

## AVIONIQUE

L'**avionique** est l'ensemble des équipements électroniques, électriques et informatiques qui aident au pilotage des aéronefs et des astronefs, à savoir :

- radios et systèmes de communication (UHF, VHF, HF)
- systèmes de navigation (TACAN, VOR, GPS, centrale à inertie, etc.)
- radars (anti-collision, météo, ou de détection pour les avions militaires)
- pilote automatique
- ILS pour l'atterrissage par mauvais temps.
- Système anti-givrage et dégivrage
- Génération et distribution électrique
- Contrôles de vol à commande électrique et électronique
- instruments de navigation, de contrôle moteur, et de paramètres de vol



Dans les avions modernes (Airbus A320, Boeing 777, Mirage 2000, F-16, etc.), l'avionique comprend également des commandes de vol électriques : ce système commande les surfaces d'action (volets, ailerons, etc.) de l'avion en fonction des demandes du pilote, selon des lois mathématiques de pilotage et en tenant compte des capacités de l'avion.

Par analogie avec les pratiques de l'aéronautique, l'avionique regroupe tout ce qui est électrique, électronique, puissance, numérique, logiciel, capteurs et actionneurs à bord.

### Ultra haute fréquence UHF

La bande des **Ultra haute fréquence** (*Ultra high frequency/UHF*) est la bande du spectre radioélectrique comprise entre 300 MHz et 3 000 MHz, soit les longueurs d'onde de 1 m à 10 cm.

### Très haute fréquence VHF

La bande des **très hautes fréquences** (*very high frequency/VHF*) est la partie du spectre radioélectrique s'étendant de 30 MHz à 300 MHz, soit respectivement, de 10 à 1 m de longueur d'onde.

### Haute fréquence HF

Le qualificatif de **haute fréquence** possède un sens légèrement différent selon le domaine auquel il s'adresse.

En radiocommunication, et ce sera le sens développé dans cet article, le domaine des « hautes fréquences » (« *High Frequencies* » en anglais, abrégé en **HF**), désigne les ondes radio dont la fréquence est comprise entre 3 MHz et 30 MHz. Elles sont également appelées « ondes décamétriques », c'est-à-dire que leur longueur d'onde est comprise entre 10 et 100 mètres.

## Utilisations des fréquences UHF

Fréquence	Utilisation
328,65 à 335,40 MHz	Radio Navigation Aéronautique ( <a href="#">Instrument landing system</a> )
300 à 400 MHz	liaisons militaires terrestres ou satellitaires
401 MHz	fréquence montante satellitaire (ARGOS)
406 MHz	balises de détresse maritimes (SARSAT)
430 à 440 MHz	trafic <a href="#">amateur</a> , radionavigation (Syledis)
433 MHz	télécommandes et liaisons domotiques
470 à 860 MHz	télévision bandes IV et V
900 MHz	<a href="#">GSM</a>
960 à 1 215 MHz	Radio Navigation Aéronautique ( <a href="#">DME</a> , <a href="#">TACAN</a> )
1 215 à 1 240 MHz	<a href="#">GPS</a> L2 code P/Y militaire
1 240 à 1 256 MHz	<a href="#">GLONASS</a>
1 260 à 1 300 MHz	trafic <a href="#">amateur</a> , <a href="#">Galileo</a>
1 525 à 1 559 MHz	liaisons mobiles satellitaires (réception <a href="#">Inmarsat</a> )
1 563 à 1 587 MHz	<a href="#">GPS</a> L1 codes C/A civil et P/Y militaire, <a href="#">Galileo</a>
1 591 à 1 610 MHz	<a href="#">GLONASS</a>
1 610 à 1 625 MHz	liaisons mobiles satellitaires (émission Globalstar)
1621,35-1626,5 MHz	liaisons mobiles satellitaires ( <a href="#">Iridium</a> en time division duplex (TDD))
1626,5-1660,5 MHz	liaisons mobiles satellitaires (émission <a href="#">Inmarsat</a> )
1 800 MHz	<a href="#">GSM</a>
1980 à 2 025 MHz	liaisons mobiles satellitaires (liaison montante <a href="#">Iridium</a> )
2160 à 2 200 MHz	liaisons mobiles satellitaires (liaison descendante <a href="#">Iridium</a> )
2400 à 2 483,5 MHz	<a href="#">ISM</a> , <a href="#">Bluetooth</a> , <a href="#">Wi-Fi</a> , télécommandes et liaisons domotiques
2484 à 2 499 MHz	liaisons mobiles satellitaires (réception Globalstar)

## TACTical Air Navigation TACAN

Le terme **TACAN** (pour **TACTical Air Navigation**) désigne un système de navigation aérienne militaire. C'est un système regroupant les fonctions utilisées dans le domaine civil par l'association DME (Distance Measuring Equipment) et VOR (VHF Omnidirectional Range)

La figure ci-contre représente une Antenne **TACAN**



## Instrument de bord

Les **instruments de bord** servent à présenter à l'équipage, en particulier au pilote, toutes les informations utiles au maintien en vol de l'aéronef, à la navigation, aux communications avec les infrastructures de la gestion du trafic aérien.

Les instruments de bord sont regroupés selon leur fonction, éventuellement à proximité des commandes correspondantes :

- pilotage : horizon artificiel, anémomètre, altimètre, variomètre, etc.
- navigation : compas, ILS, VOR, GPS, etc.
- gestion des groupes motopropulseurs : tachymètre, température et pression, etc.
- gestion des télécommunications : radio, système d'intercommunication de bord, etc.
- gestion des servitudes : consommation de carburant, tension et intensité électrique, etc.
- accomplissement de la mission : instruments spécialisés.

Selon le type d'aéronef et le nombre de membres d'équipage les instruments sont regroupés sur des tableaux et, pour le pilote, sur le tableau de bord situé devant lui. Les quatre instruments de base sont toujours disposés de la même façon (en configuration de T basique) : comme l'indique la photo ci-dessous l'horizon artificiel au centre, l'anémomètre à gauche, l'altimètre à droite, le gyro directionnel ou plateau de route en dessous. Cette disposition permet d'optimiser le circuit visuel au cours du vol.

La disposition des autres instruments est variable mais respecte certains standards. Dans cette photo les 4 instruments de base en T complétés par, en bas à gauche l'indicateur de virage, en bas à droite le variomètre





**Photo d'une planche de bord classique (analogique) avec la configuration minimale en T**

Sur les aéronefs les plus récents les instruments sont remplacés par des écrans rassemblant toutes les informations du T de base sur une seule surface de visualisation, les instruments conventionnels ne sont conservés qu'à titre de secours pour pallier une éventuelle défaillance des systèmes électroniques. Les écrans sont le plus souvent multifonctions, c'est à dire qu'ils sont prévus pour afficher l'ensemble des informations nécessaires à une phase de vol au gré du pilote. Originellement les écrans reprenaient les vues classiques des instruments analogiques. Ils sont progressivement remplacés par des visuels regroupant les informations selon des standards ergonomiques.

La photo ci-dessous est une planche de bord plus récente avec écrans intégrés.



**Cockpit de l'A380.**

## Instruments de pilotage

### Altimètre

Un **altimètre** est un instrument de mesure permettant de déterminer la hauteur d'un aéronef par rapport à un niveau de référence : le sol, le niveau de la mer (mesure d'altitude)

### Anémomètre

Un **anémomètre** est un instrument de mesure permettant de déterminer la vitesse d'un aéronef par rapport à l'air ambiant.

## Instruments de radio-navigation

Ils utilisent des stations au sol ou des satellites pour fournir des indications sur la position de l'avion dans l'espace (voir GPS).

### Radiocompas (ADF - Automatic Direction Finder)

Une antenne sur l'avion capte un signal radio (dans la bande de fréquence de 190 kHz à 1750 kHz) émis par un émetteur au sol appelé NDB (Non Directional Beacon). L'information délivrée au pilote est présentée par une aiguille qui indique la direction de cette station. (l'angle se nomme GISEMENT)



### VHF Omnidirectional Range VOR

Une antenne sur l'avion reçoit un signal radio (dans la bande de fréquence de 108 à 118 MHz) émis par un émetteur au sol appelé VOR. « *Le VOR (abréviation de VHF Omnidirectional Range) est un système de positionnement radioélectrique utilisé en navigation aérienne et fonctionnant avec les fréquences VHF* ».

L'information délivrée au pilote est présentée par une aiguille qui indique le cap à suivre pour se diriger vers (ou s'éloigner de, selon la sélection) cette station.

Pour déterminer la position exacte de l'avion en utilisant deux balises VOR. La figure ci-contre représente Vue aérienne d'un ensemble d'antenne d'une balise VOR.

Cette figure ci-dessous représente l'indicateur au niveau de cockpit



**RMI (Radio Magnetic Indicator)**

Il combine sur un même instrument les fonctions ADF et VOR et donne le cap à suivre pour se diriger vers (ou s'éloigner de, selon la sélection) ces stations.

**DME (Distance Measuring Equipment)**

Un équipement sur l'avion échange un signal radio (dans la bande de fréquence de 960 à 1 215 MHz) avec une station au sol. L'information délivrée au pilote est la distance oblique à cette station, sa vitesse de rapprochement (ou d'éloignement) ainsi que le temps nécessaire pour la rejoindre.

**ILS (Instrument Landing System)**

Une antenne sur l'avion reçoit deux signaux radio lors des approches. L'information délivrée au pilote est l'écart de sa trajectoire par rapport à l'axe de la piste et la pente qu'il doit tenir pour aboutir au seuil. L'ILS est utilisé pour les atterrissages tous temps en IFR. L'indication « droite-gauche » est transmise par une émission VHF (de 108,10 à 111,95 MHz), tandis que l'indication « haut-bas » est transmise par une émission UHF (de 334,7 à 330,95 MHz).

**GPS (Global Positioning System)**

Appareil disposant d'une antenne qui capte un signal radio UHF émis par une constellation de satellites. L'information délivrée au pilote est sa position sur le globe terrestre (latitude, longitude et, avec une mauvaise précision, altitude), sa route vraie ainsi que sa vitesse par rapport au sol.

**Système de pilotage automatique (système de communication par micro permettant à l'équipage de s'adresser aux passagers)**

Un **pilote automatique** (souvent abrégé **PA**) est un système permettant de maintenir un véhicule sur une trajectoire et avec une vitesse préétablies.

Il permet, grâce à un ensemble de servocommandes, d'asservir l'avion dans une configuration de vol (mode de base) ou sur une trajectoire donnée (mode supérieur). Ces deux systèmes partagent le ou les mêmes calculateurs. Ils fonctionnent selon trois phases : armé (le calculateur acquiert les données), capture (le calculateur indique les corrections à effectuer) et maintien (le calculateur tient les paramètres).

**Instruments de surveillance des paramètres moteurs et autres systèmes****Manomètres**

Ils indiquent les pressions d'huile, de carburant ou d'admission.

**Tachymètre**

Il indique la vitesse de rotation du moteur (en tr/min) ou d'un réacteur (en % d'un régime nominal).

**Systèmes d'alarmes****Avertisseur de décrochage**

Il émet un signal sonore ou une vibration du manche le pilote lorsque l'avion s'approche de l'angle d'incidence maximum avant décrochage. Ce système s'appelle Stall Warning System

**Avertisseur de proximité du sol**

L'avertisseur de proximité du sol (GPWS - Ground Proximity Warning System) permet de prévenir (par un message vocal « terrain » ou « pull up ») le pilote lorsque l'avion s'approche du sol. Une version améliorée possède en plus une cartographie plus ou moins fine du terrain qui est présentée aux pilotes sur les écrans EFIS en cas d'alarme. Sur A380, le programme présente une vue en coupe latérale du plan de vol.