = 341

KOAK : Oakland Metropolitan

CT = 118.30, ATIS = 133.77, VOR = 116.80, ADF = 379

Si vous regardez la carte, vous voyez que KOAK est au cap 45 (Nord Est) mais que la piste, elle, est orientée Sud Est(105)/Nord Ouest(285). Et votre avion, piste 28R est au cap 298, donc une fois décollé votre avion devra effectuer un demi-tour au cap 25 pour avoir une marge suffisante pour en fin virer au cap 105 à l'approche (6 Miles) de la piste 9R de KOAK.

- 2) La première chose à faire est de lancer les moteurs pour que les instruments de bord soit opérationnels (alimentés).

- 3) Vous allez donc régler les fréquences comme indiqué ci-dessous :

COMM1=120.50 NAV1= 115.80

COMM2=133.77 NAV2= 116.80

ADF= 379, DME positionner sur N2

Le commutateur DME doit vous indiquer la distance (9.3 Miles) jusqu'à KOAK (NAV2)

Nous nous passerons des informations météo (ATIS) pour n'utiliser que les fréquences des tours de contrôles de KSFO(120.50) et KOAK(133.77).

Régler, après avoir vérifié votre cap (298) sur l'indicateur de cap, à l'aide de la molette le curseur (rouge) sur 25. Une fois décollé vous pouvez utiliser l'Auto Pilote pour définir un cap et une altitude.

- 4) vous êtes prêt pour la "check List" avant décollage.

Le Décollage et le Vol

Check Liste :

Freins (bloqués)	Enclenchés (touche B)
Zone d'élice	Dégagée
Bobines (Mags sur Both)	Démarrage (barre d'espace)
Nb tours Moteurs (500 RPM)	OK
Radios Navigation	OK
Gouverne de direction	OK (flèches gauche/Droite)
Gouverne de profondeur	OK (flèches Haut/Bas)
Altimètre, Horizon, Gyro	Étalonnés
Mano pression températures	OK
Manette des gaz (20%)	1800 RPM (touche PgUp)
Compensateur de gouverne	Enclenché (auto-coordination)
Volets 10%	OK (), touches Alt Gr + °)
Check List Terminée	Paré au décollage

Décollage :

_ Débloquez les freins (B), l'avion est au roulage, vous êtes aligné sur la bande centrale de la piste, augmentez la vitesse, puissance + de 2200 RPM... L'avion lève légèrement le nez; manœuvrez la gouverne de profondeur, manche vers vous (flèche bas du clavier) tout doucement j'usqu'à ce que le train d'atterrissage de l'avion quitte la piste.

_ Gardez le cap (298) jusqu'en bout de piste

_ Montez rapidement (800 FPM) j'usqu'à l'extrémité de la piste

_ Passé les 300 pieds (Altitude), rentrez le train d'atterrissage

_ Diminuez votre vitesse de montée, réduire à 500 pieds par minute maximum

_ A 1200 pieds rentrez (fermez) les volets et diminuez la puissance à 2000 RPM

_ Maintenant, lorsque vous avez dépassé la piste, effectuez un demi-tour par la droite au cap 25 en vérifiant à l'indicateur de virage que vous ne dépassez pas le R.

Vous pouvez utiliser l'Auto Pilote pour régler votre cap au 25 et votre Altitude à 1200 pieds, il est inutile de prendre trop d'altitude, le trajet est très court.

Le vol :

Vous êtes en vol stabilisé (vol en palier).

Vous pouvez vérifier la distance vous séparant de KOAK sur le DME (N2).

Vous pouvez contrôler sur l'indicateur de cap votre direction et la position de l'appareil par rapport à l'axe de la piste de KOAK. L'ADF n'est pas utilisé, ici il s'agit d'un vol à vue.

Lorsque vous serez à 6 miles de KOAK commencez à descendre 500 pieds par minute avant d'amorcer votre virage à droite cap 105 de façon à vous placer dans une trajectoire d'approche à peu près correcte.

L'Atterrissage

L'approche :

Vous allez utiliser l' OMI pour vérifier votre trajectoire d'approche.

Vous êtes à un peu plus de 6 Miles de la piste et à peu près à 1200 pieds , vous commencez votre descente.

_ Diminuez la puissance à 1500 RPM en vérifiant l'anémomètre pour ne pas descendre en dessous de 120 Noeuds (repaire bleu ou blanc) et surtout restez au-dessus de la vitesse de décrochage (80 Noeuds) indiquée par un repaire rouge pour que votre avion soit manoeuvrable.

Vous allez passer de la descente à l'approche, à partir de 6 Miles, si vous êtes dans la trajectoire de descente de la piste, la lampe bleue de l'OMI doit s'allumer.

_ Sortez les volets de 10°

_ Sortez le train d'atterrissage

_ Vérifiez et gardez le cap de piste (105 pour la 9R de KOAK)

_ Continuez la descente 500 pieds par minute maximum

Si vous n'avez plus de manoeuvre de correction à effectuer....

_ Diminuez encore la puissance jusqu'à la vitesse limite avant décrochage (100 ou 70 Noeuds suivant l'appareil)

_ Continuez la descente 500 pieds par minute maximum

Votre trajectoire de descente est correcte et vous êtes à moins de 1,5 Miles de la piste alors la lampe jaune/orange de l'OMI doit clignoter.

_ Continuez la descente 500 pieds par minute maximum

L'atterrissage :

Vous devez apercevoir les indicateurs lumineux (VASI/PAPI) à gauche de la piste.

La lampe blanche de l'OMI clignote à son tour,

_ Sortez complètement les volets à 30°

_ Diminuez complètement la puissance 500 RPM

L'avion continue à descendre, regardez l'altimètre, lorsque les roues vont toucher la piste relevez légèrement le nez de l'appareil.... vous êtes au roulage.

Freinez (b) par petits coups répétés puis lorsque que l'anémomètre est pratiquement à zéro, bloquez les freins (B).

Vous avez réussi? Vraiment? Alors bravo vous êtes très doué !

Avec les indications de route (Cap, distance) que je vous ai indiqué il n'était pas possible de faire une approche correcte comme indiquée ci-dessus.

Alors fort de cette expérience, essayez de calculer votre route pour vous trouvez dans l'axe de la piste (105) à plus de 6 Miles de cette piste. Plus top vous aurez pris le bon cap dans l'axe de la piste plus votre approche sera facile.

FlightGear



Le simulateur Open Source

<http://www.flightgear.org>

Un FlightGear pour les francophones ?

Etant donné que tout ce qui est décrit dans ces pages à été réalisé à partir de FlightGear, les quelques lignes consacré à ce Simulateur Open Source (Logiciel Libre) concernent essentiellement les spécificités de FlightGear comme, les options de la ligne de commande, le menu, les aéroports et zones géographiques supplémentaire, Atlas pour visualiser/éditer des cartes... etc.

Ce qui suit présentera un intérêt surtout pour les personnes qui ont un peu de mal avec l'anglais, car tout ce dont je vais parler est décrit dans la doc de FlightGear.

Vous trouverez un site français sur FlightGear à cette adresse:

<http://fr.flightgear.org/>

Pour ceux qui désirent "franciser" leur simulateur, il existe une archive tarball :

http://fr.flightgear.org/fr_fgfs.tar.gz

voir l'explication sur <http://fr.flightgear.org/news.php>

Note: FlightGear appelé plus couramment **FGfs** de son petit nom anglais Flight Gear Flight Simulator.

FGfs, donc, suivant sa version et votre distribution peut être installé dans le répertoire

`/usr/share/games/FlightGear`

`/usr/lib/FlightGear`

`/usr/local/FlightGear`

`/usr/games/FlightGear`

Une bonne idée, mais pas obligatoire, serait après avoir vérifié le répertoire d'installation de votre FlightGear de déclarer dans votre fichier `$HOME/.bashrc` la variable `$FG_ROOT` en y ajoutant cette ligne :

```
export FG_ROOT=/usr/share/games/FlightGear
```

Les options de la ligne de commande

Vous avez certainement une entrée dans votre menu qui permet de lancer FlightGear, dans ce cas la commande appelée est **fgfs**. Les paramètres par défaut au lancement de FlightGear charge un C172 sur la piste 28R de San Francisco (KSFO) et souvent de nuit dans une fenêtre en 640x480 ou 800x600.

Pour charger votre environnement les options de la ligne de commandes seront bien pratiques :

Le mode plein écran peut s'obtenir de 2 façons

fgfs --enable-fullscreen ou **fgfs --enable-game-mode**

--enable-fullscreen est une fenêtre en plein écran alors que --enable-game-mode est vraiment en plein écran mais si vous avez une résolution par exemple de 1280x1024 cela risque d'être un peu pénible de vous retrouver en 640x480 plein écran, vous pouvez aussi éditer le fichier "preferences.xml" et modifier les ligne

<startup>

```
<xsize type="int">800</xsize>
```

```
<ysize type="int">600</ysize>
```

```
<splash-screen type="bool">true</splash-screen>
```

```
<intro-music type="bool">>false</intro-music>
```

```
<game-mode type="bool">>false</game-mode>
```

```
<fullscreen type="bool">>false</fullscreen>
```

en

```
<xsize type="int">1280</xsize>
```

```
<ysize type="int">1024</ysize>
```

```
<splash-screen type="bool">true</splash-screen>
```

```
<intro-music type="bool">>false</intro-music>
```

```
<game-mode type="bool">>false</game-mode>
```

```
<fullscreen type="bool">>true</fullscreen>
```

pour avoir le mode plein écran 1280x1024 au démarrage de fgfs.

Le fichier preferences.xml se trouve à la racine du répertoire d'installation de FlightGear, suivant votre distribution et le type d'installation, cela peut être

/usr/lib/FlightGear, /usr/local/FlightGear, /usr/local/lib/FlightGear ou pourquoi pas /usr/games/FlightGear.

De la même façon il est possible de sélectionner un avion ou un aéroport :

fgfs --aircraft=c182 ou **fgfs --aircraft=dc3**

fgfs --airport=KSJC ou **fgfs --airport=KOAK**

Regardez dans les sous-répertoires Airports et Aircrafts de FlightGear pour voir ce qui est disponible.

Comme la coordination de la gouverne de direction et des ailerons n'est pas très facile avec un clavier ou une souris il existe une option bien, utile :

fgfs --enable-auto-coordination

Il est possible également de choisir l'heure locale plutôt que celle de l'aéroport **fgfs --time-match-local** et de déterminer une heure de la journée **fgfs --start-date-sys=2005:01:12:08:15:00**

fgfs --enable-auto-coordination --aircraft=747 --airport=LFPG --runway=08R

Cette ligne lance FlightGear avec un Boeing 747 sur la piste 08R de Paris Charles-de-Gaule

La commande **fgfs --help --verbose** vous affichera les options disponibles.

Le Clavier et la souris

Les docs de FlightGear ont une page imprimable au format PDF des références clavier pour la commande de l'avion, mais en voici les plus utiles:

PageUp : augmenter les gaz,
 PageDown : diminuer les gaz,
 Flèches gauche-droite : ailerons (manche déplacé horizontalement),
 Flèches haut-bas : gouverne de profondeur (manche déplacé verticalement),
 Inser : palonier à gauche (gouverne de direction),
 Entrée : palonier à droite,
 5 : recentre les commandes. (manche et paloniers),
] : sort d'un cran les volets,
 [: rentre d'un cran les volets,
 g : rentre le train d'atterrissage
 G : sort le train d'atterrissage,
 b : freine (avec tout les freins),
 , : frein de la roue gauche,
 . : frein de la roue droite,
 B : frein de parking .
 c : Affichage du tableau de bord 2D.
 s : démarre les moteurs sélectionnés
 h : pour les apprentis chasseurs, affiche/cache le HUD [5]. Permet aussi d'afficher des informations pour le vol en réseau.
 H : modifie l'affichage du HUD.
 v : pour changer de vue (extérieure/intérieure)

Comme la plupart des jeux Anglosaxon les touches prévues pour claviers anglais QWERTY (comme un Happy Hacking keyboard). Mieux vaud donc en posséder un, sinon les touches peuvent assez éloignées les unes de autres... Mais on peut faire sans quand même et utiliser son AZERTY.

Avec la souris vous disposez de 3 fonctions/pointeurs :

- 1) Classique, curseur en forme de flèche normale pour les menus, les instruments pour changer les fréquences radio, agir directement sur certaines manettes de commandes.
- 2) Pilotage, curseur en forme de + pour contrôler le manche.
- 3) Mode Vue, curseur en forme de double-flèche horizontale pour modifier l'angle de vue intérieure et extérieure.

Vous passez entre ces 3 Modes avec un "clic droit". Ou pouvez aussi utiliser plutôt les raccourcis clavier. Pour le Mode Vue utilisez la combinaison de touches Shift + Chiffre du pavé numérique:

Shift+6 pour regarder à droite, shift+4 pour la gauche, Shift+7 pour l'avant gauche, Shift+3 pour l'arrière droit.

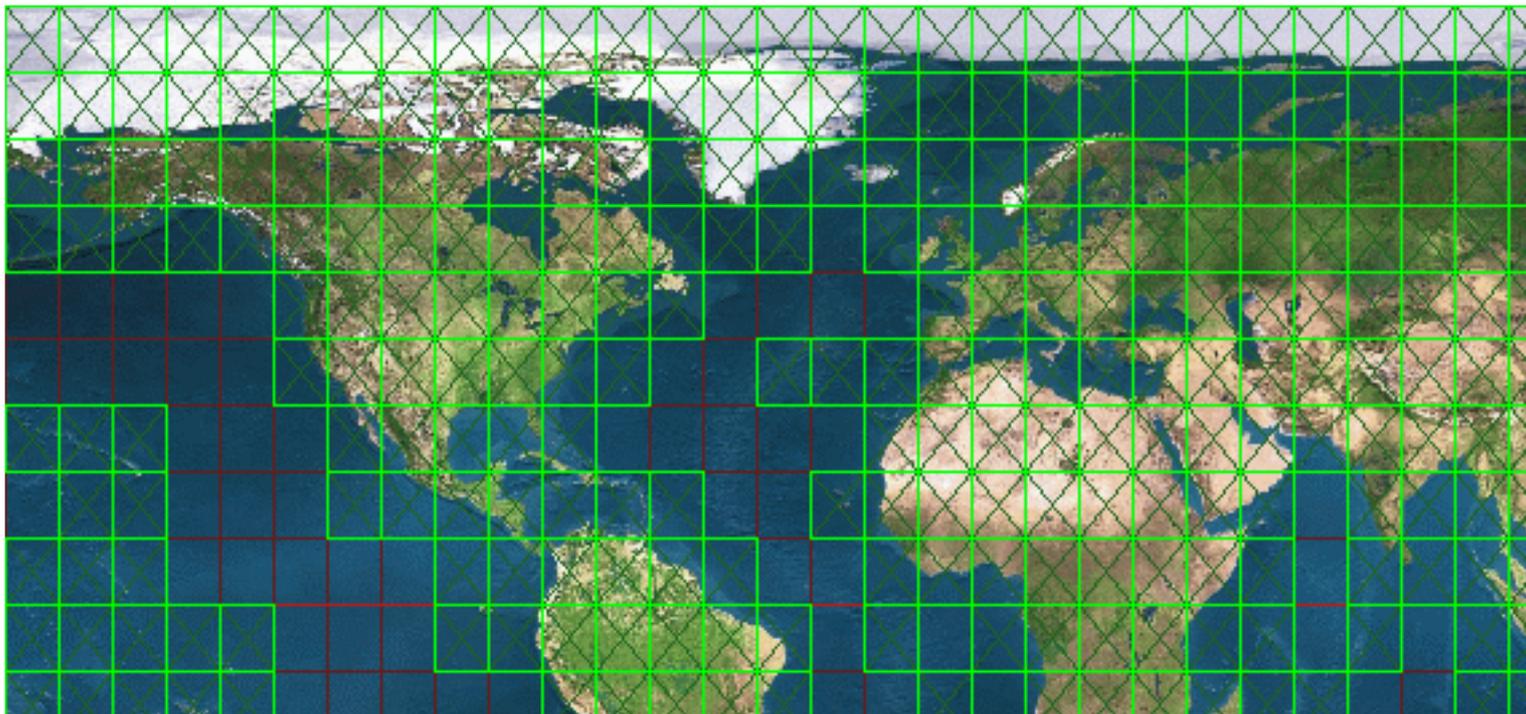
D'autres fonctions bien utiles sont disponibles à partir du Menu, voir page 36.

Scènes et Aéroports supplémentaires

Par défaut FlightGear est installé avec juste la zone autour de San Francisco, il est fort heureusement possible de récupérer d'autres zones géographiques (cartes) couvrant toute la planète sur

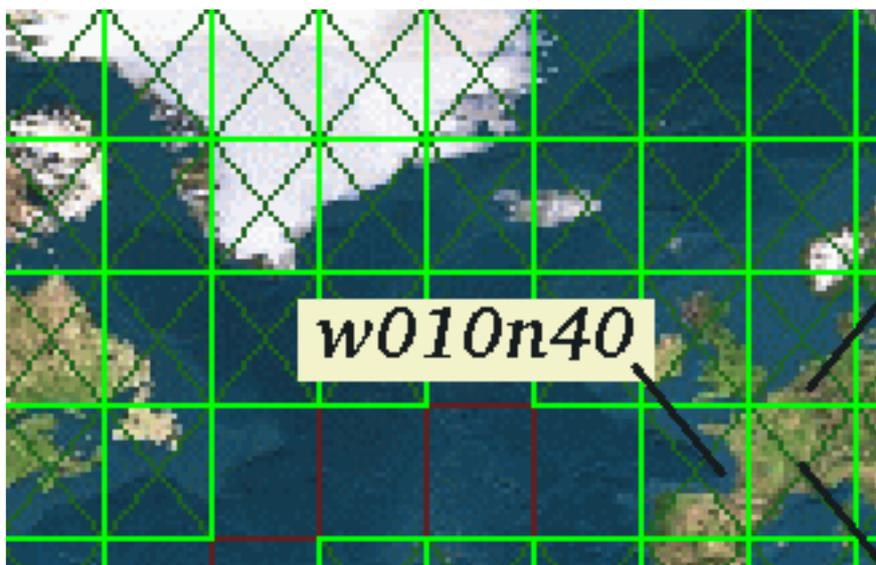
<http://www.flightgear.org/Downloads/scenery-0.9.5.html>

en les choisissant visuellement avec un clique sur la zone qui vous intéresse.



Pour la France et les pays frontaliers, les zones géographiques sont les suivantes :

- e010n30.tar.gz,
- e010n40.tar.gz,
- e010n50.tar.gz,
- e000n30.tar.gz,
- e000n40.tar.gz (France),
- e000n50.tar.gz (France),
- w010n30.tar.gz,
- w010n40.tar.gz (France),
- w010n50.tar.gz.

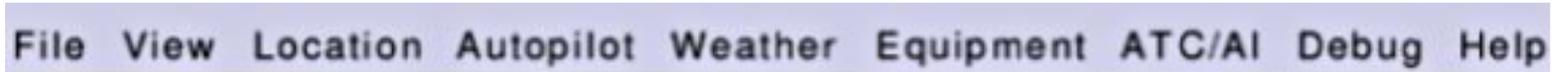


Décompressez ces fichiers sous `/usr/lib/FlightGear/Scenery` avec la commande
`tar xvzf e000n40.tar.gz -C /usr/lib/FlightGear/Scenery/`

Vous trouverez une liste des ID (code OACI) des aéroports et différentes informations sur les sites :

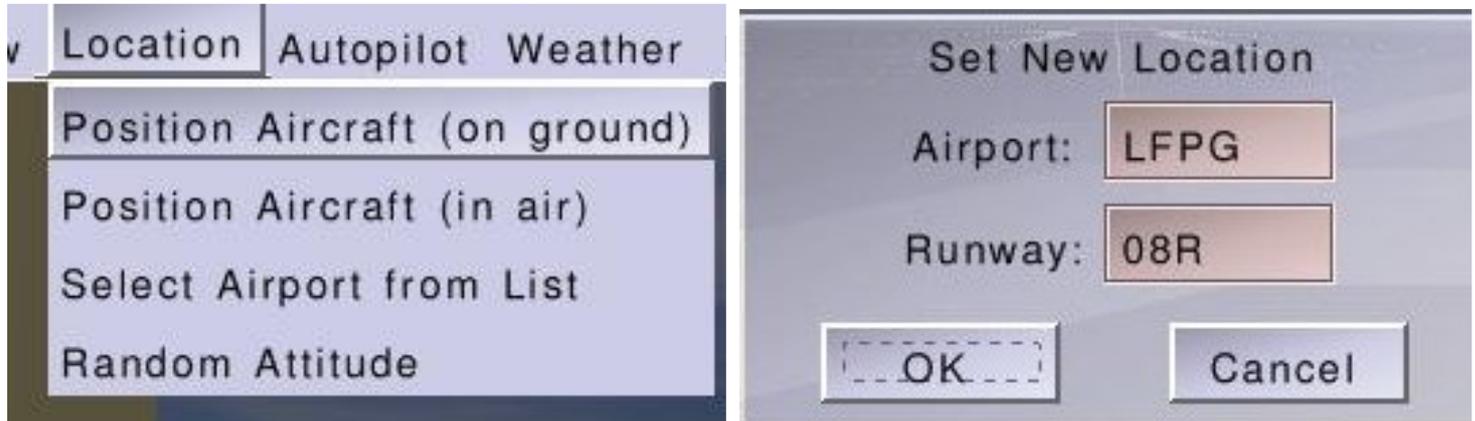
http://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/html/frameset_aip_fr.htm

<http://worldaerodata.com/nav/France.php>



La touche [F10] affiche ou cache la barre de menu de FlightGear :

La plus part des options du menu sont également disponible en ligne de commande.

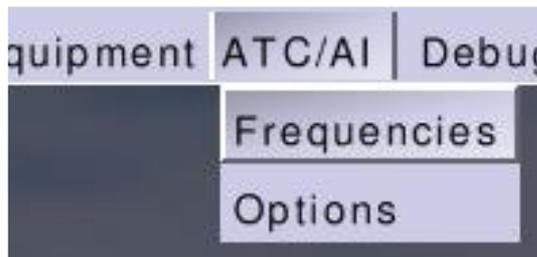


Le menu "Location" , ici "Position Aircraft (on ground)", indique l'aéroport et la piste où se trouve votre avion (ici, Paris Charles-De-Gaulle piste 08R) et permet de modifier l'aéroport/piste de départ en rentrant l'ID de l'aéroport et le numéro de piste de cet aéroport.

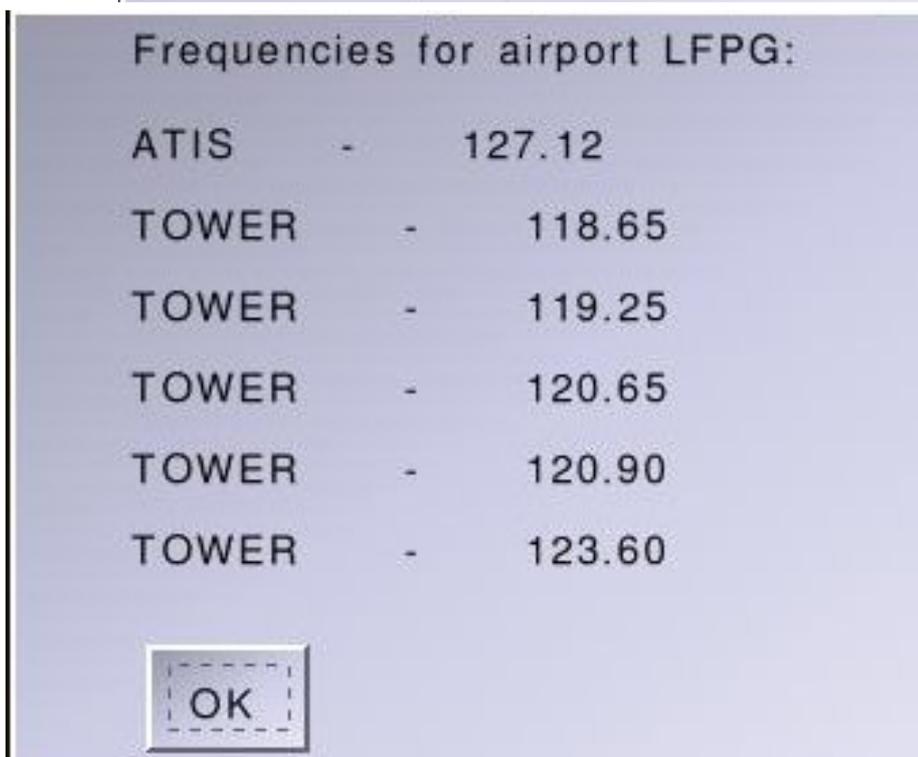
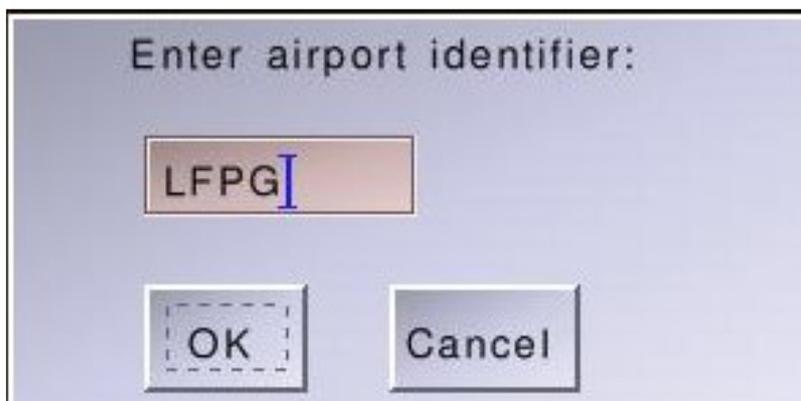
Ce menu "Location" (emplacement/position) a une autre fonction très pratique "Select Airport from list" qui affiche la liste des ID des aéroports.



Pour rester dans l'information relative à l'aéroport, le menu "ATC/AI" permet de connaître les différentes fréquences (ATIS, CT...) en lui indiquant l'ID de l'aéroport.

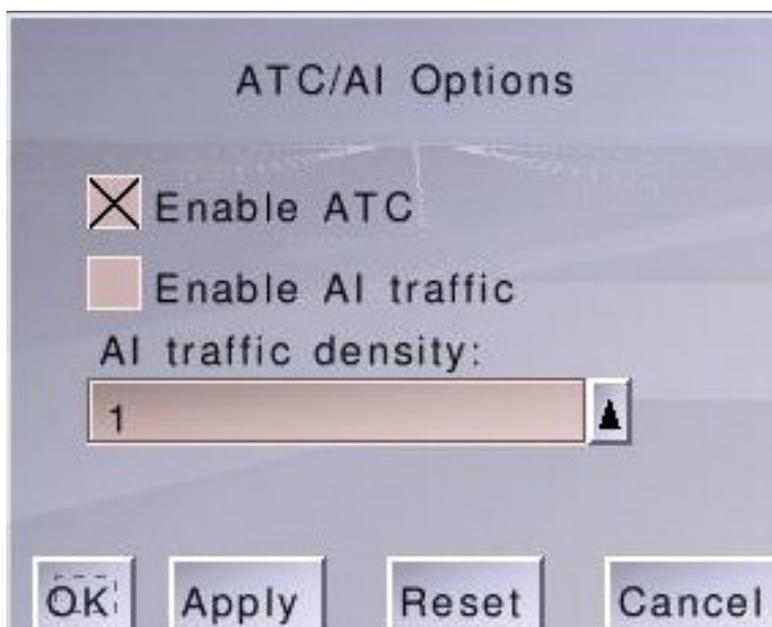
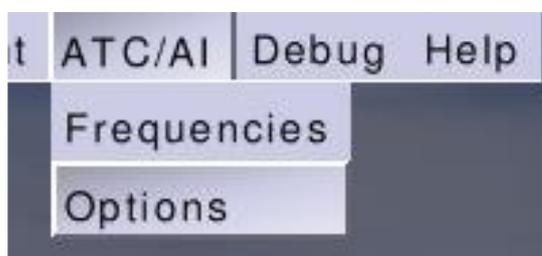


Le sous-menu "Frequencies" permet de connaître les fréquences ATIS et Tour de contrôle, ici LFPG, de Paris Charles-De-Gaulle.

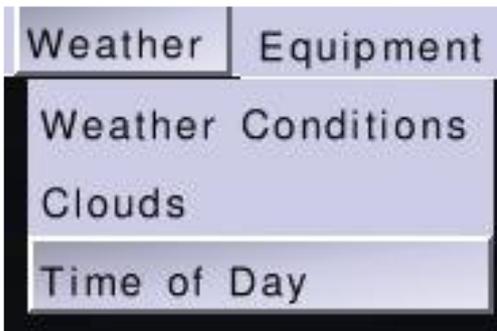


L'autre sous-menu "Options" permet lui d'activer l'ATC (Communications radio, informations ATIS) par l'intermédiaire de votre carte son.

AI ajoute l'animation du trafic aérien, et permet d'en modifier la densité.

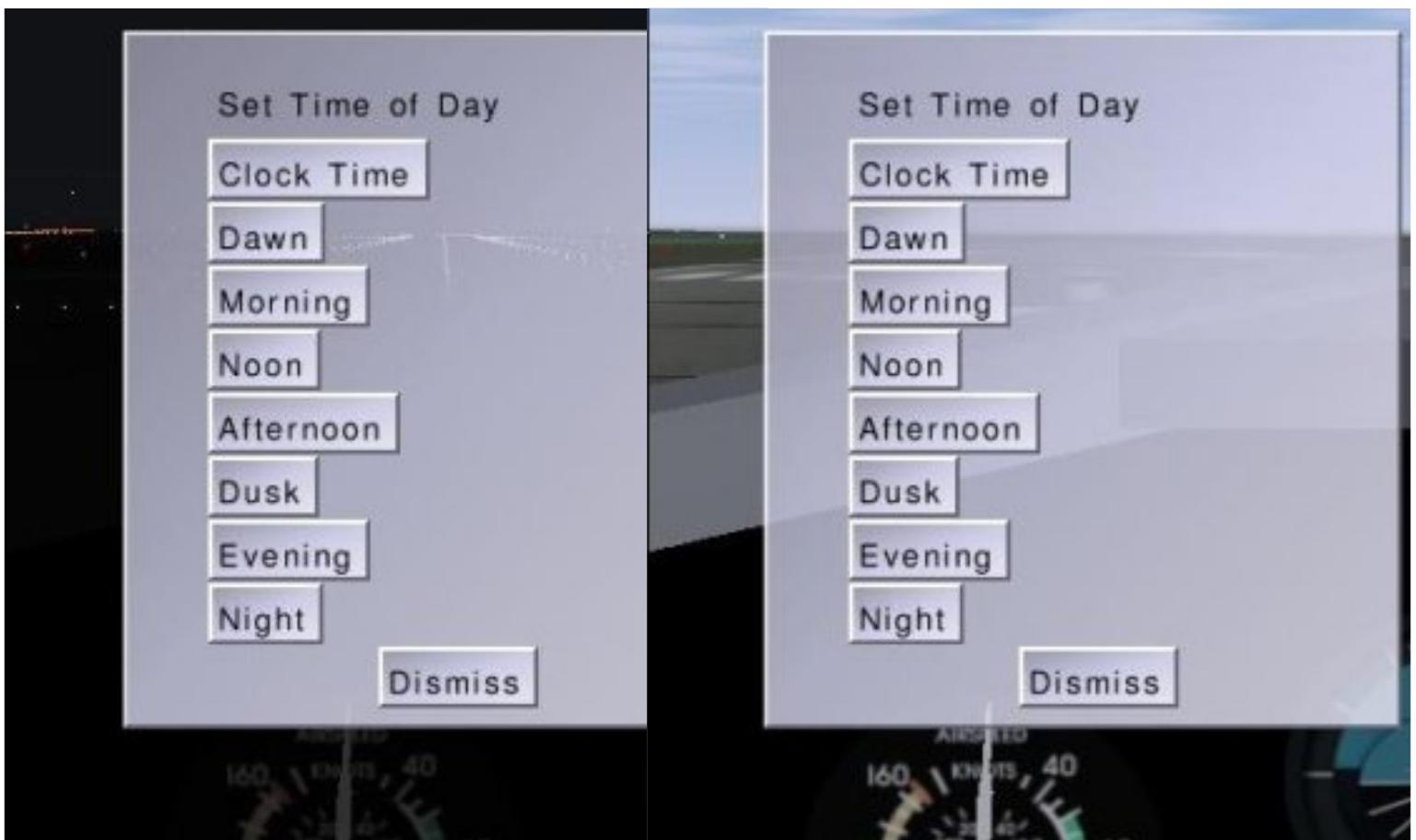


Un autre menu intéressant, le menu "Weather", car si vous n'avez pas modifier la ligne de commande en conséquence FlightGear démarre très souvent en vol de nuit (GMT).



Dans ce menu vous allez pouvoir régler les conditions atmosphériques .

Mais aussi la plage horaire de la journée, débuter la simulation avec un vol de nuit n'est pas des plus simple... pas de vol à vue!



"Clock Time" met la montre de votre avion à l'heure GMT de votre fuseau horaire, si vous êtes à Paris et qu'il est 20h:00 l'heure affichée sera donc 19h:00, en hiver il fait nuit à 19heures.

"Dawn" et "Dusk" sont le lever du jour et le coucher du soleil, superbes effets lumineux.

Pour choisir de voler en plein jour, sélectionnez "Morning" (Matin), "Noon" (fin de matinée, début d'après-midi) ou "Afternoon" (Après-midi).

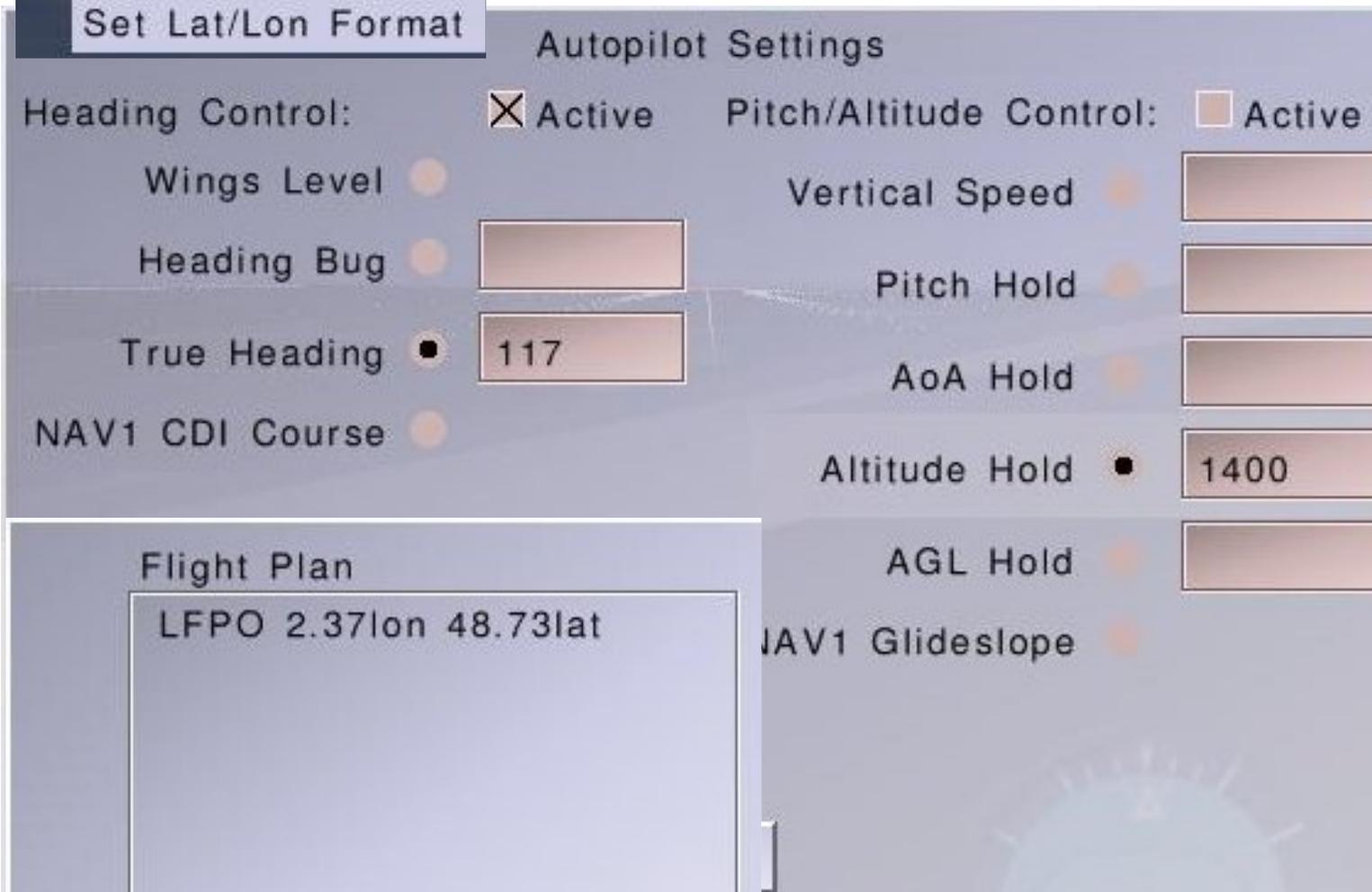
Le passage est instantané, il ne vous reste plus qu'à cliquer sur "Dismiss" pour fermer ce menu.

A ne pas négliger, le menu "Autopilot" qui pour vos premiers vols vous aidera à garder le Cap et l'Altitude de façon à effectuer un vol "stabilisé", pour simplifier le vol (route/airports).



Le sous-menu "Autopilot Setting" vous permet de régler le Cap et l'Altitude:

Heading Bug et True Heading pour le Cap
 Altitude Hold pour l'Altitude
 Il faut ensuite cocher la case Active correspondante pour que vos réglages soient pris en compte par l'Auto Pilote.



Le sous-menu "Add Waypoint" vous permet de faire votre route en ajoutant des aéroports au "Flight Plan". L'auto Pilote fera "route" vers les ID des aéroports de la liste en commençant par la première ligne en haut jusqu'à la dernière en bas de la liste.

Attention en utilisant cette fonction de l'Auto Pilote vous devrez le désactiver à une dizaine de Miles Nautiques de l'aéroports d'arrivé sinon vous ne pourrez pas effectuer les manoeuvres d'approches pour l'atterrissage.

Joystick



L'ensemble Saitek "Pro Flight Yoke" fonctionne très bien sous Flight Gear avec le fichier **Pro-Flight-Yoke.xml**

Pour la configuration de ce Joystick dans Fgfs voir à la page 42.

La configuration du joystick pour FlightGear est réalisée avec programme **fgjs** inclus dans FlightGear : Mais il faut que votre joystick, soit déjà installé et qu'il fonctionne.

Installation du joystick :

Méthode "Les doigts dans le nez"

Pour un joystick USB, directement reconnu, il ne reste plus qu'à le calibrer avec **jscalibrator**, si vous avez une distribution récente qui ne comporte plus "jscalibrator" il y a un équivalent dans **Kcontrol** pour l'environnement Kde, si vous n'utilisez pas Kde il n'y pas encore d'équivalent pour Gnome et autres...

Il va donc vous falloir utiliser **jscal** en ligne de commande

Méthode "Les mains dans le camboui"

Pour un joystick sur un port de carte audio ou midi non reconnu/déetecté automatiquement, voici comment procéder. En principe la doc de FlightGear explique la démarche, sinon voici comment créer ce périphérique et installer les pilotes:

```

_Se logger en root et se palcer sous /dev
# cd /dev
# rm -f js*
# mkdir input
# mknod input/js0 c 13 0
# mknod input/js1 c 13 1
# mknod input/js2 c 13 2
# mknod input/js3 c 13 3
# ln -s input/js0 js0
# ln -s input/js1 js1
# ln -s input/js2 js2
# ln -s input/js3 js3
# mknod input/event0 c 13 64
# mknod input/event1 c 13 65
# mknod input/event2 c 13 66
# mknod input/event3 c 13 67
_L'utilisateur doit avoir les droits en écriture/lecture sur les /dev/input/js* le mieux étant d'attribuer ces
droits à un groupe, par exemple "games" :
# chown root.games input/js*
# chmod 660 input/js*
puis placez l'utilisateur dans ce groupe "games".
_Enfin chargez les modules
# modprobe joydev
# modprobe ns558
et le pilote correspondant au type de votre joystick, pour un analogique sur une SB par exemple
# modprobe analog
si êtes sous Debian, utilisez modconf.
_Puis pour un chargement automatique, suivant votre noyau (2.4 ou 2.6), sous /etc/modutils/ ou
/etc/modprobe.d/ créez un fichier joystick contenant :
alias tty-ldisc-2 serport
alias char-major-13 input joydev ns558 analog
option analog map=auto,gamepad,2btn
En suite logger vous en simple utilisateur et testez avec la commande jstest /dev/js0 ou jscal /dev/js0
Pour calibrer le joystick utilisez la commande jscal -c /dev/js0 ou l'interface graphique jscalibrator.
Enfin lancez fgjs et copiez le contenu du fichier fgfsrc.js dans .fgfsrc ou system.fgfsrc
cp fgfsrc.js .fgfsrc
ou si .fgfsrc contient des infos: cat fgfsrc.js>> .fgfsrc

```

Configuration du joystick dans Flight Gear:

Après avoir calibré votre joystick avec **jscalibrator** pour votre système vous devez récupérer le nom et type du joystick reconnu par votre système à l'aide de la commande **js_demo**.

Dans le cas du ProFlight de Saitek on obtient "Saitek saitek ProFlight Yoke"

Allez voir dans le répertoire d'installation de Flight Gear /usr/share/games/Flightgear/**Input/Joystick/** vous trouverez un fichier Pro-Flight-Yoke.xml dans le répertoire Saitek, soit :

/usr/share/games/Flightgear/**Input/Joystick/Saitek/Pro-Flight-Yoke.xml**

/usr/share/games/Flightgear/**Input/Joystick/Saitek/Pro-Flight-Rudder-Pedals.xml**

Il faut maintenant indiquer à FlightGear d'utiliser ce fichier en plaçant dans joystick.xml qui se trouve à la racine du répertoire d'installation de FlightGear (/usr/share/games/Flightgear/joystick.xml) la ligne:

```
<js-named include="Input/Joysticks/Saitek/Pro-Flight-Yoke.xml"/>
```

Le Pro-Flight Yoke ne comporte que 3 entrées USB réservées aux instruments de navigation il se peut que votre pédalier (Rudder Pedals) soit branché directement sur une entrée USB de votre PC, dans ce cas...

Ajouter 2 lignes dans le fichier joystick.xml

```
<js n="0" include="Input/Joysticks/Saitek/Pro-Flight-Yoke.xml"/>
```

```
<js n="1" include="Input/Joysticks/Saitek/Pro-Flight-Rudder-Pedals.xml"/>
```

Bon mais voila FlightGear n'a pas de fichier correspondant dans Input/Joystick/ pour ce joystick :
dmesg | grep Joystick

```
input0: USB HID v1.00 Joystick [SAITEK CYBORG 3D USB] on usb2:0.1
```

La commande dmesg permet de voir le nom du joystick détecté sur votre distribution.

Maintenant il faut se munir d'un papier et crayon pour noter les axes et boutons du joystick afin de créer un nouveau fichier à partir d'un modèle, donc pour cela on va utiliser js_demo et jstest.

js_demo

Joystick test program.

Joystick 0: "CH PRODUCTS CH FLIGHT SIM YOKE USB "

Joystick 1: "CH PRODUCTS CH PRO PEDALS USB"

Joystick 2 not detected

Joystick 3 not detected

Joystick 4 not detected

Joystick 5 not detected

Joystick 6 not detected

Joystick 7 not detected

```
+-----JS.0-----+-----JS.1-----+
```

```
| Btns Ax:0 Ax:1 Ax:2 Ax:3 Ax:4 Ax:5 Ax:6 | Btns Ax:0 Ax:1 Ax:2 |
```

```
+-----+-----+
```

```
| 0000 +0.0 +0.0 +1.0 -1.0 -1.0 +0.0 +0.0 . | 0000 -1.0 -1.0 -1.0 . . . . . |
```

Manipulez les axes et les boutons pour récupérer les infos avec **jstest /dev/input/js0**, si vous avez 7 axes et 20 boutons ça va être long... Vous avez tout noté :-)

Créer un nouveau répertoire sous Input/Joystick/ et y copier un fichier qui se rapproche le plus de votre joystick (axes et boutons):

```
cd /usr/share/games/FlightGear/Input/joystick/
```

```
mkdir -m775 QS
```

```
cp Saitek/Cyborg-Gold-3d-USB.xml . QuickStick.xml
```

Modifiez le fichier en fonction de ce que vous avez relevé pour affecter axes et boutons à une commande

Puis comme indiquer au début de ce chapitre, ajouter dans le fichier joystick.xml la ligne

```
<js-named include="Input/Joysticks/QS/QuickStick.xml"/>
```

ATLAS



Un gestionnaire de cartes, Atlas, est disponible et utilisable dans FlightGear :

<http://atlas.sourceforge.net/>

Cet Atlas se place dans le répertoire Atlas de FlightGear.

Au moment où j'écris ces lignes il n'existe pas encore de binaire (paquet) pour les distributions Linux, il faut donc récupérer l'archive tarball et compiler les sources avec les habituelles commandes `./configure`, `make` et `make install`.

Compilation :

Le plus délicat ici est de récupérer les sources de `simgear` et `plib` correspondantes à la version de Atlas que vous avez téléchargé: C'est dans la dernière erreur affiché par le `./configure` que vous aurez la réponse.

Déclarez la variable `$FG_ROOT` (par exemple `export FG_ROOT=/usr/games/FlightGear`), car le Makefile utilise `$FG_ROOT`, et "MAP" utilisera `$FG_ROOT/Atlas` pour l'installation des images (Map) de Atlas.

Donc, se placer dans le répertoire où vous avez décompressé les sources Atlas, par exemple Atlas-0.2.2,

```
cd /tmp/Atlas-0.2.2
./configure
make
make check
```

Utilisation :

Après le `make install` (en root), copier AtlasPalette à la racine du répertoire (Base) de FlightGear :

```
cp src/AtlasPalette $FG_ROOT
```

Ensuite se placer à la racine de FlightGear (`cd $FG_ROOT`) pour y créer le répertoire Atlas :

```
mkdir Atlas
```

Enfin générer les images (Map) correspondantes aux scènes installées dans FlightGear :

```
Map --atlas=$FG_ROOT/Atlas --size=1024
```

Attention cela peut prendre plusieurs dizaines de minutes suivant le nombre de "Scenery" que vous avez installées.

Pour lancer Atlas, tapez la commande : `Atlas --path=$FG_ROOT/Atlas`

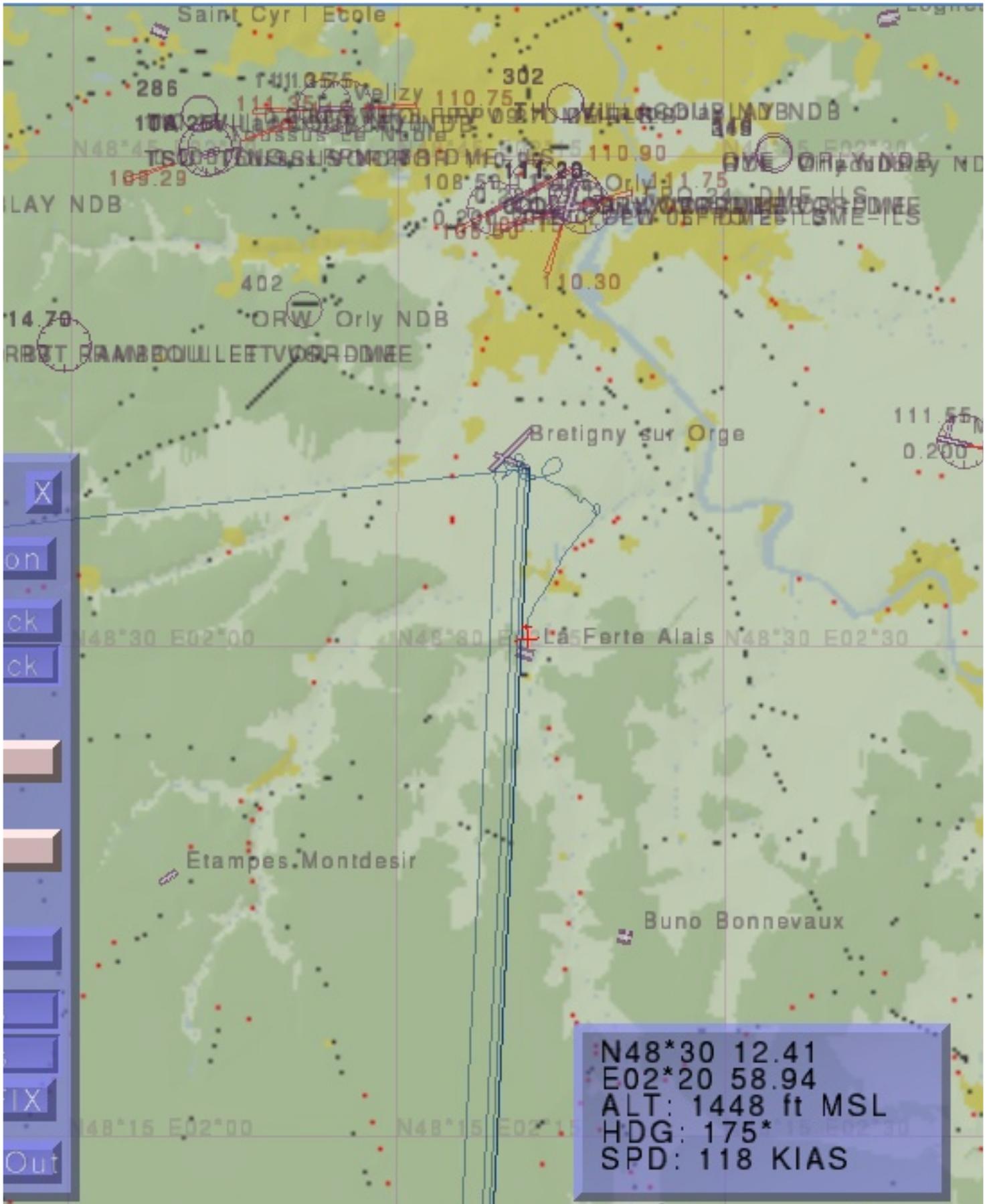
Pour visualiser la position de l'avion sur la carte, procédez comme suit :

_ Lancer FlightGear avec la commande : `fgfs --nmea=socket,out,0.5,192.168.0.1,5500,udp`

[192.168.0.1] = adresse IP de la machine à remplacer par la vôtre.

_ Lancer Atlas avec la commande : `Atlas --path=$FG_ROOT/Atlas --udp=5500`

Une explication, en anglais, ici : <http://atlas.sourceforge.net/index.php?page=run>

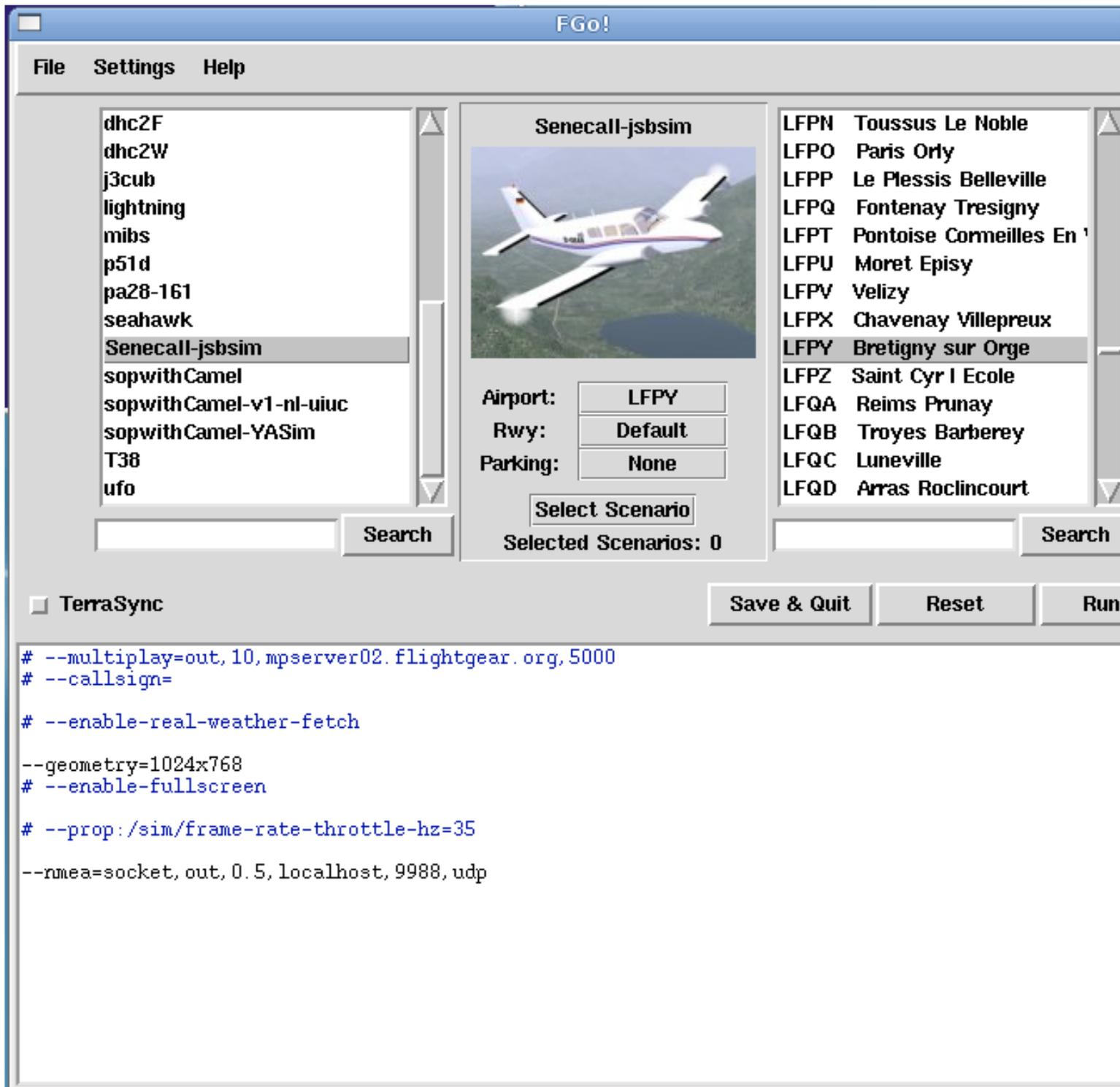


Atlas permet de voir le trajet et la position en temps réel de l'appareil :

Ci-dessus Trajet Orly La Ferté-Alais via Brétigny.

Atlas a été lancé avec la commande

Atlas --fg-root=/usr/share/games/FlightGear --path=/home/mic/.fgfs/Atlas --udp=9988



Un "launcher" ou lanceur va remplacer avantagement la ligne de commande pour la lancer Fgfs avec les paramètres désirés comme le modèle de l'avion et l'aéroport mais également les paramètres de la connexion réseau pour l'utilisation de **Atlas**.

Le dernier en date se nomme **FGo**, le développement de **FGrun** semble avoir été abandonné.

FGo est téléchargeable à l'adresse : <http://sites.google.com/site/erobosprojects/flightgear/add-ons/fgo>
 Site de FGrun: <http://fr.flightgear.tuxfamily.org/doku.php?id=fgun>

En fait ce lanceur va remplacer le fichier .fgfs qui n'est plus utilisé ni pour lancer FGfs ni pour la configuration/calibrage des joystick.

FGo



et



Pour lancer FGfs avec des paramètres prédéfinis il faut utiliser une commande comme celle ci

```
fgfs --enable-auto-coordination --aircraft=j3cub --nmea=socket,out,0.5,192.168.154.2,9988,udp
```

Avec l'utilisation de **FGo** cela va se faire graphiquement pour choisir le modèle de l'appareil et sélectionner l'aéroport de départ, il suffit également de le configurer pour retrouver à chaque fois les paramètres de connexion, la résolution de la fenetre et tout ce qui vous parait indispensable.

Par exemple:

```
--geometry=1027x768
```

```
--nmea=socket,out,0.5,192.168.154.2,9988,udp
```

pour avoir une résolution d'écran de 1024x768 et utiliser le port 9988 sur l'adresse IP de la machine en 192.168.154.2

Atlas sera donc alors lancé avec la commande :

```
Atlas --fg-root=/usr/share/games/FlightGear --path=/home/mic/.fgfs/Atlas --udp=9988
```

si Fgfs est installé dans le répertoire /usr/share/games/FlightGear et si le nom du compte utilisateur \$HOME est "mic" . Atlas doit aussi avoir son répertoire de Cartes (map) dans le répertoire \$HOME/.fgfs/Atlas

Atlas

Pour installer Atlas sur une distribution récente il suffit d'installer le paquet fgfs-atlas.

Configuration:

Si le répertoire \$HOME.fgfs/Atlas n'existe pas il faut le créer

```
cd ~/.fgfs
```

```
mkdir -m775 Atlas
```

Puis construire les cartes pour les "scenery" que vous avez installé :

```
Map --atlas=$HOME/.fgfs/Atlas --size=1024
```

Enfin pour ne pas taper une commande à chaque fois vous pouvez créer un script pour lancer Atlas

```
#!/bin/sh
```

```
FG_ROOT=/usr/share/games/FlightGear
```

```
Atlas --fg-root=$FG_ROOT --path=$HOME/.fgfs/Atlas --udp=9988
```



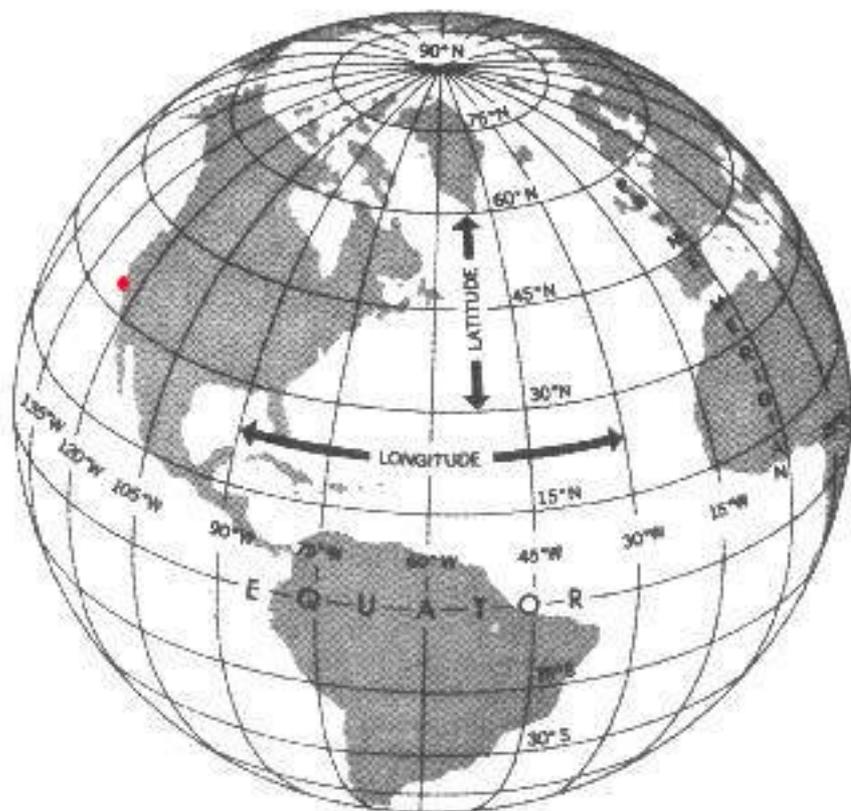
Les instruments de navigation.

**La route, le cap, les balises
et la Radio Navigation.**

Cette image provient du site Flight Simulator Navigation <http://www.navfltsm.addr.com>

Le but étant de se déplacer d'un aéroport A vers un autre B, la ligne droite n'étant pas obligatoirement le plus simple, il est nécessaire de connaître les coordonnées de ces deux points A et B et pour cela les instruments de navigation NAV et VOR vont vous aider.

Mais avant de voir comment cela fonctionne, voici une explication simple sur la notation des coordonnées d'un aéroport et de son identification.



Pour situer précisément un point sur le globe la longitude et la latitude seront utilisées.

La longitude calculée à partir du méridien d'origine passant par Greenwich (0°).

La latitude calculée à partir de l'équateur (0°).

La **longitude** est positive en se déplaçant vers l'Ouest et négative vers l'Est.

La **latitude** est positive en se déplaçant vers le Nord et négative vers le Sud.

La notation peut être écrite de deux façons:

Lat 15 Nord, Long 105 Ouest (15/105)

Lat 15 Sud, Long 30 Est (-15/-30)

soit Lat/Long 15/105 et -15/-30

ou Lat/Long 15N/105W et 15S/30E

Si sur ce globe vous situez San Francisco International, les coordonnées Lat/long seront :

37/122 ou encore 37.62/122.37 ou pour encore plus de précision vous pouvez consulter la base du FAA à l'adresse <http://www.airnav.com/airport/KSFO>

KSFO est l'identifiant (id) de l'aéroport de San Francisco. l' **id** est le code **OACI** des aéroports.

Vous trouverez également à cette adresse différentes info comme les fréquences radio des CT, ATIS et des balises NDB et VOR :

SAN FRANCISCO VOR/DME 115.80

la fréquence de la balise VOR pour KSFO (San Francisco) à rentrer dans le récepteur NAV est donc 115.80

mais aussi KOAK 9nm NE

là nous est indiqué la distance et la direction de l'aéroport de Oakland (id= KOAK) qui est donc à 9 miles nautique (NM) au Nord Est de San Francisco.

Comment utiliser ces informations pour se déplacer de l'aéroport de San Francisco (KSFO) vers celui de Oakland (KOAK) ? Vous allez utiliser les instruments VOR et NAV.

Sur vos instruments (Compas) gradués sur 360° le Nord est 0° et aussi 360° mais on utilise "Cap 0°" pour indiquer le Nord.

Les compas sont gradués en dizaine de degré soit 3 = 30° et 33 = 330°. En partant de KSFO le cap vers KOAK sera 45°.

N = nord 0°
E = est 90°
S = sud 180°
W = ouest 270°



Si vous prenez le cap en bout de piste coté terre (trait bleu) ou en depuis l'autre piste coté mer (trait noir) votre cap sera différent... 32 ou 45. Alors le réglage du récepteur NAV, l'indication du cadran VOR et le DME vont permettre de définir et de voir avec précision le cap et la distance.



Vous régler le récepteur NAV (ici NAV2) sur la fréquence VOR 116.80, vous basculer le commutateur DME sur le NAV correspondant (ici N2): La distance vers la Tour de KOAK s'affiche (ici 28 NM) et l'indicateur VOR (compas) affiche que l'appareil se dirige (TO) au cap 30.

118.30 est la fréquence radio de la Tour (CT) de KOAK et 133.77 sa fréquence ATIS.

CT (Control Tower) Communication radio avec la Tour de Contrôle.

ATIS Informations et bulletin météo, communication radio.

VOR Indicateur d'azimut utilisant le signal directionnel d'une balise de station VOR.

ADF Indicateur d'azimut utilisant le signal non directionnel d'une balise NDB.

Si un nom, ou un sigle, vous échappe regardez le petit lexique à la fin du chapitre "Tableau de bord" de la première partie (page).

La description et l'utilisation des instruments se trouve dans la première partie au chapitre "Les instruments de navigation" (page).

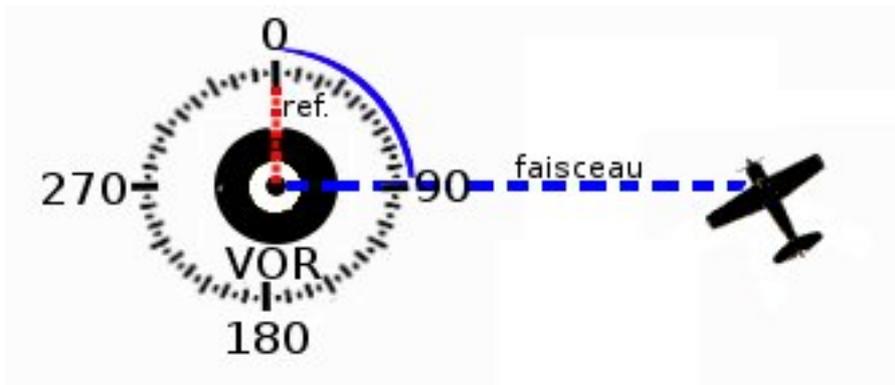
Nous allons maintenant aborder un chapitre un peu plus technique : Comment fonctionne la Radio Navigation pour mieux l'utiliser.

Mais avant, je tiens à m'excuser pour l'emploi abusif de certains mots comme "Aéroports" à la place de "Aérodrome" pour désigner le terrain (extérieur) où sont situées les pistes. Aéroports, en français, désigne l'ensemble des bâtiments et équipements incluant l'aérogare et l'aérodrome.

Les faisceaux directionnels émis par la station VOR forment des radiales, comme une roue de vélo qui aurait 360 rayons. Ces faisceaux tournent à une vitesse de 1 degré par seconde, donc toutes les 6 minutes (360 s) votre appareil sera dans le faisceau. Ces faisceaux sont des ondes électromagnétiques que l'appareillage radio (récepteur NAV et cadran VOR) à bord de votre appareil reçoit et est capable, par rapport à un signal de référence de la station VOR, de calculer l'angle et la direction de la station VOR pour l'afficher sur l'indicateur d'azimut par exemple.

Le signal de référence est émis au départ du faisceau à 0° de la station VOR.

Il existe différentes classes de VOR (voir tableau ci-dessous).



Exemple ci-dessus :

Vu de la station VOR, si votre appareillage radio détecte un intervalle de 90 secondes entre le faisceau et le signal de référence de la station, votre appareil sera situé à l'EST à 90°.

Tableau des classes VOR :

Classes VOR	Portée (NM)	Altitude (Feet)
T (Terminal)	25	1000 – 12 000
L (Basse Altitude)	40	1000 – 18 000
H (Haute Altitude)	40	1000 – 14 500
H (Haute Altitude)	100	14 500 – 60 000
H (Haute Altitude)	130	18 000 – 45 000

Comme chaque station VOR est située géographiquement (coordonnées Lat/Long) et possède une fréquence qui lui est propre, il est donc possible de repérer la position géographique de l'appareil.

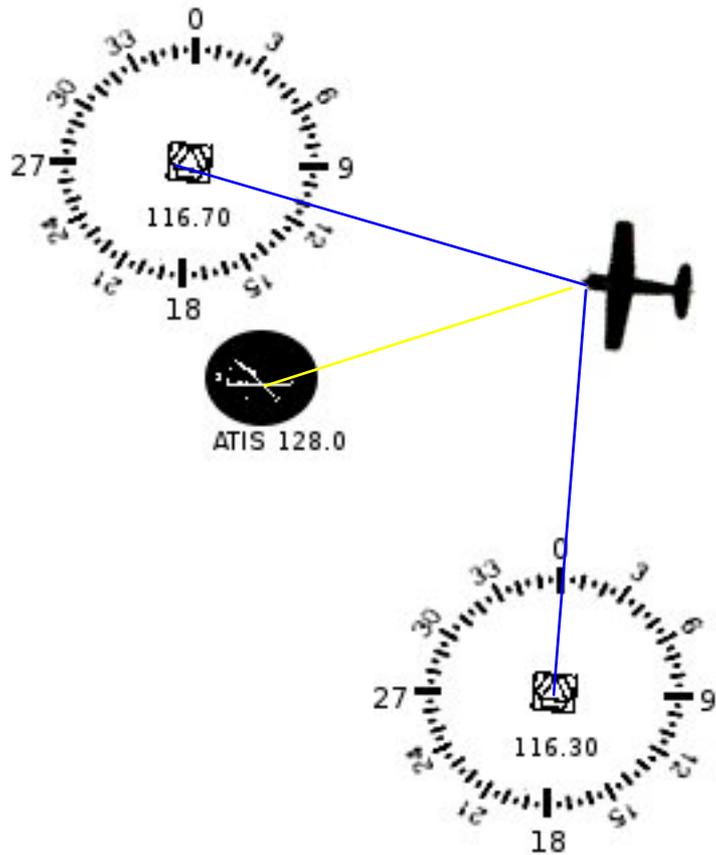
Il suffit de régler la fréquence VOR dans le récepteur NAV, pour que les informations sur votre position soit affichées par vos instruments de navigation.

Mais comme la portée de la station VOR est limité et varie aussi en fonction de l'altitude (voir tableau ci-dessus) le récepteur VOR (NAV1 ou NAV2) ne sera actif que si votre appareil est à portée du faisceau de la station VOR.

Pour des grandes distances, entre l'aéroport de départ A et l'aéroport d'arrivée B, il vous faudra utiliser plusieurs VOR intermédiaires ou utiliser **NDB** (voir ADF page).

Si vous tentez une trajectoire directe (ligne droit) sur une grande distance vous risquez de ne jamais être à portée du VOR de l'aéroport d'arrivée, il est préférable de prendre une route passant à portée de plusieurs VOR intermédiaires qui vous indiqueront votre position.

Mais il ya aussi une autre utilisation des stations VOR et des instruments de navigation NAV/VOR :



Vous pouvez utiliser deux VOR pour situer la position de votre appareil.

Voir exemple ci-contre:

Dans NAV1 vous entrez la fréquence 116.70 dans NAV2 vous entrez la fréquence 116.30 pour vous diriger vers un petit aéroport sans station VOR, vous pouvez aussi utiliser la fréquence radio ATIS de l'aéroport ou la fréquence radio CT si il y a une tour de contrôle en entrant cette fréquence dans COMM. De cette façon vos indicateurs d'azimut (VOR) indiqueront TO pour le premier et FROM pour le second. Vous pourrez alors facilement identifier votre position si vous avez bien utilisé l' OBS.

Mais encore un petit détail sur NAV/VOR avant de parler de l' OBS.

La station VOR émet des signaux sur une fréquence que vous réglez sur votre récepteur NAV et votre position est affichée par l'indicateur d'azimut que l'on nomme aussi simplement VOR.

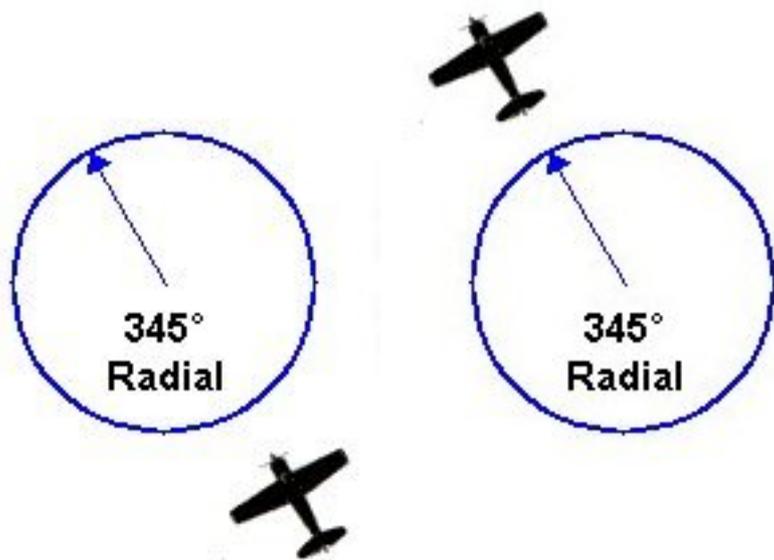
Radial

La radiale : C'est un terme que vous risquez de retrouver souvent dans le manuel ou les documents de votre simulateur et sur les cartes pour tracer votre route.

Si vous regardez la figure ci-dessus, par rapport à la première station VOR (116.70), le cap de l'appareil est au 290° la radiale sera l'opposé c'est à dire la 110°. En fait c'est l'inverse du cap car c'est le faisceau en direction de l'appareil qui permet de déterminer sa position.

Dans le cas de la figure ci-dessus, si l'avion garde le cap 290°, la radiale 110° indique au récepteur VOR qu'il doit afficher l'indicateur **TO**, lorsque l'appareil aura dépassé la balise (toujours au cap 290) c'est la radiale 290° qui va atteindre l'appareil et l'indicateur sera alors **FROM**.

Toujours dans cette figure, si vous considérez la station VOR du bas (116.30) et que l'avion maintient son cap au 290°, la radiale va varier de 0° à 310° jusqu'à ce l'appareil soit hors de portée du faisceau. Dans ce cas le cap de l'appareil (290°) ne passe pas au-dessus de la balise de la station VOR (116.30) et si la station VOR (116.70) n'existait pas la barre jaune de votre indicateur VOR ne serait pas dans l'axe de votre cap; Cette "aiguille" jaune qui se déplace dans le cadran du VOR se nomme le système **CDI** est permet de conserver l'axe du cap correspondant à l'axe du faisceau de la station VOR. Très pratique pour l'approche d'un aéroport ou pour corriger les déviations en cas de vent.



Dans ce cas, bien que votre appareil soit à des positions différentes, votre cap est toujours au **345** mais la radial (faisceau de la station VOR) que vous recevez est la **165** puis la **345**.

Votre VOR (indicateur d'azimut) indique donc toujours le même cap (345°) mais l'indicateur est à **TO** dans la première position et à **FROM** dans la seconde et vous indique si votre appareil se dirige vers la station VOR (TO) ou s'en éloigne (FROM).

Vous pouvez utiliser **OBS** pour sélectionner la radial 165, votre cap sera toujours au 345, mais votre VOR sera sur 165 avec l'indicateur FROM.

Votre VOR, l'indicateur d'azimut ou indicateur omnidirectionnel se compose de trois éléments :

- _ L'indicateur TO/FROM
- _ L'indicateur de déviation de route (CDI) qui donne la situation de l'appareil par rapport à la radiale de la station VOR que vous avez sélectionné avec votre récepteur NAV
- _ Le sélecteur de repérage omnidirectionnel **OBS**.

Le sélecteur de repérage omnidirectionnel OBS est présent sur, les Indicateurs d'azimut (VOR) VOR1 VOR2/ADF, le conservateur de cap. Il permet d'ajuster le cap (radial du faisceau VOR).



OBS c'est le bouton (marqué OBS) se trouvant généralement en bas à gauche de l'instrument.

CDI

Sur la dernière figure vous voyez l'aiguille du CDI complètement déportée vers le bas à gauche car l'appareil est au cap 325° alors que la station est au cap 280° et que la radiale (faisceau qui atteint l'appareil) est au 100°, dans le cas où l'appareil n'a pas atteint la position de la balise il est trop au Nord Est (trop haut trop à gauche).

Vous trouverez une explication de ce système quelques pages plus loin dans la description de l'approche (NDB, VOR et ILS).

Le CDI est donc un indicateur de déviation de route donnant la position de l'appareil par rapport à la radiale de la station VOR.

L'ADF (Automatic Direction Finder), radiogoniomètre automatique détermine la position d'une balise radio non directionnelle (NDB) par rapport à l'axe longitudinal de l'appareil, ce relevé indique, sur un cadran, le cap en fonction de l'émetteur sélectionné.

Le cadran de l'ADF est gradué sur 360 degrés et une aiguille y indique le cap, c'est un radio compas.

Utiliser l'ADF est certainement le procédé le plus simple pour se diriger vers une balise radio, il suffit de régler le récepteur de l'ADF sur la fréquence de la balise et manoeuvrer l'appareil pour que l'aiguille pointe sur le zéro; Ce cadran n'étant pas gyroscopique le 0 (zéro) est toujours en haut du cadran (Nord).

L'ADF fournit une information supplémentaire, en plus du cap, qui est "l'orientation magnétique" de la balise.

La différence avec le VOR tient dans le fait que l'ADF est en basse fréquence et non directionnel ce qui permet une meilleure propagation des ondes radio à la surface du globe et la limite de la portée des balises NDB dépend uniquement de leur puissance.

La navigation VOR est plus précise car l'ADF n'indique pas la distance de la balise et sa portée est soumise aux perturbations atmosphérique, mais cela reste une méthode simple et une autre façon de déterminer sa route sans avoir à "zizager" entre différentes balises à la portée limitée.

Les compas (cadrans) utilisés comme indicateur ADF ont beaucoup évolués, depuis le 0 (zéro) fixe en haut du cadran, et sont ce que l'on nomme maintenant des **RMI** (Radio Magnetic Indicator), mais il est toujours possible d'utiliser (suivant le type d'appareil) quatre types d'indicateurs:

Le Compas Fixe, le cadran gradué (360°) est fixe 0 (zéro) toujours vers le haut.

Le Compas à cadran tournant sur 360°.

Le R M I simple aiguille.

Le R M I avec 2 aiguilles.



Le compas fixe est un vrai casse tête mathématique, par exemple:

L'appareil est au cap 345°, cet indicateur ADF affiche la position relative de la balise à 75° par rapport au cap de l'appareil, donc la balise est à droite (Est) de l'appareil; Pour obtenir la position magnétique de la balise il faut faire l'opération

$$(345 + 75) - 360 = 60^\circ$$



Avec ce type de compas à cadran tournant il est possible de positionner le cadran sur le cap 345° et alors la position magnétique de la balise 60° est directement indiquée par l'aiguille.



Le RMI à une aiguille est certainement le plus lisible de ces quatre indicateurs, il affiche directement, après avoir positionné le cadran tournant sur le cap (345° par exemple), la radiale et la position magnétique de la balise; C'est un compas gyroskopique.

Sur certains modèles il y également un affichage digital de la radiale ou de la position magnétique de la balise.



figure 1



figure 2



figure 3

Cet indicateur, compas RMI double aiguille, combine un indicateur VOR et un indicateur ADF. L'aiguille courte avec l'indicateur TO/FROM affiche les informations VOR. La longue aiguille jaune pointe sur la position magnétique de la balise ADF.

Si les récepteurs VOR NAV1 et NAV2 ont été calés sur les fréquences VOR, cet indicateur peut afficher soit ADF et VOR#1, soit ADF et VOR#2 ou VOR#1 et VOR#2.

ILS : Juste un mot sur ce que vous voyez dans les figures 1 à 3 .

Sur cet indicateur (figure 1) il y a 5 points horizontaux qui symbolisent la piste lors de l'approche, et une barre jaune verticale qui représente l'axe de la piste (à gauche ici) et une horizontale qui matérialise l'angle d'approche (altitude de l'appareil par rapport à la piste) :

figure 1 L'appareil est trop Haut et trop à Droite.

figure 2 L'appareil est trop Gauche, pas aligné sur la piste, mauvais cap.

figure 3 L'appareil a un cap 10° trop à l'Ouest.

Avant de passer à l'approche (ILS, Localiseur) il ne reste plus qu'à voir comment régler et utiliser les instrument de radio navigation, **VOR**, **NDB** et **DME**.

Prenons un exemple, le trajet San Francisco / San José dans les environs de San Francisco (côte Ouest)

Aéroport de San Francisco International : KSFO Lat/Long = 37.62/122.37 piste= 28R

Fréquences: CT= 120.50 ATIS= 118.85 VOR= 115.80 NDB= 341

Aéroport de San José International : KSJC Lat/Long = 37.21/126.95 piste= 12R

Fréquences: CT= 120.70 ATIS= 126.95 VOR= 114.10 NDB= 327 et 203

Notes: Les fréquences NDB (ADF) vont de 102 à 1299, VOR (NAV) de 108.00 à 117.95, ATIS (COMM) de 118.00 à 139.97 mais cela peut évoluer.



A l'aide des bouton rotatif, sur la radio COMM1 vous entrez la fréquence de la Tour (CT= 120.70) vous pouvez aussi mettre en attente (Stanby) la fréquence ATIS pour avoir les informations météo, sur le récepteur VOR NAV1 vous réglez la fréquence de la station (VOR = 114.10).



Sur le receptrer NDB ADF, avec le bouton à l'extrême droite, vous régler les fréquences NDB= 203 et 327 (en attente) de KSJC ou 203, un NDB se situant entre KSFO et KSCJ.

Sur COMM2 et NAV2, vous pouvez aussi régler les fréquences d'une station intermediaire entre KSFO et KSJC.

Voici un exemple de route KSFO -> KOAK -> KSJC :

Départ= KSFO, cap 50° en direction de l'aéroport de Oakland (KOAK) pour visiter la baie j'usqu'à proximité des côtes, puis changement de cap au 140° pour rejoindre l'aéroport de San José (KSJC).



Voici ce qu'indiquent les instruments de navigation après avoir parcouru un peu plus des deux tiers de la distance, à 8,5 miles nautique de la station de San José.



Le cap est pas super, il faut prendre en compte les vents qui peuvent faire dévier de la route prévue, l'appareil est trop à droite de la piste, il reste 8,5 miles nautique pour corriger la trajectoire et se retrouver dans l'axe de la piste pour l'approche.

DME

Distance Measuring Equipment

Ce commutateur permet de basculer sur N1 ou N2 pour avoir les informations correspondantes au récepteur VOR NAV1 ou NAV2



Le commutateur DME affiche les informations suivantes :

Vous êtes à 8 Miles Nautiques (NM) de la station, la vitesse au sol est de 166 Kts (Noeuds par seconde) et vous êtes à 3 minutes (MN) de la station.

Notez la différence de valeur entre la vitesse au sol (DME, Ground Speed) et la vitesse dans l'air (Anémomètre, Air Speed).

NDB VOR et ILS

Vous pouvez donc choisir de voler au **NDB** ou au **VOR** ou encore combiner les deux.
 Le VOR et le NDB seront aussi utilisés pour l'approche; On peut décomposer un vol de cette façon:
 Décollage
 Vol/Navigation
 Approche
 Approche final
 Atterissage

Pour l'approche finale jusqu'à l'atterissage vous passerez du NDB à l'**ILS**.

Dans le cas où vous avez un cap au 280° et que vous devez prendre la piste au 100° c'est à dire dans le sens inverse, soit vous modifier votre cap bien avant l'approche, soit comme dans la figure 4, vous dépassez la piste (de 6 à 7 miles nautique, c'est la distance nécessaire pour votre approche).

Ici, cap 280°, la piste est à votre droite vous allez donc virer à droite pour prendre le cap 100°. Vous pouvez évidemment faire la manoeuvre inverse, piste à gauche et virage à gauche.

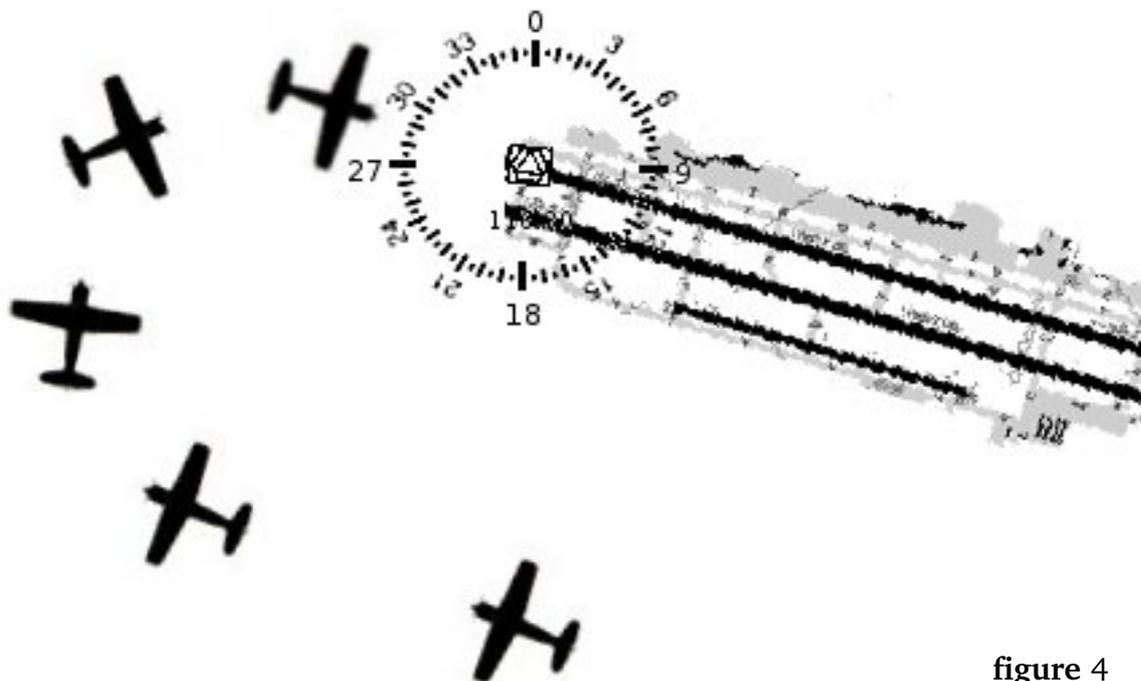


figure 4



<-- Cap 280° piste à droite

Virage à droite (demi tour)

Cap au 100° piste dans l'axe -->



L' ILS se compose de plusieurs systèmes émetteurs, de faisceau de descente (Glide Slope), de cap d'atterrissage (Localizer) . Bien évidemment, à bord de l'appareil, l'ILS à besoin des récepteurs capables d'intercepter les signaux de ces émetteurs :

Les instruments indicateurs ADF/VOR1 et les LEDs **OMI** pour la trajectoire de descente et le centrage sur l'axe de la piste.

Avant la piste des balises radio (Marker) indiquent la largeur de la piste pour centrer l'appareil et la trajectoire d'approche pour l'**OMI**.

- O M I** ce sont 3 LEDs, Bleu, Orange ou Ambre (allumée elle est plutôt Jaune) et Blanche.
- Bleu**= Outer (en dehors) vous arrivez à proximité de l'axe de la trajectoire de la piste.
- Orange**= Middle, (au milieu) vous êtes au centre de l'axe de la trajectoire.
- Blanche**= Inner, (à l'intérieure) vous êtes au-dessus de la piste.

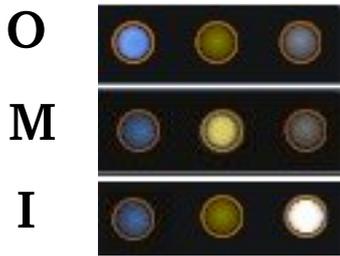
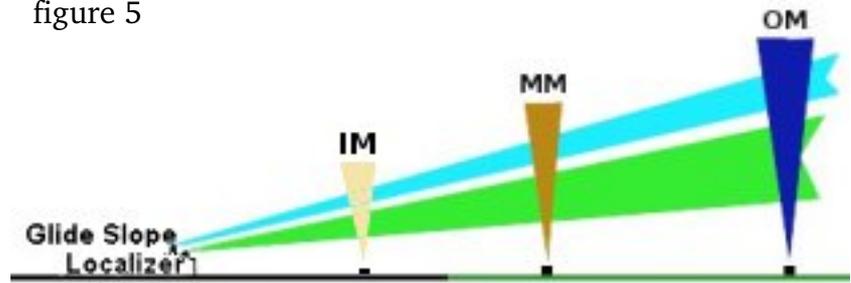


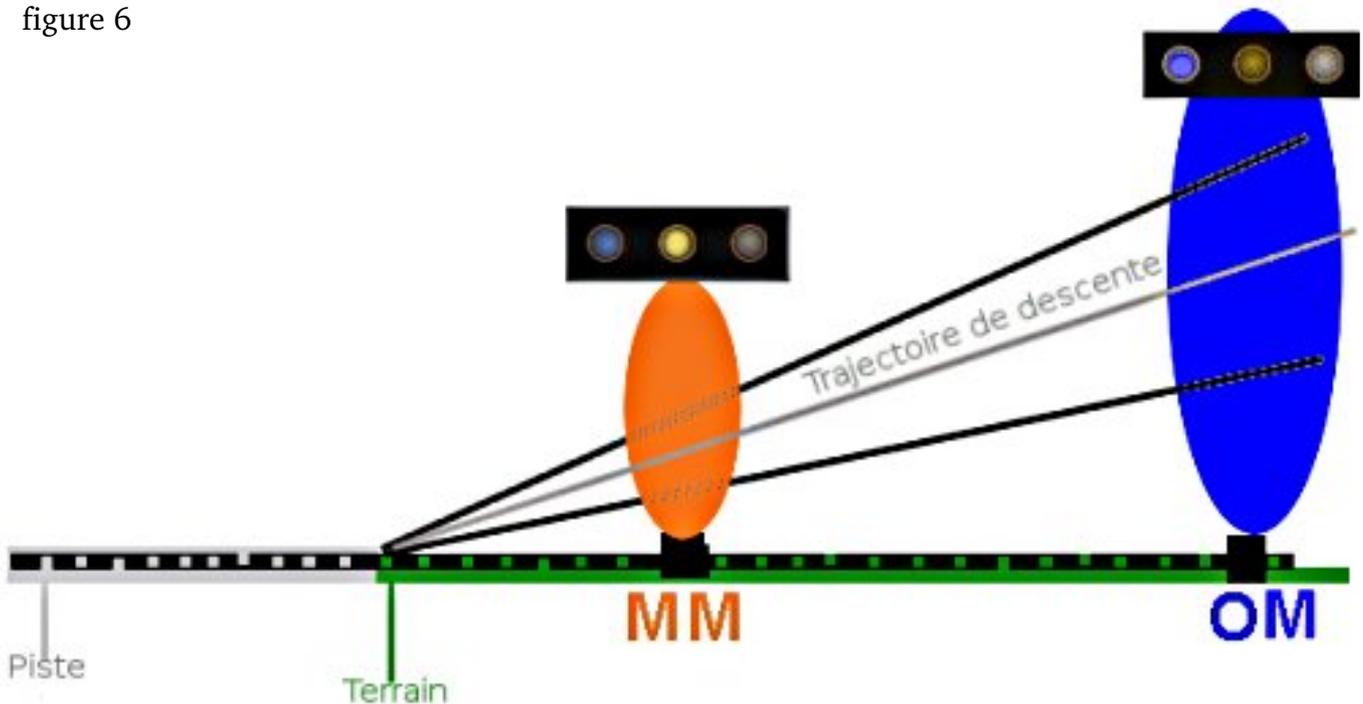
figure 5



Le localiseur permet le guidage latéral alors que l'indicateur de trajectoire de descente (Glide Slope) sert au guidage vertical.

A partir du centre de la piste, le localiseur est détecté à 500 pieds par Outer et à 150 pieds par Middle. Le localiseur est moins sensible que l'indicateur de trajectoire de descente (Glide-Slope)

figure 6



- En principe on écrit MM pour Middle, OM pour Outer et IM pour Inner car ce sont des termes anglais désignant des balises de marquage Outer Marker, Middle Marker et Inner Marker, alors je vais le faire.
- OM** interception de la trajectoire de descente entre 4 et 7 miles nautiques (NM) de la piste
- MM** interception de la trajectoire de descente à partir de 3500 pied à partir de la piste
- IM** interception de la trajectoire de descente à partir de 1000 pieds de la piste

ILS et OMI

OMI est un témoin de votre altitude d'approche (figure 5 et 6), mais ce n'est pas parce que la LED Orange/Jaune (MM image ci-contre) est allumée que votre appareil est dans l'axe de la piste et sur une trajectoire de descente correcte, il faut obligatoirement vérifier l'affichage ILS/CDI sur l'indicateur ADF/VOR (figure 7).

Pour résumer ce passage, l'indicateur de trajectoire de descente permet un contrôle par le clignotement des LEDs OMI, le localiser permet de vérifier le centrage par rapport à l'axe de la piste.

L'angle de trajectoire de descente (glide-slope) est ajusté à 3 degrés autour de l'axe horizontal et peut être intercepté à une altitude, pour le MM à partir de 200 pieds, pour le OM vers 1 400 pieds depuis la surface de la piste. Ce système a une portée de 10 Miles Nautique.

En plus d'allumer des LEDs, l'OMI émet un signal sonore comparable à du morse, trait (signal long), point (signal court) à des fréquences audio (BF) différentes:

OM = 2 traits par seconde à 400 Hz

MM = alternativement un point un trait à 1300 Hz

IM = uniquement des points très rapprochés à 3000 Hz

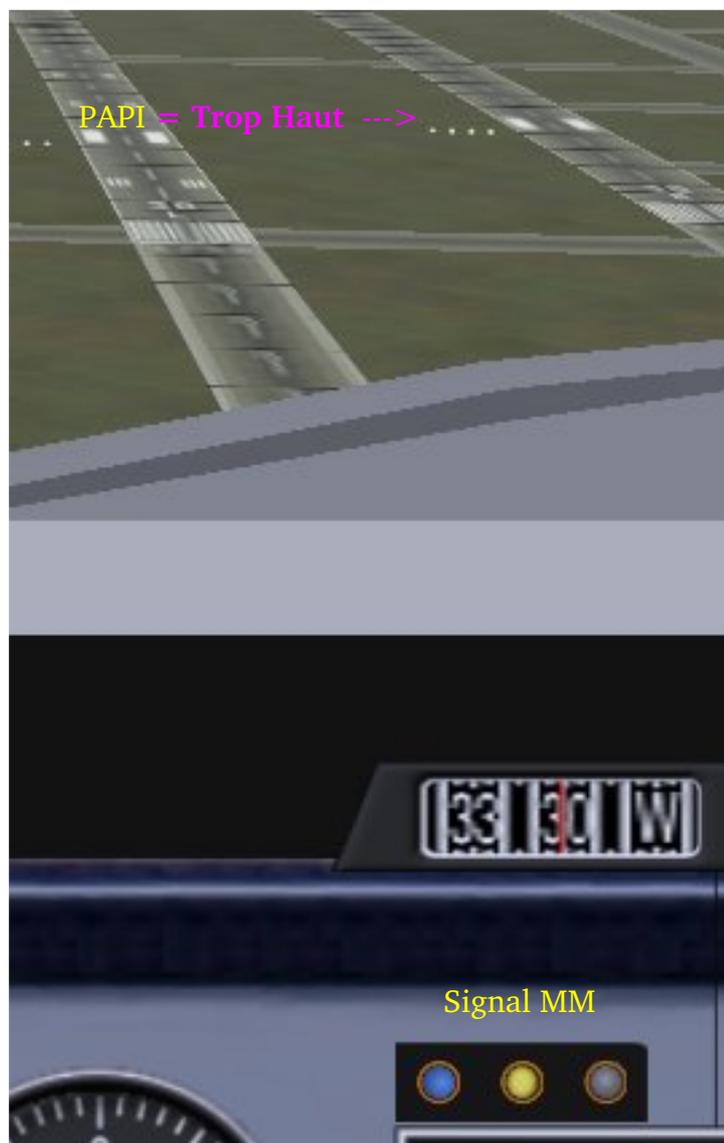
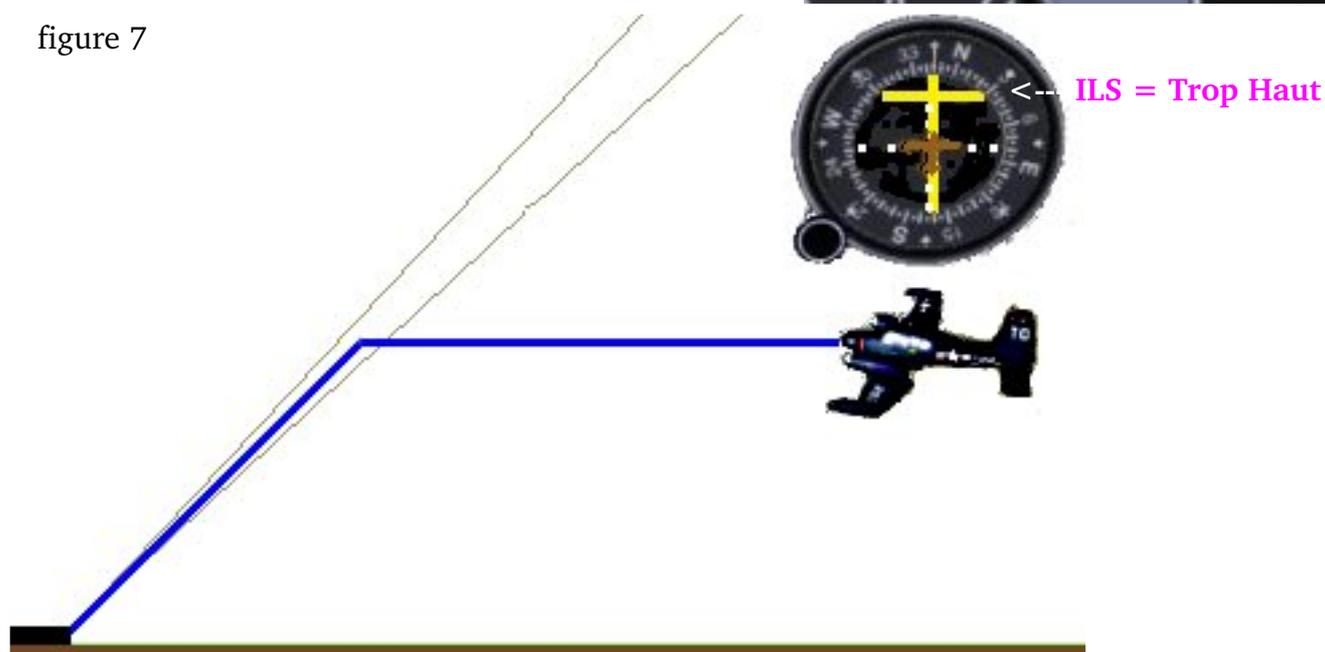


figure 7



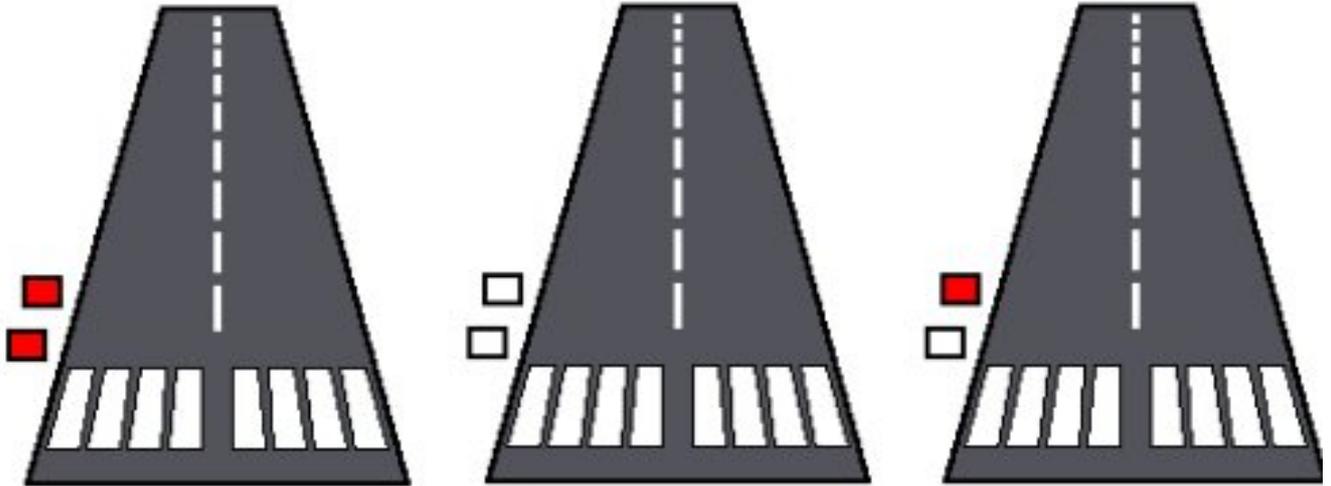
A l'interception du signal du faisceau de trajectoire de descente (glide slope) l'ILS, en plus du CDI (aiguille jaune) déplace une barre horizontale dans l'indicateur ADF/VOR. Cela permet de vérifier votre trajectoire de descente: Il faut que l'aiguille du CDI et cette barre horizontale se croisent exactement au centre du cadran pour avoir une trajectoire de descente correcte et être au centre dans l'axe de la piste. Dans la figure 7, l'ILS indique que l'appareil est trop Haut.

VASI PAPI

Les systèmes lumineux VASI et PAPI vont vous aider à visualiser votre altitude d'approche en regardant la piste. Ce système est un indicateur lumineux généralement situé à gauche de la piste, se compose de deux (VASI) ou une (PAPI) rangée de signaux.



VASI



Trop Bas

Trop Haut

Correct

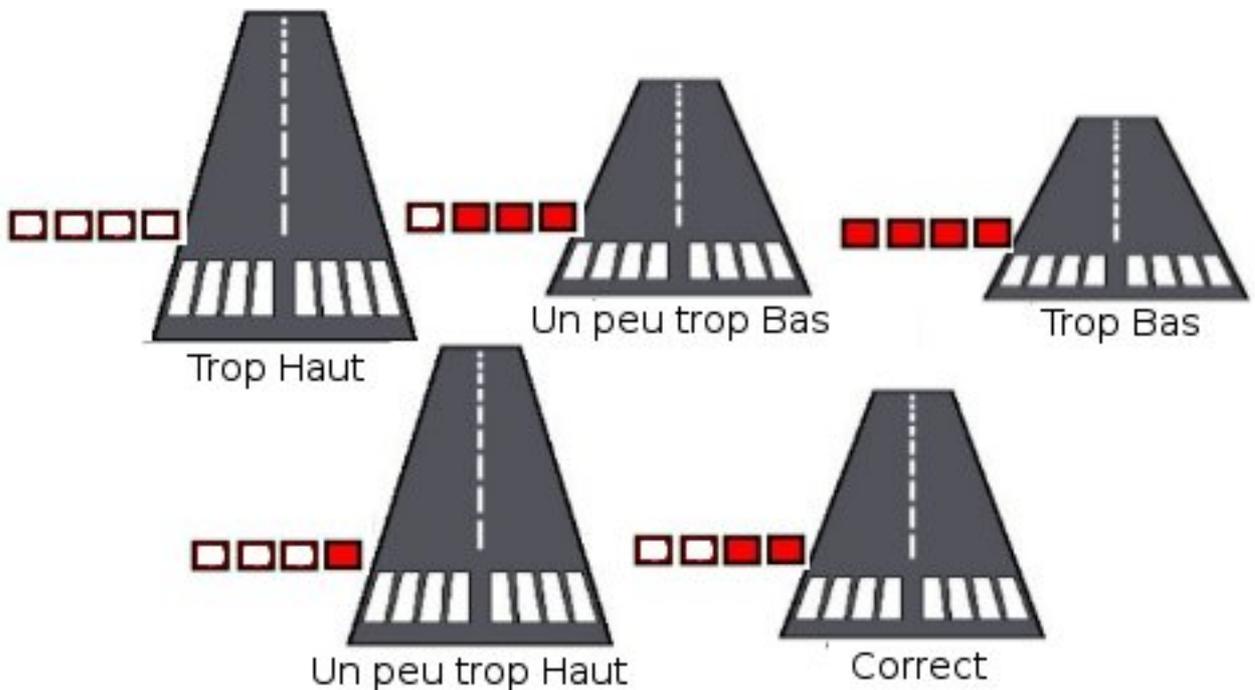


Trop Bas

Trop Haut

OK correct

PAPI



Trop Haut

Un peu trop Bas

Trop Bas

Un peu trop Haut

Correct



PAPI est certainement le plus intéressant de ces deux systèmes, mais au début cela manque un peu de visibilité il faut se baser sur la largeur des signaux Blancs :

Tout est blanc= Trop Haut, les trois quart= Un peu Trop Haut, la moitié= Correct... etc.

Je crois que les images sont suffisamment explicites et que cela se passe de commentaire.

Préparer sa route et maintenir son cap, c'est sans aucun doute très important pour réussir son vol, mais la partie la plus délicate reste l'atterrissage. Avoir des informations sur le type d'ILS et des systèmes d'aide à l'approche sont un plus non négligeable et qui éviteront les surprises et les manoeuvres inconsidérées à l'approche de l'aéroport d'arrivée.

Si votre simulateur ne fournit pas ces données, vous pouvez récupérer ces informations avec l'identifiant (OACI) de l'aéroport en question sur le site de la FAA : <http://www.airnav.com/airports/get>

Uniquement pour les aéroports Américains, il n'y a pas l'Europe, dommage !

Un petit calcul simple pour obtenir votre vitesse de descente (jamais plus de 500 pieds par minute) :
 Vous accrochez la balise OM à 1200 pieds et votre DME vous indique que vous êtes à 6 NM (Miles Nautiques) et à 3 MN (Minutes) de la station (Piste), l'anémomètre indique une vitesse de 120 Noeuds, il vous reste donc 3 minutes pour perdre 1200 pieds soit 1200 divisé par 3 ce qui fait une vitesse de chute de 400 FPM (pieds par minute), enfin presque car dans les derniers 200 pieds vous allez sortir les volets et réduire la vitesse... Ajoutez donc 5 à 10% soit une vitesse de chute de 440 FPM maximum.

Vous pouvez aussi vérifier le temps, à 120 Noeuds soit 120 NM (Miles Nautiques) par heure ce qui correspond donc à 2 NM par minute pour parcourir les 6 NM restant donne $6/2 = 3$ minutes.

Vous pouvez aussi procéder par palier, le tout est de positionner l'appareil en dessous des 300 pieds à l'approche finale et accrocher la balise MM, si vous ne recevez pas le signal de MM mieux vaut remettre les gaz et reprendre de l'altitude pour faire un tour de piste et recommencer.

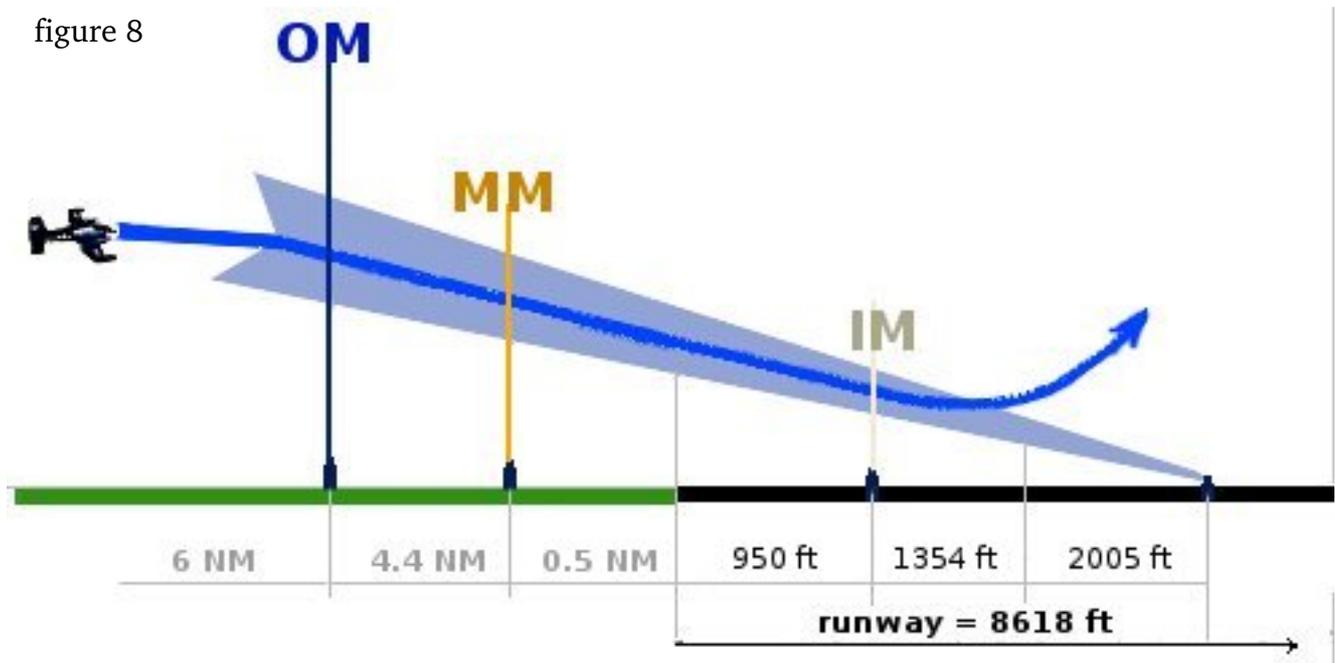
Une petite chose encore, le train est sorti (voyant au vert) les volets sont sortis (Full) la vitesse réduite à moins de 100 Noeuds et vous êtes au-dessus de la piste (vous avez accroché IM), vérifiez que l'assiette est correcte et réduisez encore la vitesse jusqu'à la limite de décrochage (en général repérée par un trait rouge sur l'anémomètre) l'appareil doit descendre tout seul vous relevez alors légèrement le nez de l'appareil au moment où les roues vont toucher la piste et vous roulez sur la piste, réduisez complètement la vitesse, coupez les moteurs et engagez les freins.

Sauf si vous pilotez un 747 et que vous avez choisi un aéroport de destination n'ayant que des pistes courtes, n'essayez pas d'atterrir en début de piste...

Prenez votre temps l'ILS et l'aide visuel sont là pour vous aider.

Pour en terminer avec le système d'aide à l'approche, ILS, voici un type d'approche dans la figure 8.

figure 8



Attention, par manque de place, ce dessin n'est pas à l'échelle.

La figure 8 vous indique une trajectoire idéale de descente, mais vous pouvez constater que dans ce cas lorsque vous avez relevé le nez de l'appareil (indiqué par la flèche bleu) il vous reste encore plus de 4000 pieds pour ralentir et engager le frein de parking, les balises "Glide Slope" et "Localizer" étant au centre de la piste.

Voilà les rudiments de la navigation c'est loin d'être complet et si vous désirez vous perfectionner et accroître vos connaissances en navigation, je vous conseille le site NavFltsm (il est en anglais):

<http://www.navfltsm.addr.com/>

Désolé, cette annexe n'est pas encore disponible.

Aéroport ID

Lat/Long CT

ATIS

VOR

NDB

Pistes

ILS