



LES INSTRUMENTS DE RADIONAVIGATION

A partir du grade :  et programme examen du grade  et supérieurs

A partir du grade :  et programme examen du grade  et supérieurs

1. INTRODUCTION :

Dans Flight Simulator ou X-plane, il y a plusieurs instruments de navigation disponible dans les différents appareils.

Vous pouvez trouver plusieurs d'entre eux dans certains cockpits d'avion complexes, voir aucun pour les aéronefs VFR les plus simples.

Les instruments de navigation

- Récepteur **ILS** (Instrument Landing System)
- Récepteur **VOR** (Vertical Omnidirectionnal Range)
- Récepteur **NDB** (Non Directional Beacon)
- Récepteur **DME** (Distance Measurement Equipement)
- Récepteur **GPS** (Global Positionning Système)

Les informations de ces récepteurs de radionavigation sont affichées sur les instruments de radionavigation qui sont pour la plupart listés en dessous :

Il sera présenté plusieurs types d'instrument dont voici leurs définitions :

- **ADI** (Attitude Director Indicator) & **EADI** (Electronic ADI),
- **ADF** (Automatic Direction Finder)
- **HSI** (Horizontal Situation Indicator) & **EHSI** (Electronic HSI)
- **RMI** (Radio Magnetic Indicator)
- **CDI** (Course Direction Indicator)
- **EFIS** (Electronic Flight Instruments System) comprenant :
- **PFD** (Primary Flight Display)
- **ND** (Navigation Display)

Nous présenterons sommairement les équipements supplémentaires qui ne sont pas dans les appareils de base de Flight Simulator (certains sont intégrés dans des add-ons) :

- TACAN
- LORAN
- OMEGA
- MLS

2. LA RECEPTION ILS :

L'**Instrument Landing System (ILS)** ou **Système d'atterrissage aux instruments** est le moyen de radionavigation le plus précis utilisé pour l'atterrissage des vols IFR avec Flight Simulator ou Xplane. C'est le **seul moyen d'approche de précision** qui est disponible sur ces simulateurs.

Il comprend au minimum les deux éléments suivants :

- un localizer qui fournit l'écart de l'avion par rapport à l'axe de la piste
- un glide path qui fournit l'écart de l'avion par rapport à la pente nominale d'approche (le plus souvent 3 degrés)

En option en même temps que les deux précédents paramètres vous pourrez trouver :

- un **DME** qui fournit la distance entre l'ILS et l'appareil
- un **MARKER** qui fournit un signal lumineux (**OMI**) et Sonore. Ils sont radiobalisés à émission verticale placés sur la trajectoire finale des avions qui émettent sur 75 MHz. Ils sont peu à peu remplacés par des DME appariés à la fréquence du localizer.

La portée certifiée est de 15 à 20NM pour le localizer (**25NM** dans flight simulator) ; légèrement moins pour le glide path. Le faisceau du glide **n'est plus exploitable** à partir de 15m (50ft) au dessus du sol.

D'un point de vue pratique, **l'utilisateur affiche une seule fréquence**, celle du **localizer**, comprise dans la gamme **VHF** [108,0 - 111,95 MHz]. La première décimale est impaire et se fini par 2 zéros (exemple 109.900 MHz).

Les fréquences **glide path** et **DME** lorsqu'elles existent sont situées dans des gammes de fréquences différentes (**UHF**) mais appariées à celle du localizer, ce qui reste transparent pour l'utilisateur.

2.1 SELECTEUR

Dans votre avion, vous programmez la fréquence ILS (du Localizer) sur la fréquence radio NAV1 :



Panel radio Boeing Sélection NAV1 :



Panel radio Beechcraft Sélection NAV1:



Autre Panel Radio Sélection NAV 1 :

2.2 INSTRUMENT

Dans votre avion, vous recevez les signaux de l'ILS sur un des instruments suivant :



Equipement CDI 1 d'un Cessna :

La barre verticale blanche vers gauche symbolise le localizer.

La barre blanche horizontale est le glide

(glide non actif avec le rectangle rouge et blanc)



Equipement HSI d'un Beechcraft :

La barre verticale jaune symbolise la position du localizer par rapport à l'avion.

La position du marker du glide (non montrée) se situe sur l'échelle graduée sur le bord droit et gauche avec l'inscription GS.



Equipement ND/EHSI d'un Boeing :

La barre verticale rose symbolise la position du localizer par rapport à l'avion.



Equipement PFD/EADI :

Le rectangle vert symbolise la position du localizer par rapport à l'avion

Le triangle vert symbolise la position de la pente du glide par rapport à l'avion

3. LA RECEPTION LOCALIZER :

Le Localizer est la fonction et partie de l'ILS qui fournit l'écart de l'avion par rapport à l'axe de la piste. Certains aérodrome de petite capacité n'ont pas d'ILS mais seulement un Localizer qui permet uniquement l'alignement horizontal avec la piste.

En option, vous pourrez trouver :

- un DME qui fournit la distance entre le localizer et l'appareil

La portée certifiée est de 15 à 20 NM pour le localizer (35 Nm dans flight simulator)

D'un point de vue pratique, l'utilisateur affiche la fréquence du **localizer** (voir ILS pour les équipements)

4. LA RECEPTION VOR :

Le **VOR** (abréviation de **VHF Omnidirectional Range**) est un système de positionnement radioélectrique utilisé en navigation aérienne et fonctionnant avec les fréquences VHF.

Un récepteur VOR permet de déterminer son relèvement magnétique par rapport à une station au sol (balise émetteur VOR dont la position est connue), et donc le radial, gradué en degré d'arc, sur lequel le récepteur (donc l'avion) est situé.

Par déduction, il permet de suivre n'importe quelle route passant par la station, que ce soit en rapprochement ou en éloignement de celle-ci, ou même de déterminer la position exacte de l'avion en utilisant deux balises VOR.

Rappelons que la route magnétique est l'angle orienté du Nord magnétique vers la trajectoire que suit l'avion. Par exemple, la route d'un avion se déplaçant vers l'est est égale à 90°.

En option, vous pourrez trouver :

- un DME qui fournit la distance entre le VOR et l'appareil

Les balises VOR émettent avec une puissance de 200 W PAR (puissance apparente rayonnée) sur la bande 108,00 à 117,95 MHz avec un pas (écart entre deux canaux) de 50 ou de 100 kHz (50 kHz en zone dense et 100 kHz dans les autres cas) :

- les **balises VOR d'approche** ou **T-VOR** : Elles sont utilisées en approche des aérodromes, et elles ont une portée théorique de 25Nm dans la bande de fréquence 108 à 111.850 MHz avec décimale paire

EXEMPLES : 108MHZ - 108.050 MHZ - 108.200 MHZ - 108.250 MHZ - ... - 111.800 MHZ - 111.850 MHZ

- Les **balises VOR en route** : Elles sont utilisés en repères des routes de l'espace aérien supérieur (également en approche des aérodromes si besoin) et elles ont une portée théorique de 200Nm dans la bande de fréquence 112 à 117.950 MHz ;

4.1 SELECTEUR

Dans votre avion, vous programmez la fréquence VOR sur deux fréquences radio NAV1 et NAV2 :



Panel radio Boeing Sélection NAV1 et NAV2:



Panel radio Beechcraft Sélection NAV1 et NAV2:



Autre Panel Radio Sélection NAV1 et NAV2 :

Note : le NAV1 est commun au VOR et l'ILS. Seule la fréquence permet de différencier le système utilisé.

4.2 INSTRUMENT

Dans votre avion, vous recevez les signaux du VOR sur un des instruments suivant :



Equipement CDI1 d'un Cessna :

La barre verticale blanche vers gauche symbolise la position du radial par rapport à l'avion.



Equipement CDI2 d'un Cessna :

La barre verticale blanche vers gauche symbolise la position du radial par rapport à l'avion.

Le petit triangle blanc entre le centre de l'équipement et la graduation Est "E" est l'indicateur TO/FROM

-



Equipement HSI d'un Beechcraft :

La barre verticale jaune symbolise la position du radial par rapport à l'avion.

Le petit triangle blanc entre le centre de l'équipement et la graduation 24 (240°) est l'indicateur TO/FROM



Equipement ND/EHSI d'un Boeing :

La barre verticale rose symbolise la position du radial par rapport à l'avion. (VOR AN 110.50)
L'indicateur mobile est en mode RMI et pointe en direction de la balise. (VOR AVN 112.30)



Equipement ND/EHSI d'un Boeing :

La barre verticale rose symbolise la position du radial par rapport à l'avion. (VOR AN 110.50)
L'indicateur mobile est en mode RMI et pointe en direction de la balise. (VOR AVN 112.30)



Des Equipements RMI :

L'équipement RMI fonctionne différemment des autres. Ici l'indicateur mobile pointe en direction de la balise.

5. LA RECEPTION NDB :

Une **balise non directionnelle ou Non Directional Beacon (NDB)** est une station radio localisée en un point identifié, et utilisée en tant qu'aide à la navigation aérienne ou maritime. Dans l'aviation, l'emploi de **NDB** est règlementé par l'annexe 10 de l'OACI qui spécifie que les **NDB** sont exploitées dans une plage de fréquences comprises entre 190 et 1 750 kHz (en Europe compris entre 255 et 525 kHz).

Elles sont situées aux abords des aérodromes et aéroports.

Un **NDB** peut être :

à longue portée (100 Nm) servant de référence pour la navigation en route. Cependant, il peut aussi être utilisé comme un repère d'attente ou comme un IAF (Initial Approach Fix) à proximité des aérodromes.

à moindre portée (25Nm) servant essentiellement de repère d'attente ou de IAF (Initial Approach Fix) à proximité des aérodromes. En France, ils sont aussi appelés Locator (à ne pas confondre avec **Localizer**)

5.1 SELECTEUR

Dans votre avion, vous programmez la fréquence NDB avec le sélecteur de fréquence radio ADF :



Panel radio Boeing Sélection ADF:



Panel radio Beechcraft Sélection ADF:

Note : Le sélecteur de fréquence ADF est réservé à la réception des balises NDB.

5.2 INSTRUMENT

Dans votre avion, vous recevez les signaux du NDB sur un des instruments suivant :



Equipement ADF d'un Cessna :



Equipement ND/EHSI d'un Boeing :

La flèche bleue pointe vers le NDB (cap 150° CM369.0)



Equipement ND/EHSI d'un Boeing :

La flèche bleue pointe vers le NDB (cap 150° vers CM 369.0)



Trois Equipement RMI :

Ici l'indicateur mobile pointe en direction de la balise NDB programmée.

6. LA RECEPTION DME :

Un **Distance Measuring Equipment** (DME) est un radio-transpondeur qui permet de connaître la distance qui sépare un avion d'une station au sol en mesurant le temps que met une impulsion radioélectrique UHF (Ultra Haute Fréquence) pour faire un aller-retour. Le DME est fonctionnellement identique au composant distance du TACAN.

Les **DME** couplés à des **VOR** ou des **ILS** sont affichés automatiquement avec la sélection de la fréquence VOR ou la fréquence ILS.

Pour les **DME** couplés au TACAN, mettre la fréquence comme s'il s'agissait d'un VOR.

6.1 INSTRUMENT

Dans votre avion, vous recevez les signaux DME un des instruments suivant :



Equipement ND/EHSI d'un Boeing :

La distance **DME** est de 12.9 Nm



Equipement ND/EHSI d'un Boeing :

La **distance DME** est de 0.5 Nm est de 0.5 Nm avec le **VOR/DME AN**

Note: le VOR AVN n'a pas de DME d'ou l'affichage des quatre signes '-'



Equipement ND/EHSI d'un Boeing :

La distance **DME** est de 0.5 Nm est de 0.5 Nm avec le **VOR/DME AN**

Note: le VOR AVN n'a pas de DME d'ou l'affichage des quatre signes '-'



Equipement RMI avec DME :

La distance **DME** est de 13.2 Nm

7. LA RECEPTION GPS:

Le GPS ou Global Positioning System est basé sur la réception d'une constellation de satellites avec mesure de la distance satellite-récepteur. Il faut recevoir simultanément l'indication d'au moins 4 satellites pour disposer d'une information précise.

Bien sûr dans FS, les choses sont quelques peu adaptées et les indications GPS ne résultent pas d'une réception de satellites.

7.1 INSTRUMENT

Dans votre avion, vous recevez les signaux du GPS sur un des instruments suivant :



Récepteur Textuel GPS :



Un Récepteur Garmin sur flight simulator:

8. LA RECEPTION TACAN :

Le terme **TACAN** (pour **TACTical Air Navigation**) désigne un **système de navigation aérienne militaire**. C'est une version plus précise du système VOR utilisé dans le domaine civil.

Le TACAN travaille dans la bande UHF, sur la plage de fréquences allant de 960 à 1215 MHz. Ses caractéristiques permettent d'utiliser des émetteurs plus simples et de taille moindre que ceux du système VOR, ce qui rend possible son installation sur un navire de guerre, un AWACS ou encore un avion ravitailleur.

Les systèmes TACAN utilisent un système de mesure de la distance compatible avec le DME du système VOR, ce qui conduit parfois à regrouper les deux équipements dans une même installation, alors désignée sous le nom de **VORTAC**.

Cet équipement n'est pas un équipement de base de Flight Simulator ou Xplane.

9. LA RECEPTION OMEGA :

C'est un système de navigation très longue distance dans la bande de fréquence allant de 10 à 15 kHz ayant une portée 8000km.

Cet équipement n'est pas un équipement de base de Flight Simulator ou Xplane.

10. LA RECEPTION MLS :

Le **MLS** (Microwave Landing System) Ce système est une évolution de l'ILS. Il permet de déterminer des trajectoires courbes et donc une approche de la piste à partir de plusieurs points d'entrée ainsi qu'un taux de descente adaptable aux performances de différents appareils.

En réel, actuellement seul l'aéroport de Londres Heathrow EGLL en est équipé de manière opérationnelle. Le MLS utilise une bande de fréquence autour des 5GHz et a une portée de 20km environ.

Cet équipement n'est pas un équipement de base de Flight Simulator ou Xplane.

11. LA RECEPTION HUD / VTH :

L'affichage tête haute consiste à superposer des informations nécessaires au pilotage, à la navigation ou à la réalisation de la mission sur l'environnement extérieur. Il permet au pilote de surveiller son environnement en même temps que des informations fournies par ses instruments de bord.

La terminologie française utilise le terme **viseur tête haute**, traduction de l'anglais Head Up Display (HUD). Les techniciens utilisent l'abréviation **CTH** pour collimateur tête haute ou **VTH** pour Visualisation tête haute.

Cet équipement n'est pas un équipement de base de Flight Simulator ou Xplane.

12. LES CENTRALES A INERTIE :

Une **centrale à inertie** ou **centrale inertielle** est un appareil de navigation de précision comportant des gyroscopes, des capteurs d'accélération et de vitesse angulaire et calculant en temps réel à partir de ces mesures l'évolution du vecteur vitesse ainsi que de son attitude (roulis, tangage, lacet). Les centrales à inertie sont installées à bord de navires, d'aéronefs, de missiles et de véhicules spatiaux.

Cet équipement n'est pas un équipement de base de Flight Simulator ou Xplane.

13. LE FMC OU FMS :

Le **système de gestion de vol** ou **FMS** (pour Flight Management System) ou encore manager de vol est un logiciel embarqué en avionique. Son but est d'assister le(s) pilote(s) pendant le vol en fournissant des renseignements sur le pilotage, la navigation, les estimées, la consommation de carburant, etc...

Il existe différents systèmes de gestion de vol dont les capacités et les fonctionnalités peuvent fortement varier en fonction de l'appareil ciblé (hélicoptère, avion de ligne...), de son usage (civil, militaire...) et d'autres facteurs (époque de conception notamment).

Cependant les fonctionnalités suivantes comptent parmi les plus courantes. Leurs résultats sont généralement disponibles via une interface utilisateur (un ou plusieurs écrans, clavier, boutons, etc...).

13.1 BASE DE DONNEES DE NAVIGATION

La base de données de navigation (**Navigation DataBase**) contient toutes les informations nécessaires à l'élaboration d'un plan de vol et à rentrer un plan de vol dans le FMC.

Notamment :

- Voies aériennes
- Points de route (waypoints)
- Aéroports
- Pistes
- Données radio de navigation
- Autres

Ces informations sont définies via le standard ARINC 424. Cette base de données est mise à jour régulièrement (généralement 28 jours en aviation civile), le plus souvent au sol avant le vol.

Cet équipement n'est pas un équipement de base de Flight Simulator ou Xplane.

