

## LES BALISES DE RADIONAVIGATION

	Nom de la balise	Signification	Instrument du tableau de bord associé	Symbole sur les cartes
1	<b>NDB</b>	<i>Non directionnal beacon</i> Radiophare non directionnel	<b>ADF</b> : <i>Automatic Direction Finder</i> / trouveur automatique de direction. Radiocompas	
2	<b>VOR</b>	<i>VHF Omnidirectionnal Range</i> Radiophare omnidirectionnel VHF	<b>HSI</b> : <i>Horizontal Situation Instrument</i> / instrument de situation horizontale	
3	<b>DME</b>	<i>Distance Measuring Instrument</i> Instrument de mesure de distance	<b>DME</b>	
4	<b>VOR / DME</b>	<i>VHF Omnidirectionnal Range / Distance Measuring Instrument</i> Radiophare omnidirectionnel VHF / Instrument de mesure de distance	<b>HSI + DME</b>	
5	<b>Marqueurs</b>	OM : <i>Outer Marker</i> / marqueur extérieur MM : <i>middle marker</i> / marqueur intermédiaire IM : <i>Inner Marker</i> / marqueur intérieur	<b>Trois voyants</b> Bleu (O), orange (M), gris (I)	
6	<b>ILS</b>	<i>Instrument Landing System</i> / système d'atterrissage aux instruments	<b>HSI</b> : <i>Horizontal Situation Instrument</i> / instrument de situation horizontale	
Tous les symboles des cartes sont sur <a href="https://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/aip/enligne/PDF_AIPparSSection/IAC/AVP/1/1213_AVP-1.1.pdf">https://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/aip/enligne/PDF_AIPparSSection/IAC/AVP/1/1213_AVP-1.1.pdf</a>				

### Ressources :

**Livre** : Initiation à l'aéronautique, éd. Cépaduès. ISBN 978.2.85428.983.1

**Sites web** : Les tutoriels de Jean-Pierre Rabine : [http://jpair.fr/tutoriels/cadre\\_tutoriels.htm](http://jpair.fr/tutoriels/cadre_tutoriels.htm)

Les instruments de navigation : [http://www.ivao.fr/dep/instruction/Manuels/lpack-FR\\_V2/pdf/PIL\\_NAV.pdf](http://www.ivao.fr/dep/instruction/Manuels/lpack-FR_V2/pdf/PIL_NAV.pdf)

De nombreuses animations en Flash sur le site canadien *airinstruction.com* : <http://www.airinstruction.com/>

Site général sur l'aviation : <http://home.nordnet.fr/dmorieux/radiogoniometrie.htm>

Et d'innombrables autres, dans toutes les langues...

## Les balises NDB

Voir : [http://www.ivao.fr/dep/instruction/Manuels/lpack-FR\\_V2/pdf/INST\\_NDB.pdf](http://www.ivao.fr/dep/instruction/Manuels/lpack-FR_V2/pdf/INST_NDB.pdf)

Les balises NDB sont parmi les plus vieux types d'aide à la navigation par onde radio. Une balise NDB est un radiophare non directionnel **NDB** (*Non Directional Beacon*), l'équivalent d'un phare dans la marine.

Ce système utilise, à bord de l'avion, un récepteur radio **ADF** (*automatic direction finder*), qui permet de naviguer vers une station NDB et de suivre une route.

Un ADF a beaucoup d'avantages :

- Faible coût d'installation et d'entretien pour la station au sol.
- Avec l'installation peu coûteuse des NDB, beaucoup de petits aérodromes peuvent fournir des approches aux instruments IFR.
- Le NDB permet la navigation dans les régions non équipées de couverture VOR.

### La station émettrice au sol

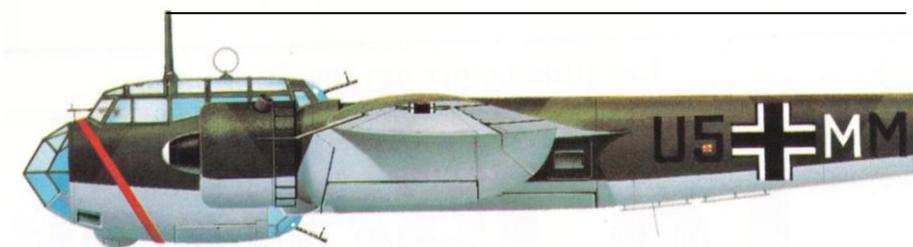
Le NDB transmet grâce à une antenne verticale une onde radio en modulation d'amplitude sur une fréquence entre 200 à 400 kHz, comme les émetteurs de radiodiffusion en Ondes Moyennes (Radio Monte-Carlo par exemple). L'onde suit la courbure de la terre, ce qui permet une bonne réception à basse altitude et sur de grandes distances. Le signal ne nécessite pas une portée optique pour être reçu.

La puissance d'émission d'un NDB va de 50 W à 2 kW selon son type. Un émetteur de radiodiffusion a une puissance beaucoup plus grande (jusqu'à 100 kW).

### Les antennes à bord de l'avion

L'ADF reçoit les signaux de deux antennes de l'avion : l'antenne cadre et l'antenne de lever de doute.

L'antenne cadre est une boucle de fils électriques. Placé verticalement, ce cadre est un collecteur d'ondes à effet directif. C'est un peu comme un petit poste à transistors qu'on oriente pour capter une station le mieux possible. La tension induite par l'onde électromagnétique qui provient du NDB est captée par le cadre et acheminée vers le récepteur. Ce récepteur, par un système électronique pas trop complexe, transmet la position du cadre à l'aiguille de l'ADF. Ci-dessous une antenne cadre qu'on faisait tourner à la main, sur un Dornier Do17Z :



L'antenne cadre indique la direction de la balise par rapport à l'axe de l'avion. Mais elle ne permet pas de déterminer si on se dirige ou si on s'éloigne d'une station NDB.

L'antenne de lever de doute fournit cette information et aussi la réception audio lorsque la fonction ADF n'est pas requise. Cette antenne est en général un long fil qui va de l'arrière de la canopée (ou d'un mât) au haut de l'empennage vertical.

Sur les avions modernes, et ce depuis assez longtemps, l'antenne cadre a été réduite considérablement en dimensions, et elle inclut une antenne de lever de doute.

## Le récepteur ADF

C'est un récepteur radio que l'on règle pour recevoir la fréquence du NDB choisi. Il faut connaître cette fréquence, et pour ça, il faut avoir préparé le vol en consultant les cartes. Voici le récepteur du Baron 58, réglé pour recevoir un NDB à **369,0 KHz** :



Une recherche via Google permet d'obtenir la liste des NDB existants et de leur fréquence. Le site du SIA donne aussi ces informations.

## Les instruments du NDB / ADF



ADF d'un Cessna



Trois instruments ADF différents, combinant l'aiguille de l'ADF (jaune) et celle du VOR 2 (verte).

## Equipement ED/EHSI d'un Boeing

Ici, la flèche bleue pointe vers le NDB dont le nom et la fréquence sont indiqués en haut à gauche du cadran : CM, à 369,0 KHz.



Source des images : site IVAO : [http://www.ivaov.fr/dep/instruction/Manuels/lpack-FR\\_V2/pdf/PIL\\_NAV.pdf](http://www.ivaov.fr/dep/instruction/Manuels/lpack-FR_V2/pdf/PIL_NAV.pdf)

## Défauts du système NDB / ADF

- Sensibilité aux orages : l'ADF s'oriente vers la source des éclairs au lieu de la station. Lors d'orages électriques, l'aiguille aura tendance à se diriger par intermittence vers la source orageuse. Ignorer ces fluctuations.
- Effet côtier : en vol au dessus de la mer, les signaux émis depuis la côte à un angle inférieur à 30° ne sont pas fiables.
- Erreur de roulis : erreur de l'antenne réceptrice pendant les virages
- Effet de nuit : mauvaise fiabilité des signaux juste avant le coucher et juste avant le lever du soleil.

- Effet de montagne: réflexion et déviation des signaux. Peut aussi être produit par la réflexion des signaux contre des falaises. Ne pas utiliser des stations au sol obturées par une montagne ou une falaise.
- L'erreur quadrantale : l'aéronef, faisant office d'antenne, au cap 270 et au cap 90, l'erreur est moindre.

### Réception d'un signal du NDB

La porteuse de l'émetteur est émise en continu, seulement interrompue, à intervalles réguliers, par l'identification en code Morse de la balise. Ceci permet de déterminer avec certitude l'origine du signal reçu. Par exemple, le NDB *November Charlie* de Cagnes sur Mer émet sur 338,0 KHz le code « NC » qui s'écrit en Morse : « - . - . - . ». Pour entendre ce signal, utiliser la touche ADF du récepteur radio. Voir l'utilisation des radios en page 16.

Accessoirement la porteuse d'un NDB peut aussi servir à transmettre :

- ATIS : Automatic Terminal Information Service.
- AWIS : Automatic Weather Information Service.
- AWOS : Automated Weather Observation System.
- ASOS : Automated Surface Observation System
- VOLMET : Meteorological Information Broadcast
- TWEB : Transcribed Weather Broadcast
- PIP : Code morse supplémentaire indiquant une mal fonction du NDB

## Les balises VOR

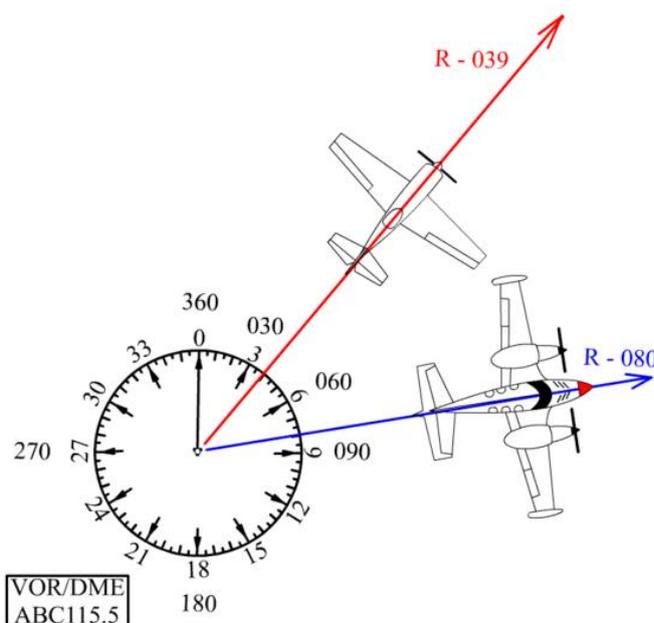
Voir : [http://www.ivao.fr/dep/instruction/Manuels/lpack-FR\\_V2/pdf/INST\\_VOR1.pdf](http://www.ivao.fr/dep/instruction/Manuels/lpack-FR_V2/pdf/INST_VOR1.pdf)  
[http://fr.wikipedia.org/wiki/VHF\\_Omnidirectional\\_Range](http://fr.wikipedia.org/wiki/VHF_Omnidirectional_Range)

Le **VOR** (*VHF Omnidirectional Range*) est un système de positionnement radioélectrique utilisé en navigation aérienne depuis 1947 et fonctionnant, comme son nom l'indique, avec les fréquences de la bande VHF. Cette bande est juste au dessus de celle utilisée par la radiodiffusion en FM. Le VOR émet, lui, en modulation d'amplitude.

Un système VOR se compose de deux éléments :

- Au sol : un émetteur
- Dans l'avion : un récepteur associé à un instrument qui affiche où l'avion se situe, angulairement, par rapport à l'émetteur.

Un récepteur de navigation VOR (NAV-COM), permet de **déterminer le relèvement magnétique** d'un aéronef par rapport à une station radioélectrique au sol (balise émetteur VOR), dont la position est connue. Le relèvement magnétique d'un aéronef par rapport à un VOR s'exprime **par le rayon issu du VOR**, sur lequel l'aéronef se trouve. Chaque rayon issu de la balise est appelé un **radial**.



Les avantages du VOR :

- Un relèvement magnétique de position par rapport à la balise.
- Une précision angulaire de 1° à 5°.
- Une consommation électrique moindre que celle d'une balise NDB.

Les inconvénients du VOR :

- La portée est plus réduite que les stations NDB (le signal ne suit pas la courbure terrestre).
- Le rayonnement est stoppé par les montagnes et les gros obstacles.
- Sa mise en place au sol est plus complexe et nettement plus coûteuse que celle d'un NDB (cependant, la consommation en énergie étant plus faible, l'amortissement se fera à moyen terme).

## L'émetteur du VOR

Les VOR sont implantés à des points stratégiques, en campagne pour la navigation en croisière et à proximité des aérodromes principaux, pour le guidage sur certaines approches IFR.

On rencontre donc deux types de VOR :

- Le VOR en-route a une puissance moyenne de 200 Watts et transmet sur des fréquences comprises entre 108,00 MHz et 117,95 MHz, avec des canaux espacés de 25 kHz. Le rayon d'action est approximativement de 200 Nm.
- Le VOR Terminal (appelé aussi T-VOR) des aérodromes émet avec une puissance de 50 Watts environ, sur des fréquences comprises entre 108,00 MHz à 111,85 MHz dont la première décimale est paire, avec des canaux au pas de 25kHz (Ex : 108,00 MHz, 108,25 MHz). Il a une portée plus limitée, de l'ordre de seulement 40 à 50 Nm (du fait, déjà, de la puissance plus faible, mais aussi du positionnement, pas forcément optimal, pour une réception à longue distance).

## L'antenne au sol

On peut voir une balise VOR à Cagnes sur Mer, sur le bord de mer, au niveau de l'hippodrome. C'est la balise CGS à 109,2 MHz.

L'antenne se compose

- d'un élément central, qui émet dans toutes les directions à la fréquence indiquée sur les cartes. C'est cette fréquence qui doit être affichée sur le récepteur dans l'avion.
- 48 petites antennes périphériques disposées sur un cercle de 6,8 m de rayon.

L'électronique du système fait en sorte que les 48 petites antennes émettent chacune à son tour en tournant à 30 tours par seconde. Les antennes sont fixes. Elle ne tournent pas mécaniquement. C'est un peu comme le faisceau d'un phare maritime, qui est directionnel et tourne en permanence.

## Le récepteur dans l'avion

Dans l'avion, il y a souvent deux récepteurs séparés, appelés VOR1 et VOR2. Chaque récepteur doit être réglé à la fréquence choisie. On peut fort bien n'en utiliser qu'un.



L'instrument permettant de visualiser où se situe angulairement l'avion par rapport au VOR sélectionné peut se présenter sous diverses formes : CDI, CDI/GS, HSI, EHSI, Navigation Display ND, etc.



CDI



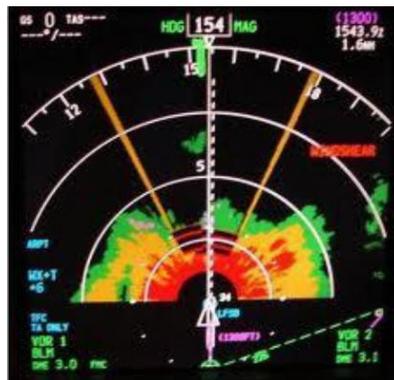
CDI/GS



HSI



EHSI



ND de Boeing 737

**Portée du VOR :**

$$portee(Nm) = 1,23 * \sqrt{hauteur(ft)} \quad \text{ou bien} \quad portee(Km) = 4,1 * \sqrt{hauteur(m)}$$

Ainsi, un avion volant à **10 000 pieds** reçoit le signal du VOR à environ **123 nm** de distance.

**Réception du signal audio d'un VOR**

Comme le fait un NDB, un VOR émet un code Morse permettant l'identification de la balise. En plus, il peut transmettre un message modulé en phonie en cas de nécessités (panne des moyens de radiocommunication d'un ATC, par exemple).

Tous ces signaux « basse-fréquence » modulent une porteuse VHF, qui est la fréquence indiquée sur les cartes aéronautique et syntonisée sur les instruments de navigation.

Pour l'écoute des codes Morse, voir à la page 16.

**Les informations To et From**

Il y a une difficulté dans l'interprétation des symboles *To* et *From* affichés dans l'instrument du récepteur du VOR. Bien que « *To* » veuille dire « vers » et « *From* » veuille dire « de », on peut fort bien voir affiché *From* et se rapprocher d'une balise VOR, ou voir *To* et s'en éloigner. C'est comme ça, je ne sais pas pourquoi, et c'est illustré par les simulations ci-dessous, tirées du site *airinstruction.com*.



On est dans la zone **TO** et on se rapproche du VOR



On est dans la zone **TO** et on s'éloigne du VOR



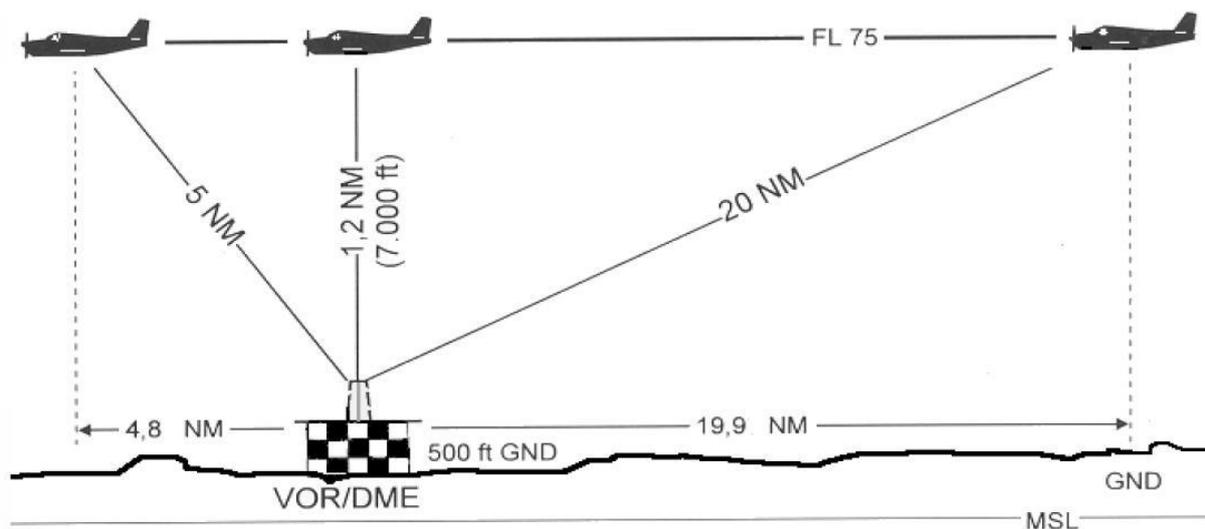
On est dans la zone **FROM** et on se rapproche du VOR

## Les balises DME

Voir : [http://www.iviao.fr/dep/instruction/Manuels/lpack-FR\\_V2/pdf/INST\\_DME.pdf](http://www.iviao.fr/dep/instruction/Manuels/lpack-FR_V2/pdf/INST_DME.pdf)

Le système DME permet d'afficher dans un avion la distance oblique qui le sépare de l'antenne DME au sol.

Les DME sont, en général, aux mêmes endroits que les balises VOR. Grâce à un DME couplé à un VOR, on peut connaître la position exacte de l'aéronef : le VOR indique sa position angulaire par rapport à la balise, et le DME donne la distance oblique par rapport à la même balise.



On voit ici que plus l'avion est loin de la balise, plus la distance affichée est proche de la distance au sol. Plus l'avion se rapproche de la station, plus la distance affichée est différente de la distance au sol. Par exemple, à la verticale de la station DME, la distance au sol est nulle. Mais l'afficheur indique 1,2 nm si l'avion est à 7000 pieds. La distance oblique est toujours plus grande que la distance au sol.

### L'émetteur DME

L'émetteur DME utilise la gamme de fréquence de 962 Mhz à 1213 Mhz. C'est beaucoup plus haut que la fréquence du VOR.

Le principe est simple, même si sa réalisation est complexe : l'avion envoie un message codé à la station au sol. La station le lui renvoie. Le récepteur dans l'avion mesure le temps aller-et-retour mis par le message. Il en déduit par calcul la distance entre l'avion et la balise. Le codage du message sert à l'avion à s'assurer que le message qu'il reçoit est bien celui qui le concerne, parce que la station au sol traite en même temps de très nombreux messages provenant de très nombreux avions (environ une centaine. Au-delà, la station au sol est saturée).

### Le récepteur DME

Ce récepteur (ici celui du Baron 58) affiche la distance oblique jusqu'à la balise et la vitesse (oblique) de l'avion en nœuds. Certains récepteurs affichent aussi le temps restant pour atteindre la verticale de la balise DME.

L'interrupteur à glissière permet de choisir le récepteur R1 ou R2, correspondant à VOR1 ou à VOR2.



Le récepteur peut afficher ses informations sur un EHSI. Elles sont données pour les deux VOR/DME : en bas à gauche, la distance de la balise AN (110,50 MHz) est de 0,5 nm. La distance de la balise AVN (112,30 MHz) n'est pas affichée. Cette balise est hors de portée.

Les afficheurs modernes, du type *Glass Cockpit*, présentent une multitude d'informations, dont les distances, vitesses, et temps.



La porteuse de l'émetteur est émise en continu, seulement interrompue, à intervalles réguliers, par l'identification en code Morse de la balise. Ceci permet de déterminer avec certitude l'origine du signal reçu. Pour entendre ce signal, utiliser la touche DME du récepteur radio. Voir l'utilisation des radios en page 16.

## Les balises VOR/DME

Il existe des balises VOR, des balises DME et des balises couplées VOR/DME.

Les balises couplées VOR/DME sont des balises DME installées aux mêmes endroits que les balises VOR. Grâce à un VOR/DME, un avion peut connaître sa position exacte : le VOR indique la position angulaire par rapport à la balise, et le DME donne la distance oblique par rapport à la même balise.

Le plus souvent, on ne règle pas la fréquence du DME dans le récepteur de l'avion. Cette fréquence est réglée automatiquement quand on règle celle du VOR.

Le reste du fonctionnement est exactement identique à celui des VOR et DME.

La réception du signal radio d'une balise VOR/DME peut se faire en commutant les récepteurs radio sur VOR ou sur DME. Normalement, les codes Morse reçus sont les mêmes. Voir l'utilisation des radios en page 16.

## Les balises Marker

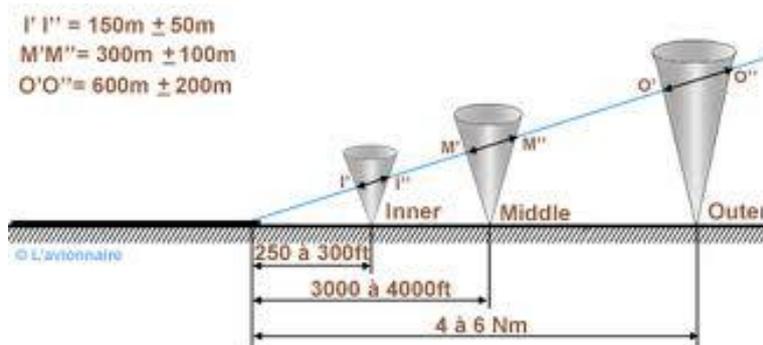
Voir : [http://www.iviao.fr/dep/instruction/Manuels/lpack-FR\\_V2/pdf/INST\\_MARKER.pdf](http://www.iviao.fr/dep/instruction/Manuels/lpack-FR_V2/pdf/INST_MARKER.pdf)

Les **MARKERS** sont des émetteurs radio dont les antennes ont un rayonnement vertical, et sont implantées **tout le long de l'axe d'approche**, à des distances variables du seuil. Les émissions des **Marker** forment des cônes d'émission verticaux étroits.

Leur rôle est de renseigner le pilote du passage de l'appareil à leur verticale et ainsi de suivre parfaitement le plan de descente.

Il y a 3 types de Marker :

- Outer Marker
- Middle Marker
- Inner Marker



Les **MARKERS** sont de plus en plus souvent abandonnés au profit des systèmes DME. Parfois l'**Outer Marker** est remplacé par un **NDB** de faible puissance.

L'**instrument du tableau de bord** qui permet d'afficher le signal marker est composé de 3 voyants marqués des lettres **O-M-I**. Chaque lettre est éclairée lors de la réception du signal correspondant et possède une couleur particulière :

Au passage de la verticale de l'**OUTER MARKER**, le voyant « **O** » de couleur bleue s'allume au tableau de bord et une tonalité de 400 Hz, pulsée en code Morse, se fait entendre dans le cockpit : deux traits par seconde.



Au passage de la verticale du **MIDDLE MARKER**, un voyant « **M** » de couleur ambre s'allume au tableau de bord et une tonalité de 1,3 KHz, pulsée en code Morse, se fait entendre dans le cockpit : un point et un trait par seconde.



Au passage à la verticale de l'**INNER MARKER**, un voyant « **I** » de couleur blanche s'allume au tableau de bord et une tonalité de 3KHz, pulsée en code Morse, se fait entendre : points en continu.



Pour entendre les bips au passage à la verticale des markers, il faut avoir commuté le bouton d'écoute correspondant sur la radio. Voir en page 16.

## Les balises ILS

Voir : [http://www.vatfrance.org/documents/pilotes/temp/Approche\\_ILS.pdf](http://www.vatfrance.org/documents/pilotes/temp/Approche_ILS.pdf)  
[http://www.ivaofr.fr/dep/instruction/Manuels/Ipac-FR\\_V2/pdf/INST\\_ILS.pdf](http://www.ivaofr.fr/dep/instruction/Manuels/Ipac-FR_V2/pdf/INST_ILS.pdf)  
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Instrument\\_Landing\\_System](http://fr.wikipedia.org/wiki/Instrument_Landing_System)

L'**ILS** (*Instrument Landing System*) est un système automatique d'aide à l'atterrissage, utilisé dans l'aviation civile. Il permet **une approche de précision** compatible avec des conditions météorologiques dégradées, en offrant un guidage dans les plans vertical et horizontal jusqu'au seuil.

L'**ILS** comprend :

- Un système de guidage horizontal appelé **LOCALIZER**. Permet de savoir si on est bien dans l'axe de la piste (trop à droite ou trop à gauche). Il émet, grâce à un réseau d'antennes directrices situées dans le prolongement de la piste, un faisceau radioélectrique permettant de fournir au pilote une indication d'écart horizontal par rapport à l'axe de piste.
- Un système de guidage vertical appelé **GLIDE SLOPE** (ou **Glide Path**, ou encore **Glide**). Permet de savoir si on descend avec le bon angle (trop haut ou trop bas). Il émet des faisceaux radioélectriques dans le prolongement de l'axe de piste permettant de fournir au pilote une indication d'écart vertical par rapport à la pente de descente nominale.
- Un système d'identification par code morse attaché au glide. Permet de savoir si on approche du bon aéroport, et si l'ILS fonctionne correctement. Voir en page 16.

La plupart des ILS en France sont couplés avec un DME qui permet de connaître la distance à parcourir pour atteindre le seuil de piste (elle représente la 3<sup>e</sup> composante de guidage pour une approche de précision).

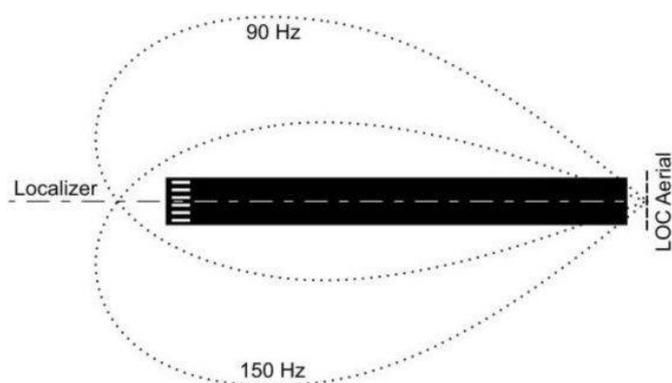
### Les émetteurs de l'ILS

Il y en a deux : un pour le *Localizer* (guidage horizontal), et un pour le *Glide* (guidage vertical).

Émetteur du Localizer : travaille dans la bande VHF, en modulation d'amplitude. La fréquence d'émission est fixe et va de 108,10 MHz à 111,95 MHz avec la première décimale impaire (Ex: 108,10 – 108,15 – 108,30 – 108,35 etc...). C'est cette fréquence que l'on règle sur le récepteur dans l'avion. Les antennes de l'émetteur sont assez directives, et émettent dans la direction de l'arrivée de l'avion.

On voit ici le diagramme de rayonnement des antennes du *Localizer*, vu de dessus. On comprend que si l'avion est en dehors des deux lobes de rayonnement, il ne reçoit pas, ou pas suffisamment, de signal, et ne peut pas utiliser l'ILS.

Quand l'avion est à l'intérieur des lobes, le signal reçu est suffisant pour que l'électronique de bord affiche l'écart de l'avion par rapport à l'axe de la piste.



Les antennes rayonnent aussi un peu vers l'arrière. On peut donc approcher une piste en sens inverse, avec une précision réduite. Ça s'appelle l'approche en back-course. Ce n'est disponible que si c'est publié sur les fiches des aéroports. Les approches back-course sont interdites en France.

## Les Ailes Virtuelles

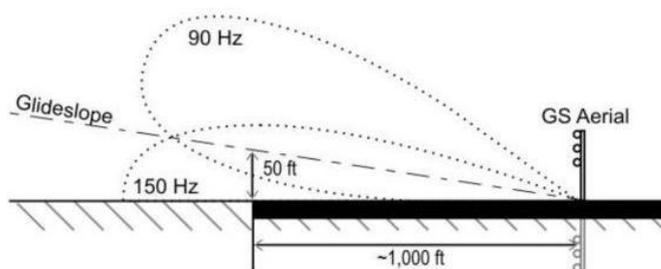
Emetteur du *Glide* : travaille dans une bande de fréquence beaucoup plus haute : en UHF, entre 328,65 et 335,40 MHz. Ces fréquences sont appariées aux fréquences des *localizer* et sont automatiquement définies en interne dans l'avion, de façon transparente. Le pilote n'a qu'à entrer la fréquence du *localizer* pour que la fréquence du *glide* se règle toute seule.

Le *glide* est composé de deux ou trois antennes polarisées horizontalement, disposées verticalement sur un pylône situé sur l'un des côtés au travers de la zone de toucher des roues.

On voit ici le diagramme de rayonnement des antennes du *Glide*, vu de côté. On comprend que si l'avion est en dehors des deux lobes de rayonnement, il ne reçoit pas, ou pas suffisamment, de signal, et ne peut pas utiliser l'ILS.

Quand l'avion est à l'intérieur des lobes, le signal reçu est suffisant pour que l'électronique de bord affiche l'écart de l'avion par rapport à la pente de descente normale.

Il n'y a pas d'émission vers l'arrière, donc pas de possibilité d'utiliser le *glide* en approche *back-course*.



## L'équipement à bord de l'avion

### Le récepteur radio

On doit régler la fréquence de réception de l'ILS d'après ce qu'on a lu sur la carte d'approche de l'aéroport. On règle cette fréquence sur le récepteur **NAV1**, qui est utilisé pour l'ILS. Ici, on l'a réglé sur **113,70 MHz**. C'est la fréquence du LOC (*Localizer*). La fréquence du *Glide* se règle toute seule. On n'a jamais à s'en préoccuper.



### L'afficheur

L'instrument permettant de visualiser où se situe l'avion par rapport à l'ILS sélectionné est le même que celui utilisé pour la navigation avec les VORs. Il peut donc se présenter sous les mêmes formes : CDI, CDI/GS, HSI, EHSI, Navigation Display ND, etc. En voici trois exemplaires classiques.

Pour atterrir sur une piste avec l'ILS, il faut, en plus de régler sa fréquence, régler la course. Cette course est l'orientation de la piste par rapport au Nord Magnétique, indiquée sur les cartes. Cette orientation s'appelle le QFU. Elle est donnée en degrés, en tournant dans le sens horaire. Par exemple le QFU de la piste **04L** de l'aéroport de Nice est 39°.



**Le CDI**

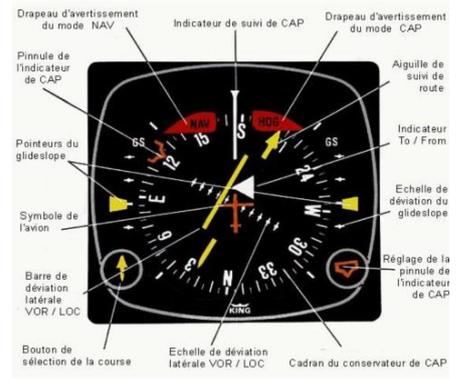
L'aiguille pivote autour d'un axe situé à son extrémité haute. Elle représente le radial de l'ILS, donc l'axe de la piste. Il y a une rose des vents mobile et deux repères, à douze heures et à six heures, pour ajuster la course. On sélectionne cette dernière grâce au bouton OBS (*Omni Bearing Selector*), qui va faire tourner la couronne de la rose des vents graduée jusqu'à ce que l'un des repères coïncide avec la valeur désirée.

L'avion est supposé au centre du cadran, fixe. Si l'aiguille est à droite de l'avion, c'est que l'avion est à gauche de la piste. Il doit tourner vers la droite, donc vers l'aiguille.



**Le CDI/GS**

Même principe que le CDI, avec en plus une aiguille horizontale, représentant le plan de descente. Si cette aiguille est en dessous de l'avion, c'est que l'avion est trop haut. Il faut descendre, donc se diriger vers l'aiguille.



**Le HSI**

Appareil plus moderne, aux fonctions identiques. C'est cet appareil qui équipe le Baron 58.

Ici, l'aiguille de suivi de route est articulée par son centre et non par son extrémité supérieure. Elle indique donc un relèvement direct, superposable à un cap. Elle est composée de trois parties : la flèche, la barre centrale et la queue.

La barre centrale se décale à droite ou à gauche, indiquant ainsi la déviation entre le radial et la position de l'aéronef.

Cet appareil affiche aussi le cap fixé sur le PA.



*L'avion est trop haut et trop à gauche.*



*L'avion est pile dans l'axe de la piste et sur le bon plan de descente.*

## L'écoute de la balise ILS

L'écoute du code Morse émis par l'ILS se fait comme pour celle d'une balise VOR. Pour entendre ce signal, utiliser la touche VOR1 du récepteur radio. Généralement, c'est VOR1 qui est associé à la réception de l'ILS. Voir en page 16 l'utilisation de la radio.

## L'écoute des balises

Pour écouter dans l'avion les signaux émis par les balises, il faut commuter les récepteurs sur la radio de bord.

Sur l'image ci-contre, on voit la radio du Baron 58. D'autres récepteurs sur d'autres avions peuvent se comporter différemment.

Ici, on a allumé les récepteurs

- de COM1 (communication avec le sol, à la fréquence 128,30 MHz),
- de NAV1 (code Morse de la balise sélectionnée par sa fréquence, ici 116,50 MHz),
- des *Markers*.

On peut écouter COM1 ou COM2, ou bien les deux en même temps (touche BOTH), mais pas aucun des deux.

On peut écouter le code Morse de la balise VOR sélectionnée sur VOR1, ou bien celle sélectionnée sur VOR2, ou bien les deux, ou bien aucune.

Le bouton ADF permet d'écouter le code Morse de la balise NDB sélectionnée.

Le bouton DME permet d'écouter le code Morse de la balise VOR/DME sélectionnée.



Il n'est pas nécessaire de connaître le Morse pour identifier les balises. Avec un peu d'habitude, on arrive facilement à reconnaître les suites de traits et de points et à les comparer avec le code écrit sur la carte.

Jean-Paul Corbier

24 novembre 2012