



Introduction AVIONIQUE

Licence 2

MEi 407

Aéronautique & Physique



Denis MICHAUD

Centre de Ressources Maintenance Aéronautique

Institut de Maintenance Aéronautique

Rue Marcel Issartier

33700 Mérignac

Département Mécanique Aéronautique Ingénieries

UFR de Physique

Université de Bordeaux 1

<http://meteosat.pessac.free.fr/IMA/>

*



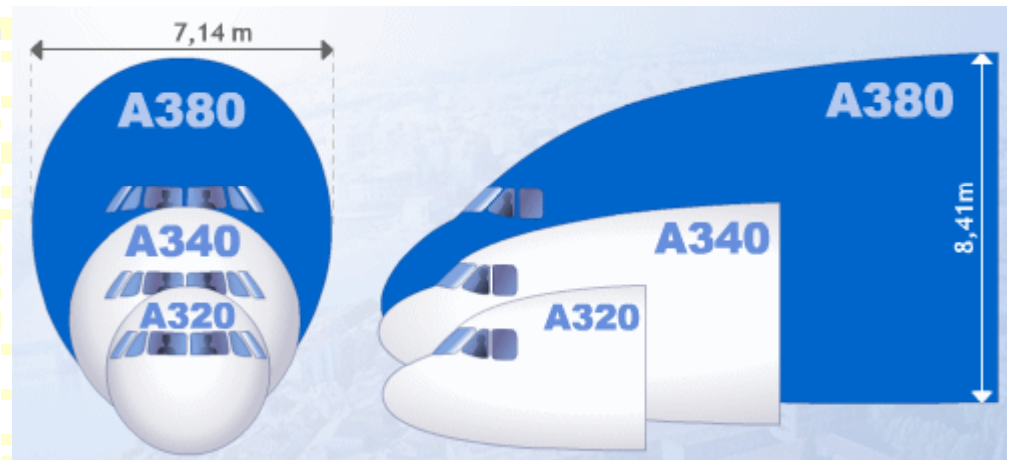
02/2007 v3





Photo Copyright © Daniel Alaerts - AirTeamImages

AIRLINERS.NET



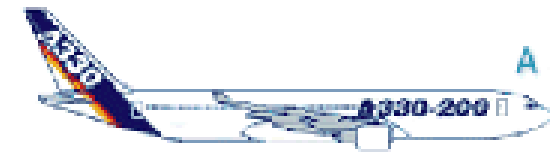
La famille Airbus



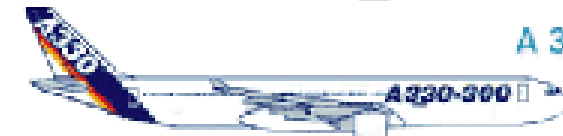
A 318
A 319
A 320
A 321



A 310
A 300-600R
A 300-600F



A 330-200



A 330-300



A 340-300



A 340-500



A 340-600



A300/A310 Widebody family

- Cette famille inclut l'A310 et l'A300-600, bi-moteurs, court, moyen et long courrier.
- **A310**: entré en service en 1983, accepte 220 pax jusqu'à 5.200NM/9.600km.
- **A300-600**: entré en service en 1984, accueille 266 pax avec un rayon d'action de 4.150NM/7.700km. Une version fret transporte jusqu'à 54.5 tonnes. Les 2 versions sont certifiées ETOPS 180 minutes.

A320 Single-Aisle family

- Cette famille comporte les A318, A319, A320 et A321, catégorie acceptant de 100 à 220 passagers, court et moyen courriers, bi-moteur.
- **A318**: Le dernier de la famille, entré en service en Juillet 2003, accueille 107 pax dans deux classes avec un rayon d'action de 3.250NM / 6.000km, ou 129 pax en classe unique et un rayon d'action de 1.500 NM /2.750km.
- **A319**: Première livraison en 1996, en modèle standard de 124 sièges et un rayon d'action de 3.700 NM / 6.800km.
- **A320**: Entré en service en Avril 1988, accueille 150 pax en deux classes et un rayon d'action de 3.050 NM / 5.700km. Il est considéré comme le standard industriel pour cette catégorie d'avion.
- **A321**: Entré en service en 1994, accueille 185 pax dans deux classes avec un rayon de 3.000 NM/5.600km.

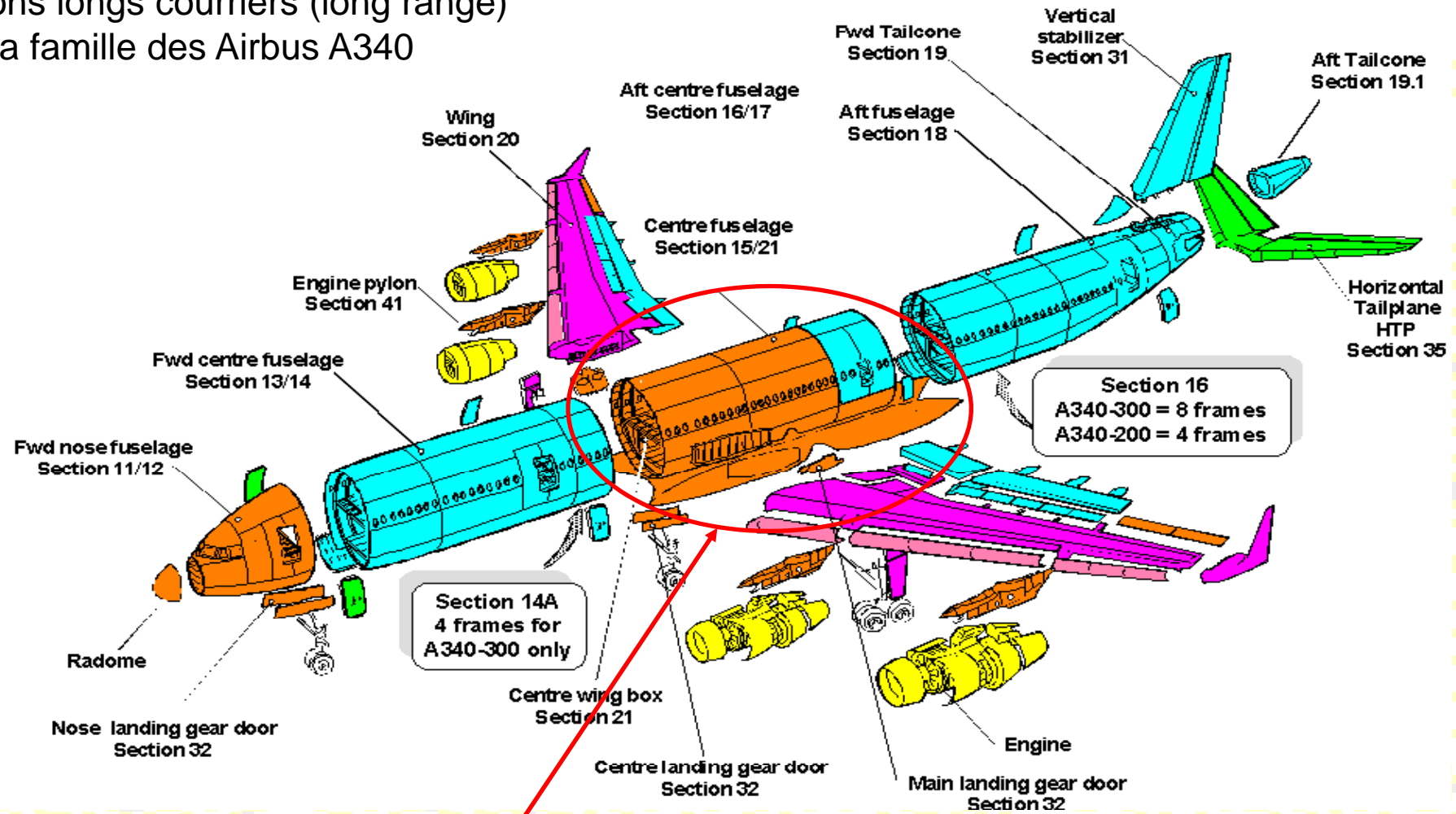
A330/A340

Widebody long range family

- Cette famille inclut différents modèles du bi-moteur A330 et du quadri-moteur A340, dans une catégorie de 240 à 380 pax en long et très long courrier.
- **A330-200**: Entré en service en 1998, transporte 253 pax en trois classes jusque 6.650NM/12.350km, certifié ETOPS.
- **A330-300**: Entré en service en 1994, accueille 335 pax en deux classes ou 295 pax en trois classes, avec un rayon d'action de 5.600NM/10.400km.
- **A340-300**: Entré en service en 1993, il transporte 295 pax jusque 7.400nm/13.700km.
- **A340-500**: Entré en service en 2003, 313 pax, avec un très grand rayon d'action : 8.850NM/ 16.400km.
- **A340-600**: Entré en service en 2002, c'est le plus grand des 2 versions additionnelles du A340. Il transporte 380 pax jusque 7.650NM/14.150km.

A340-300

avions longs courriers (long range)
de la famille des Airbus A340



Tronçon central

A380 Double deck family

- Débuté en décembre 2000, l'A380 devait entrer en service en 2006. Il est à présent le plus grand avion de ligne civil au monde.
- La famille A380 débute avec un appareil d'une capacité de 555 pax dans trois classes différentes et un rayon d'action jusque 15000 km. La version fret, l'A380F, transportera une charge utile de 150 tonnes jusque 10.400km.



- Beluga
- A400M
- A3450



Cockpit Design principles



THE “AIRBUS COCKPIT PHILOSOPHY”, RESULT CUSTOMERS FEED-BACK EXPERIENCE AND RESEARCH, IS APPLIED.

Cockpit Design principles

Common features with the
A320 and A340 families:



Cockpit Design principles



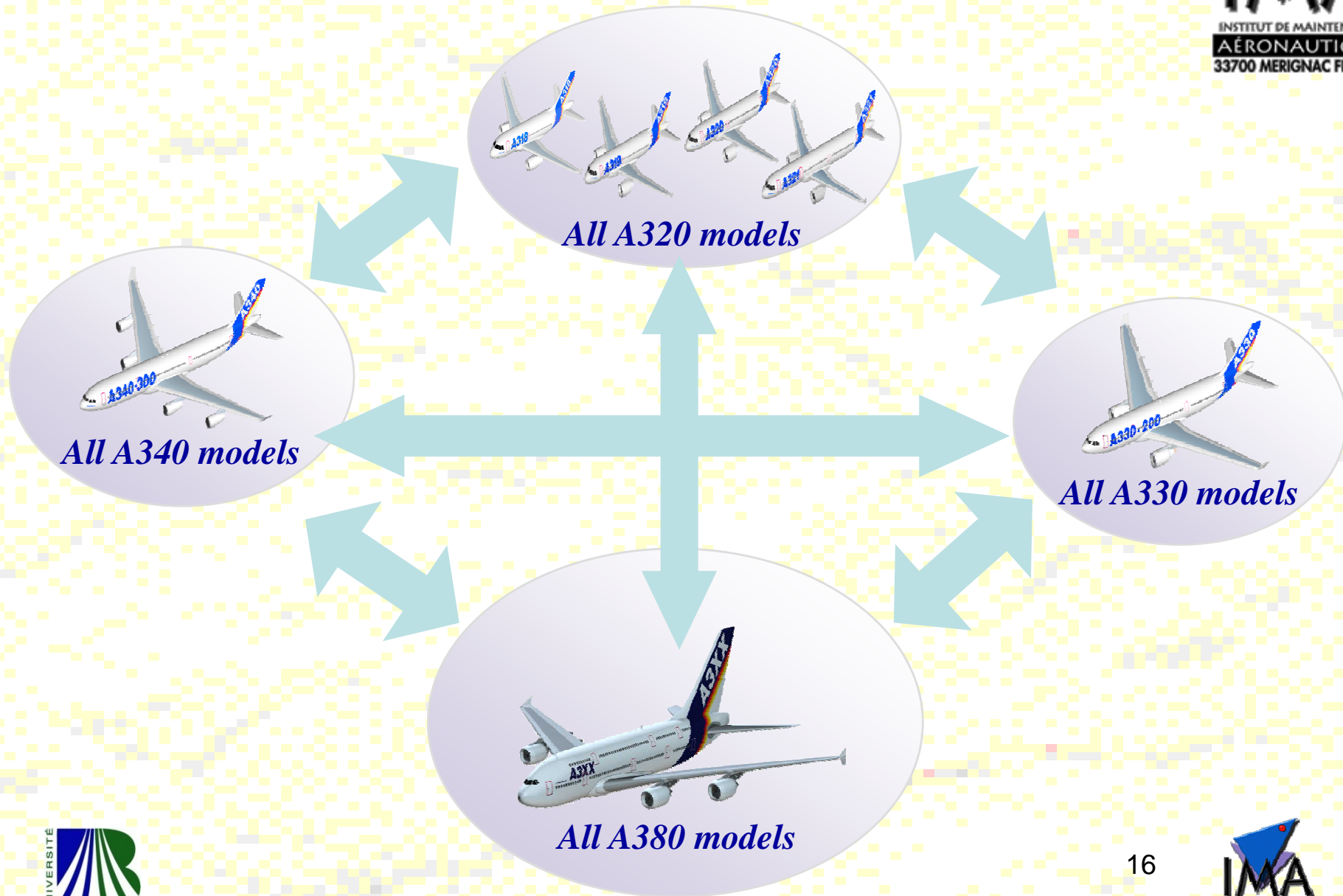
Cockpit Design principles



Cockpit Design principles



CCQ



Organization of information

Novel features are incorporated in the cockpit while respecting the basic pilot's tasks distribution:

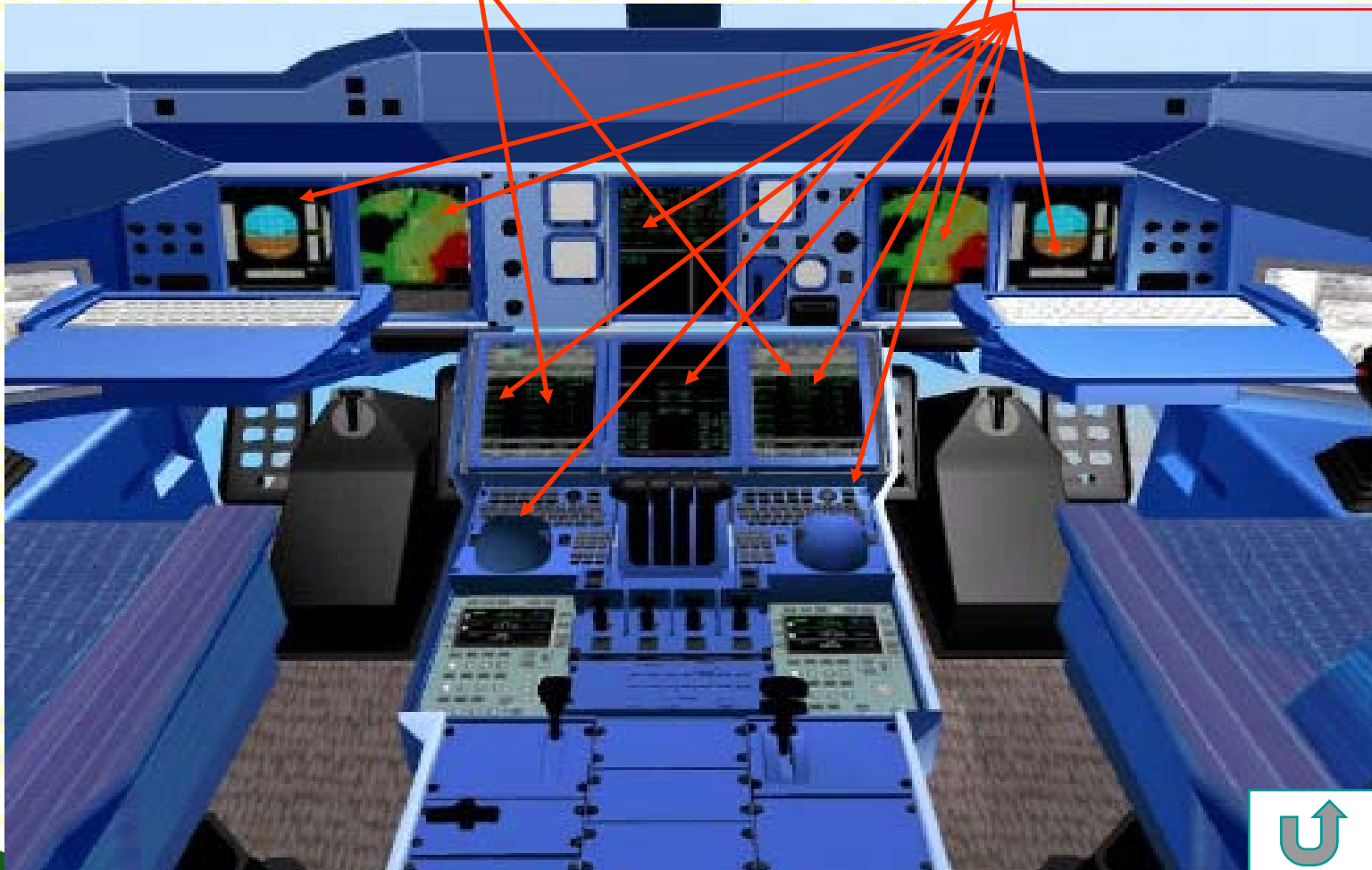
- Fly
 - Horizon artificiel, gyro...altianémo ...
- Navigate
 - VOR ILS DME
- Communicate
 - Radio VHF, morse, ...
- Monitor systems
 - MCDU, EFB, vidéo



INTRODUCTION GENERALE A380

2 écrans interactifs

2 boîtiers de contrôle
8 écrans LCD



Main enhancements

New FMS and ATC communication interfaces



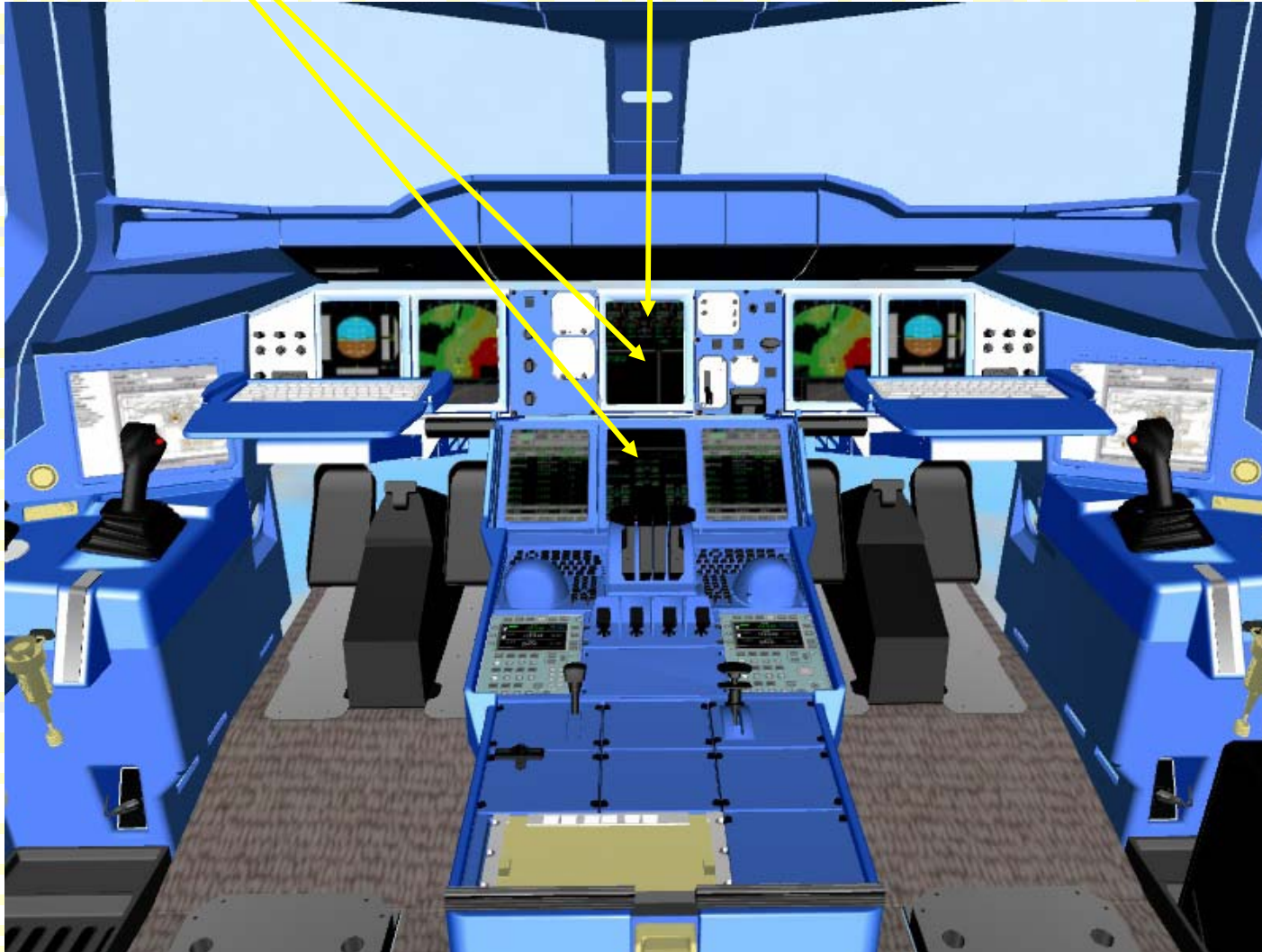
Main enhancements

Navigation on airport



Main enhancements

Enhanced ECAM, new thrust indication



Main enhancements

Taxi aids

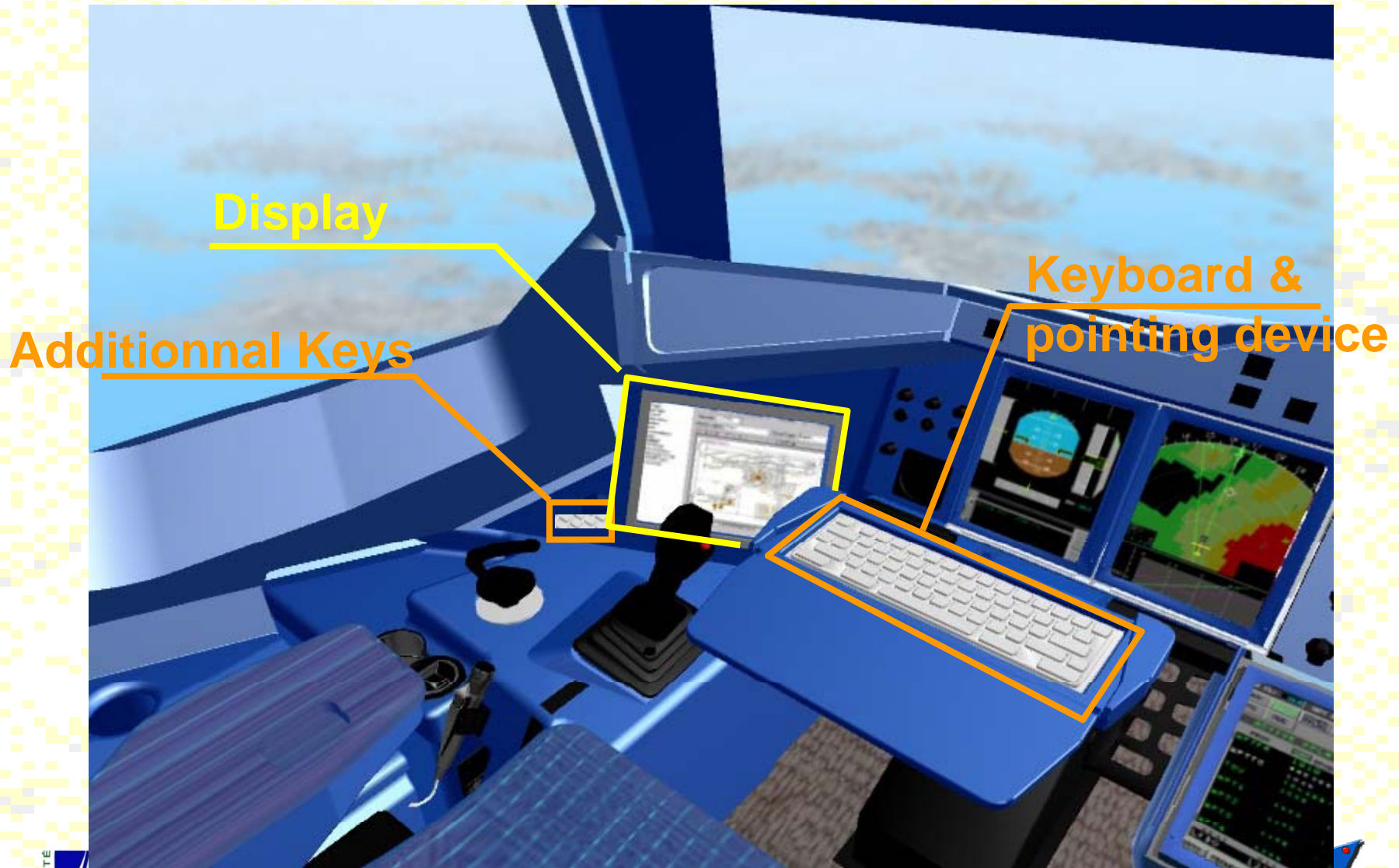


Main enhancements

On-board information system



OIT display and controls











Cockpit layout



Cockpit layout

Pedestal



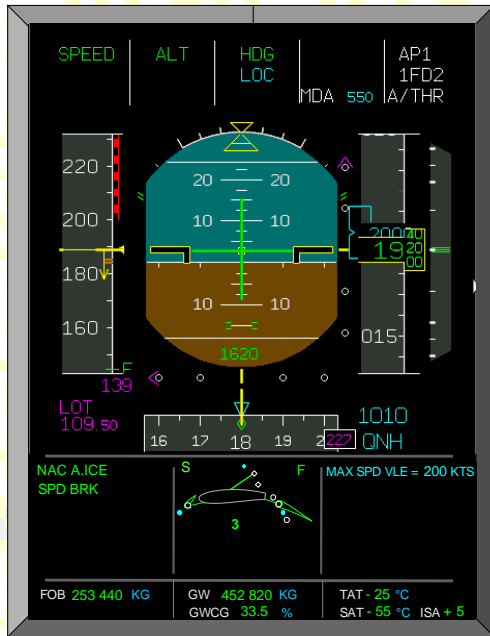
Cockpit layout



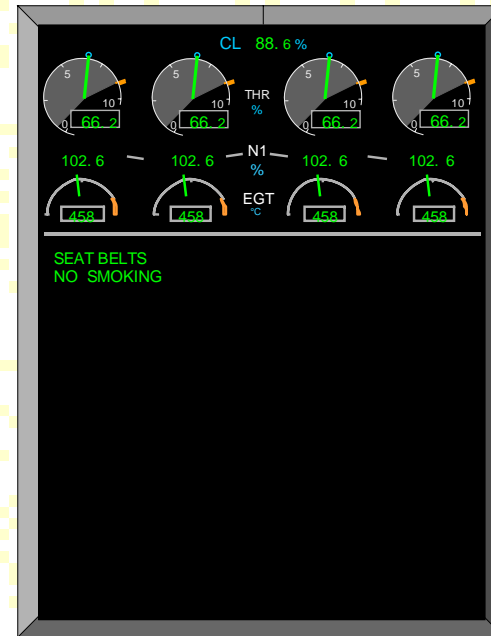
Cockpit layout



With printer



ND

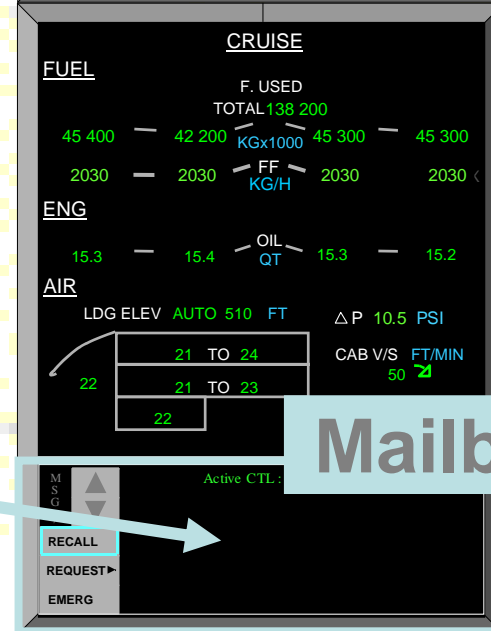


MFD

Active FPLN : Legs | UAL 805

Active FPLN	A / C	Data Base	System Status	SEC FPLN	DIR TO
UTC	EFCB	Wind	Phase	CRUISE	
(T / C)	13h33	56.7t	69 NM	UZ28	trk 315°
UNIDO	13h37	56.2t	60 NM	UB5	trk 314°
ELDIN	13h39	56.1t	10 NM	UL602	trk 286°
DOGGA	13h45	55.4t	44 NM		

DEST KJFK | UTC 19h54 | EXTRA 0h10
 DIST 3491 NM | EFOB 18.5 t | Revisions | EXTRA 2.4 t
 ALL MSG | 60 caractères de messages syst sur deux lignes de texte en 16



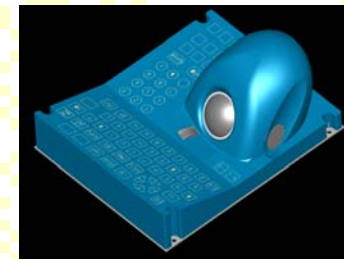
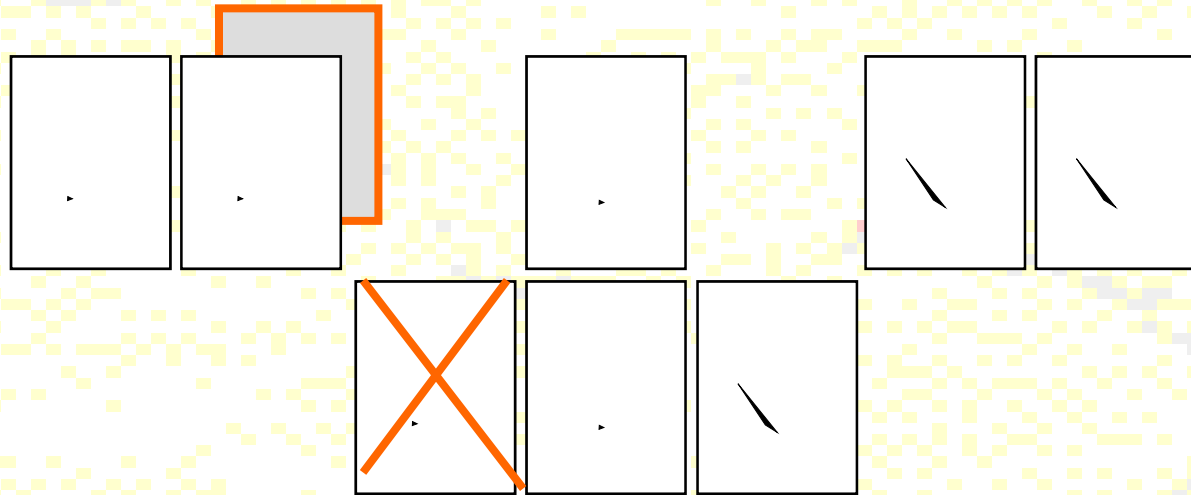
Mailbox



Cursor allocation to displays



DU reconfiguration



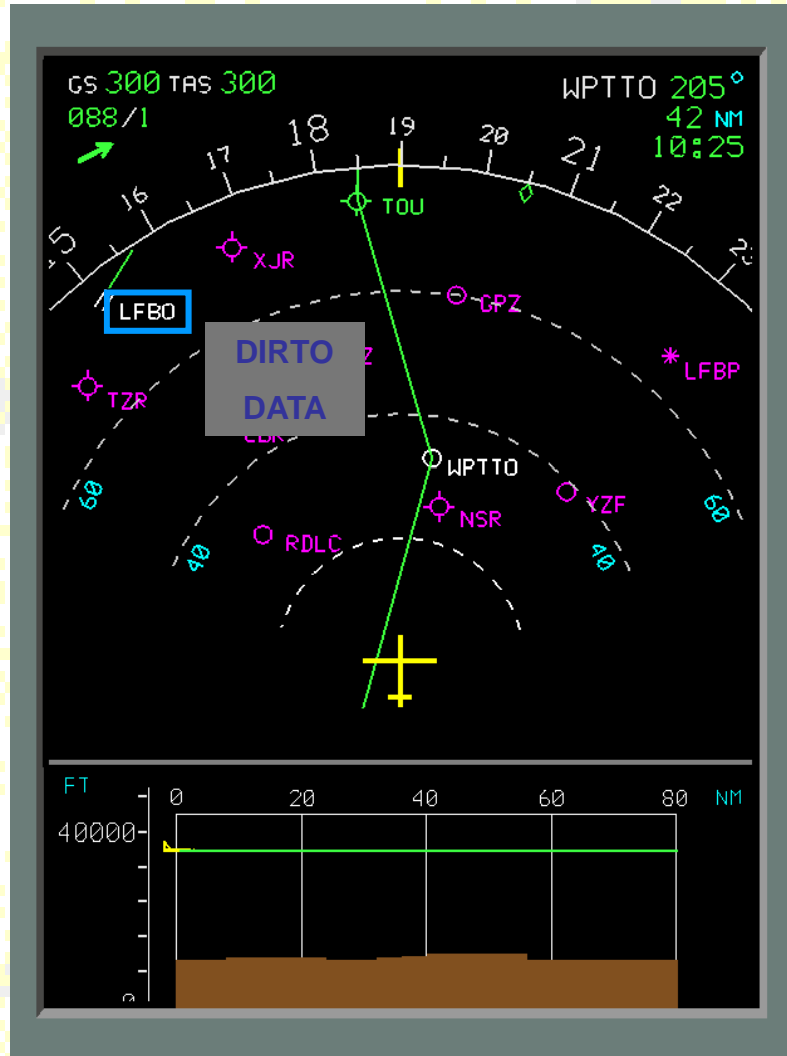
FMS HMI Location

FMS data (FMA)
shown on PFD

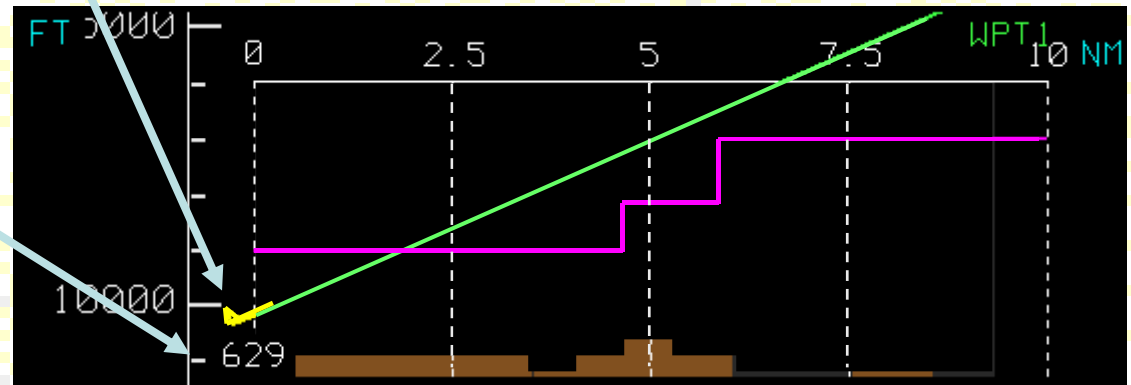
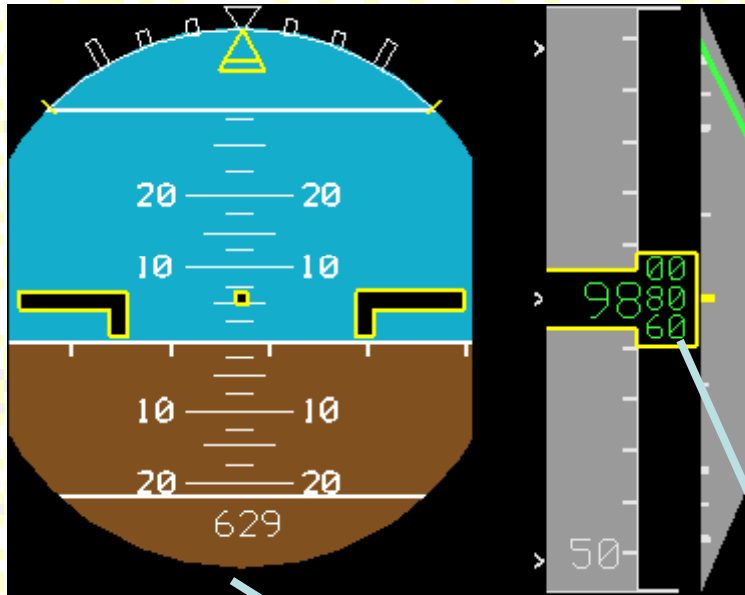
Lateral F-PLN revisions
Graphically on ND
with CCD and keyboards

All FMS functions are accessible through
the MFD with CCD and keyboards

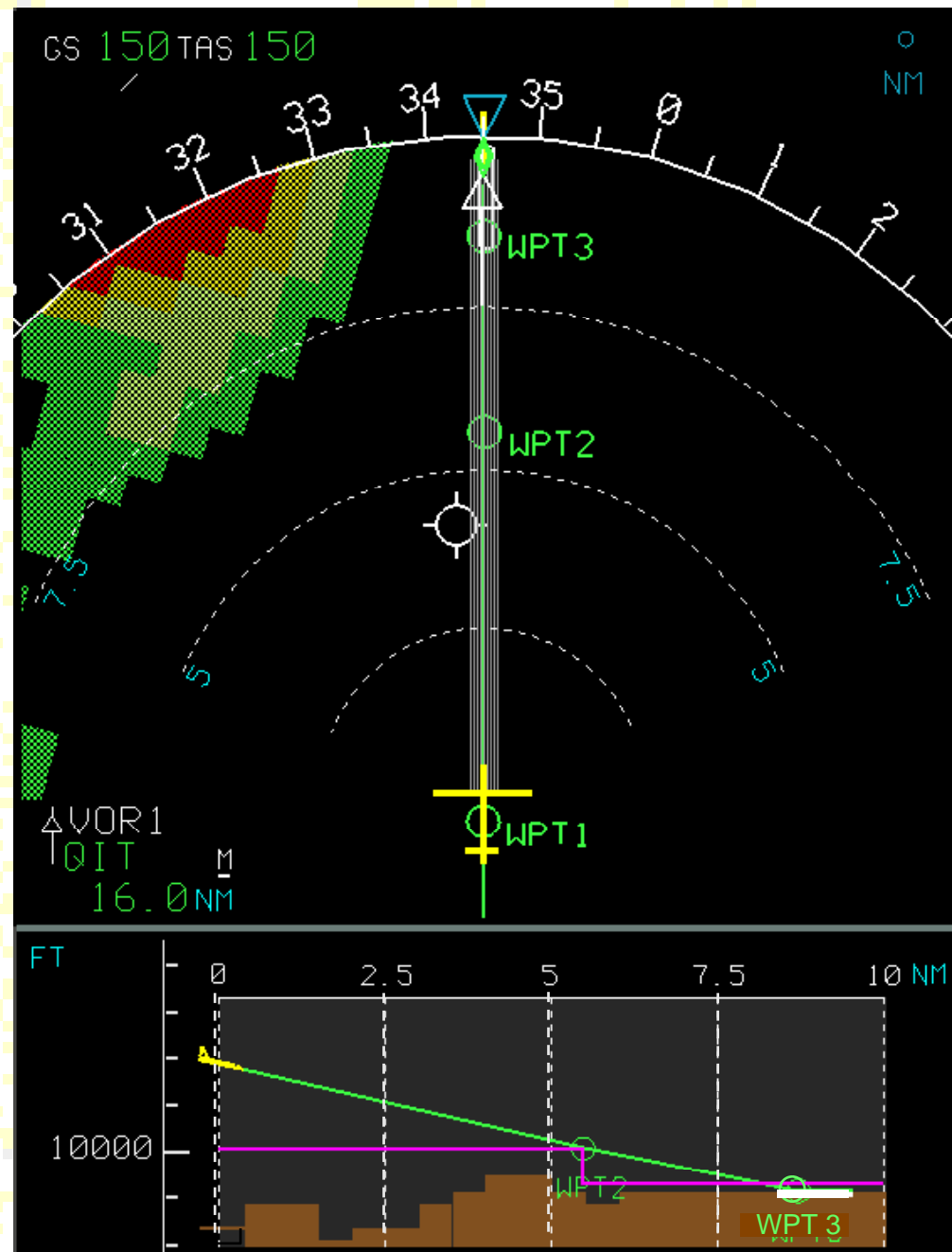
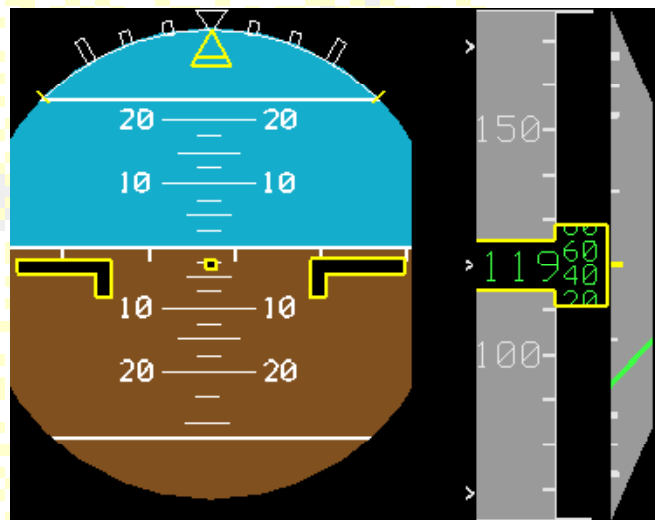
Data on Airport



Vertical cut: height and altitude information



Vertical cut: general view

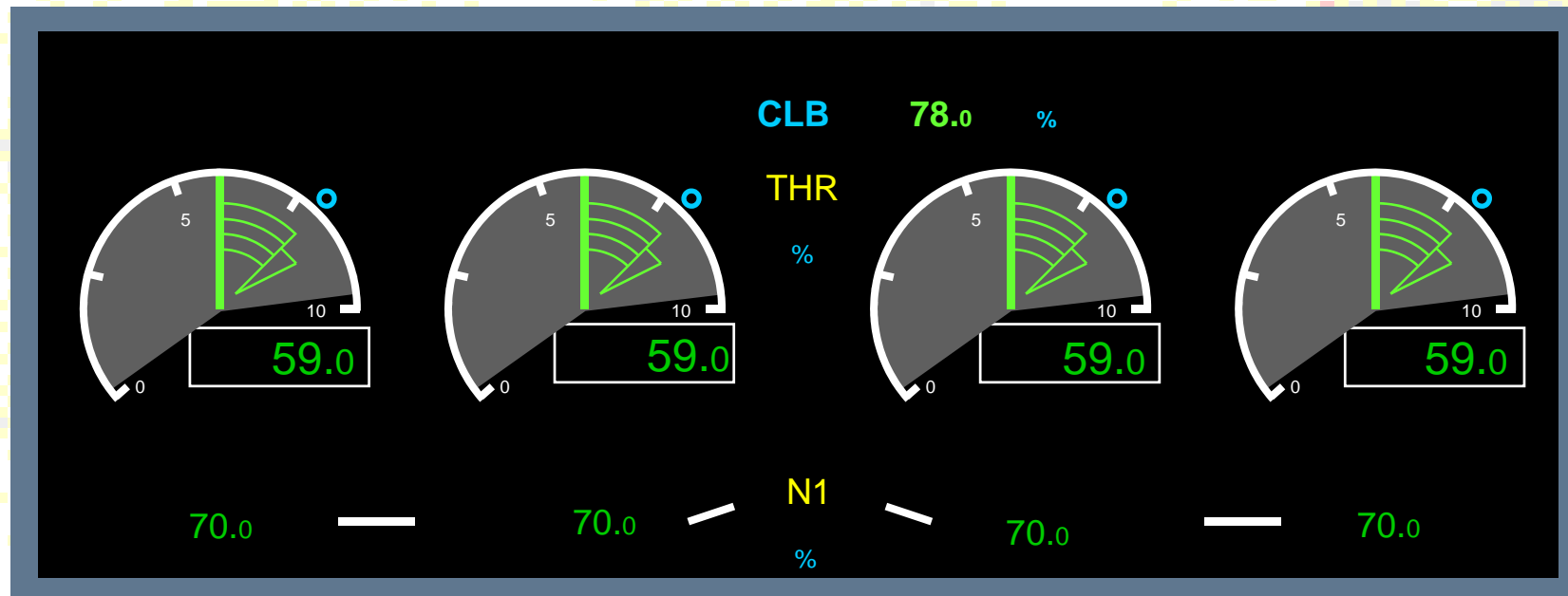


Voice communication - RMP

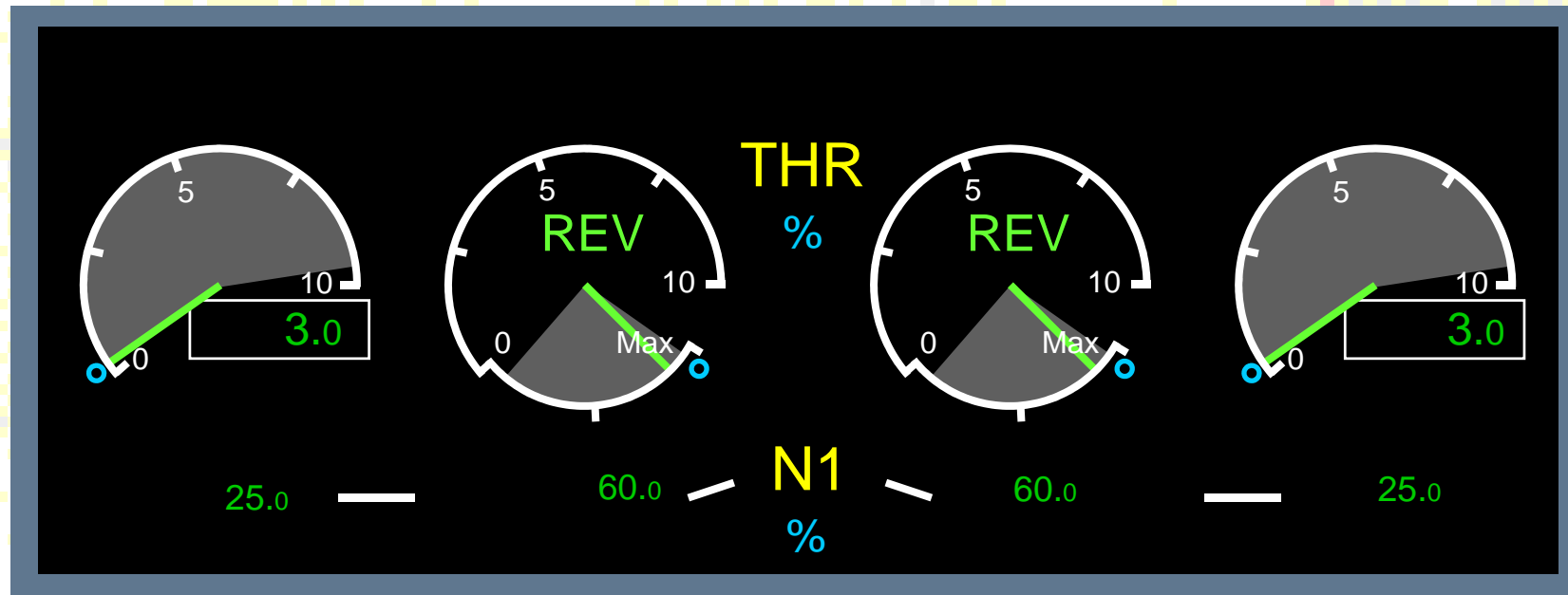


3 dedicated
Radio and Audio
management panels

ACUTE (direct thrust)



ACUTE (reverse)



ECAM

CL 88.6%

THR %

66.2 66.2 66.2 66.2

N1 %

102.6 102.6 102.6 102.6

EGT °C

458 458 458 458

SEAT BELTS
NO SMOKING

CRUISE

FUEL

F. USED
TOTAL 138 200

45 400 — 42 200 KGx1000 — 45 300 — 45 300

2030 — 2030 FF KG/H — 2030 — 2030

AIR

LDG ELEV AUTO 510 FT Δ P 10.5 PSI

22 21 TO 24 CAB V/S FT/MIN

21 TO 23 50 ↗

22 CAB ALT 3500 FT

TAT 51 °C	23 H 56	GWCG 37.5 %
SAT 36 °C		GW 370 000 KG
ISA +5		FOB 30 000 KG

Active CTL : OAKLAND KZAK

M
S
G
-/-

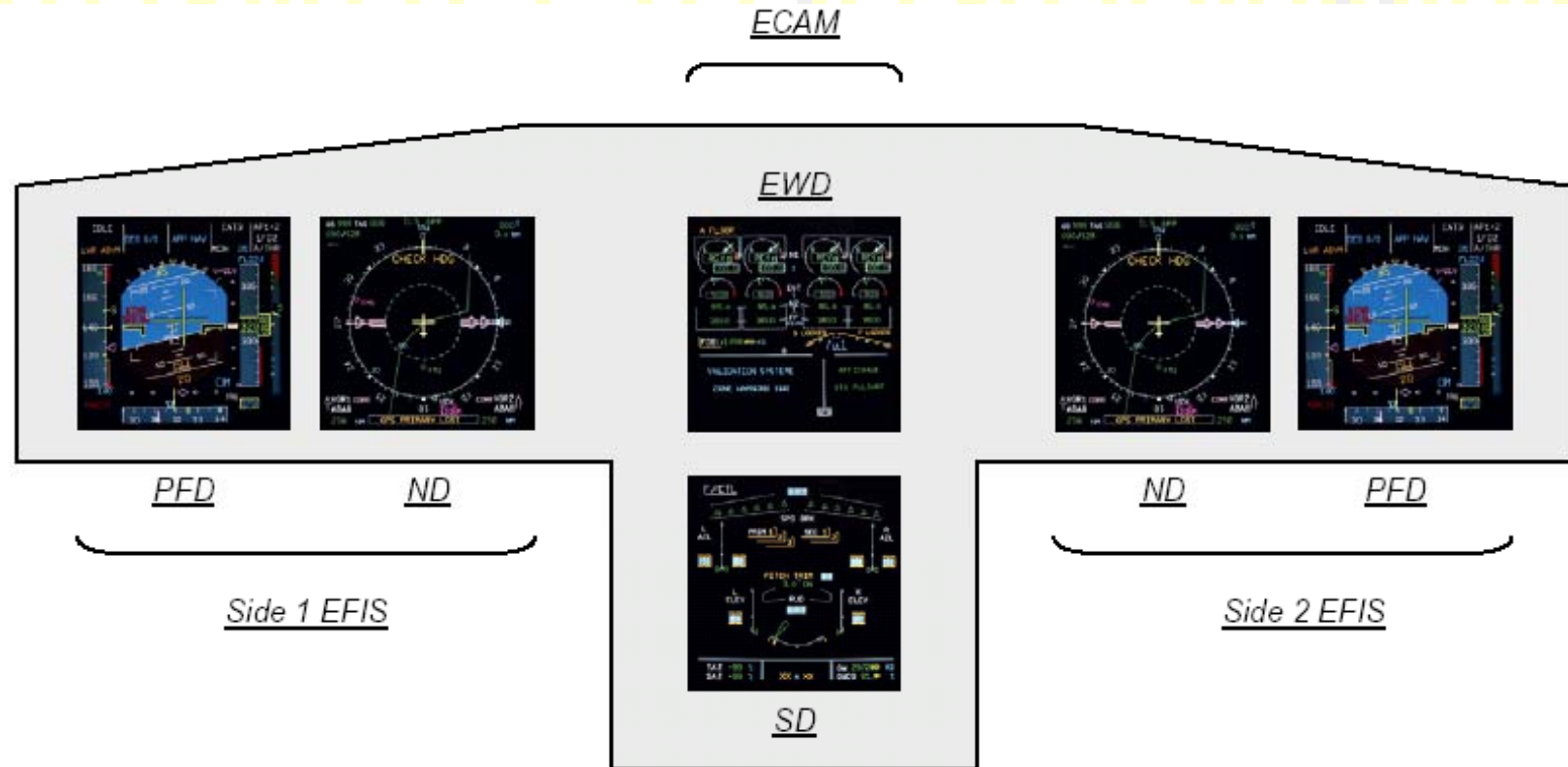
RECALL

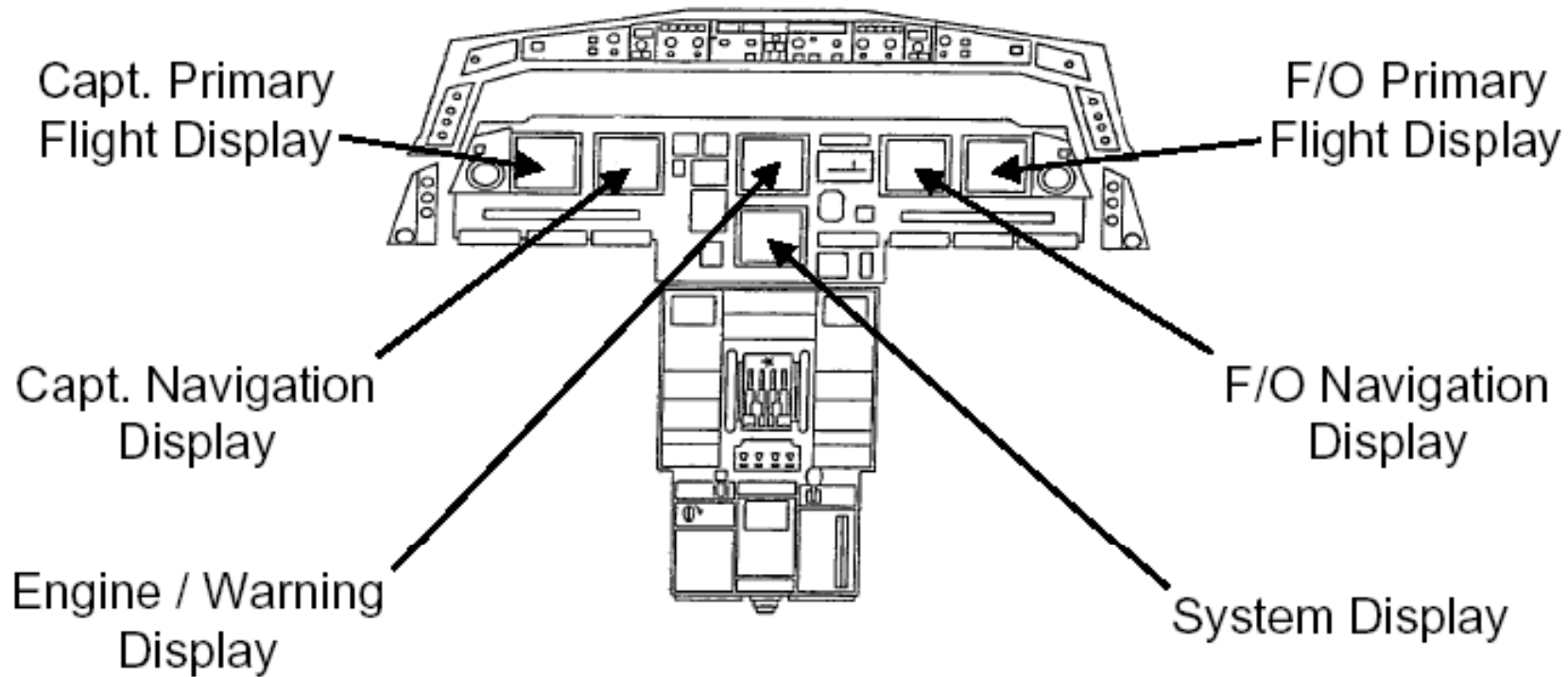
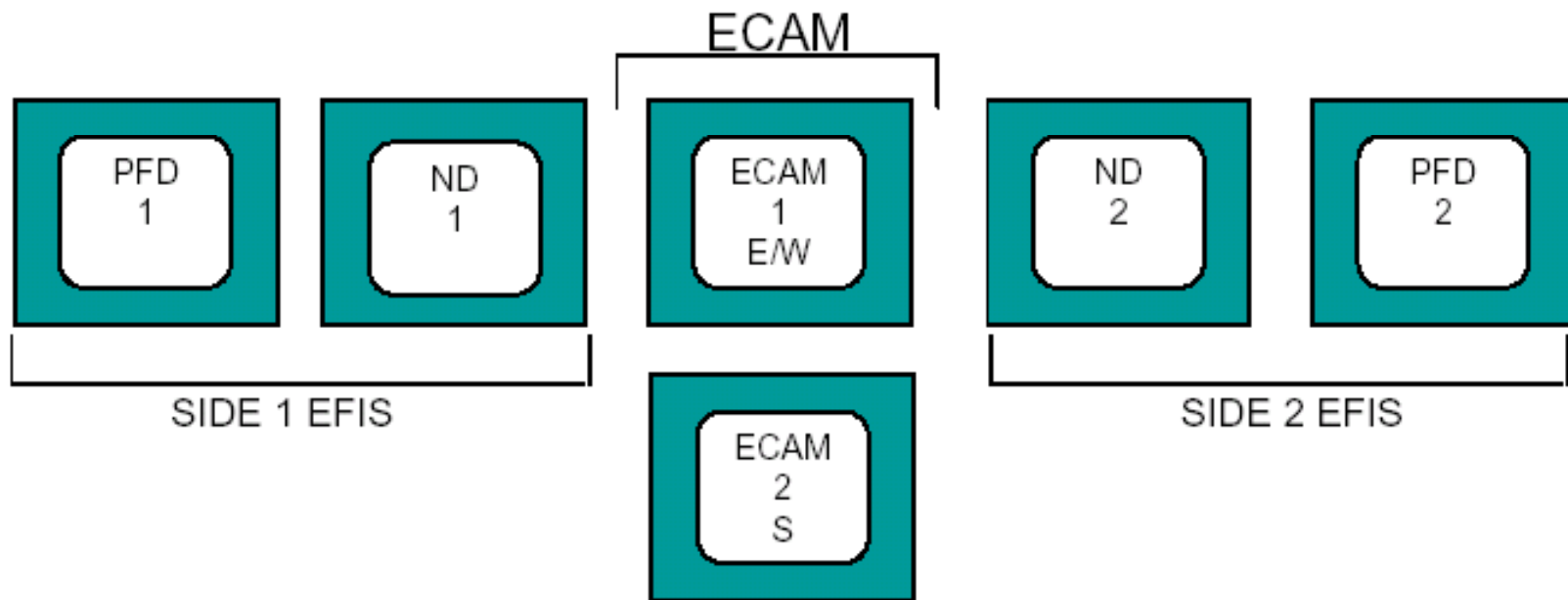
REQUEST ▶

EMERG

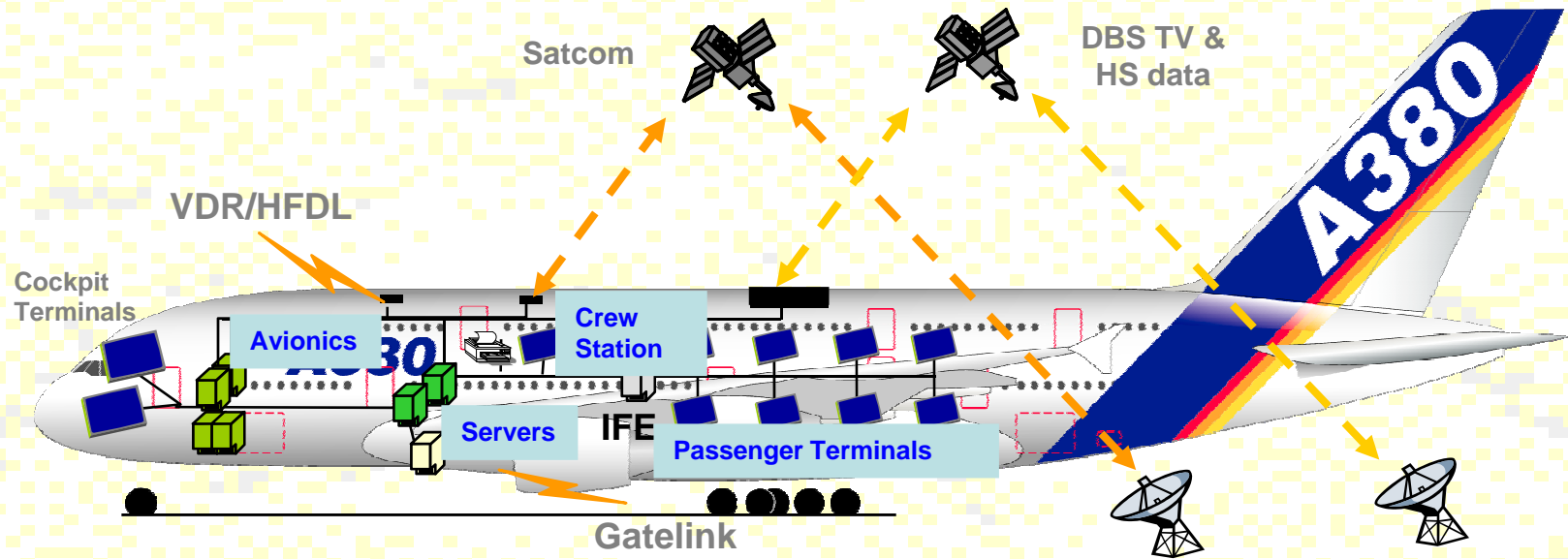
LCDU

- Le LCDU fait partie du système d'instruments électroniques deuxième génération (EIS2). C'est un écran LCD installé dans le cockpit. Il y a 6 LCDU dans un avion Airbus des familles A320 et A340.
- **EXEMPLE : Cockpit des AIRBUS A330/A340**





OIS (On-Board Information System)



Flight Operations

- A/C Documentation
- Electronic Logbook
- Weight & Balance
- Performance
- Operational Checklists
- Access to Flight Information services (Weather, NOTAM...)
- Charts and Maps
- Crew e-mail
- FOQA download
- Airlines specific applications

Cabin Crew

- PAX data base
- Crew e-Mail
- Cabin Logbook
- A/C Documentation
- Credit Card validation
- Cabin inventory
- Quality monitoring
- Reservations...

Passengers

- e-Mail
- Intranet
- News / Sports
- Live Television
- Internet
- e-commerce....

Maintenance

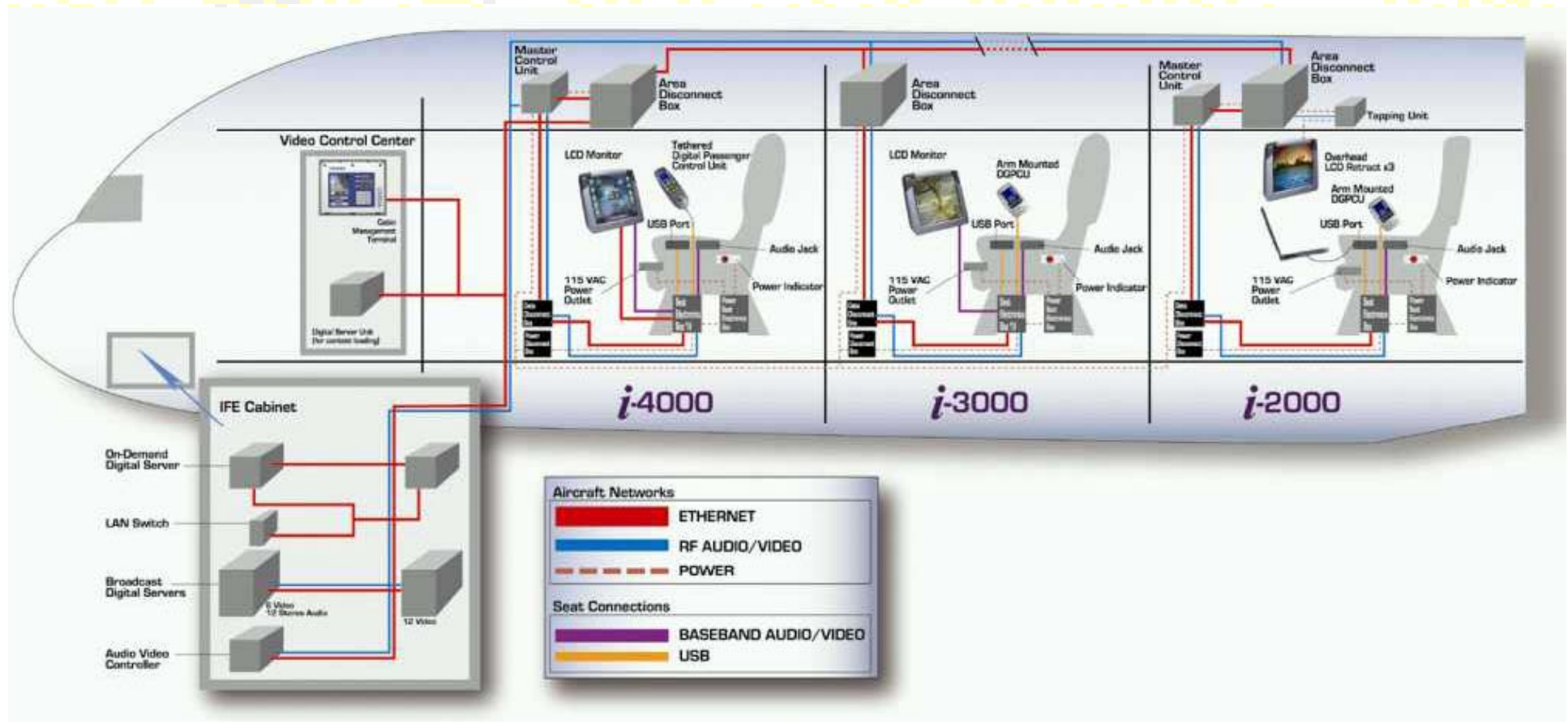
- Maintenance documentation (TSM, AMM)
- Maintenance improvements (tools)
- A/C condition monitoring
- Electronic logbook
- Data loading
- E-mail
- Operational s/w and data bases storage
- Equipment List

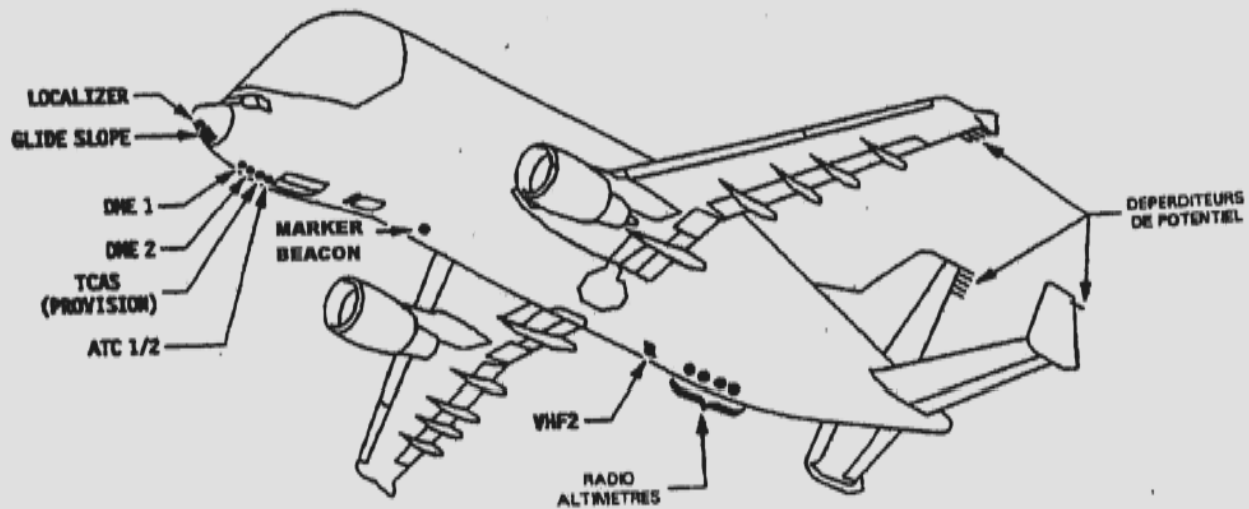
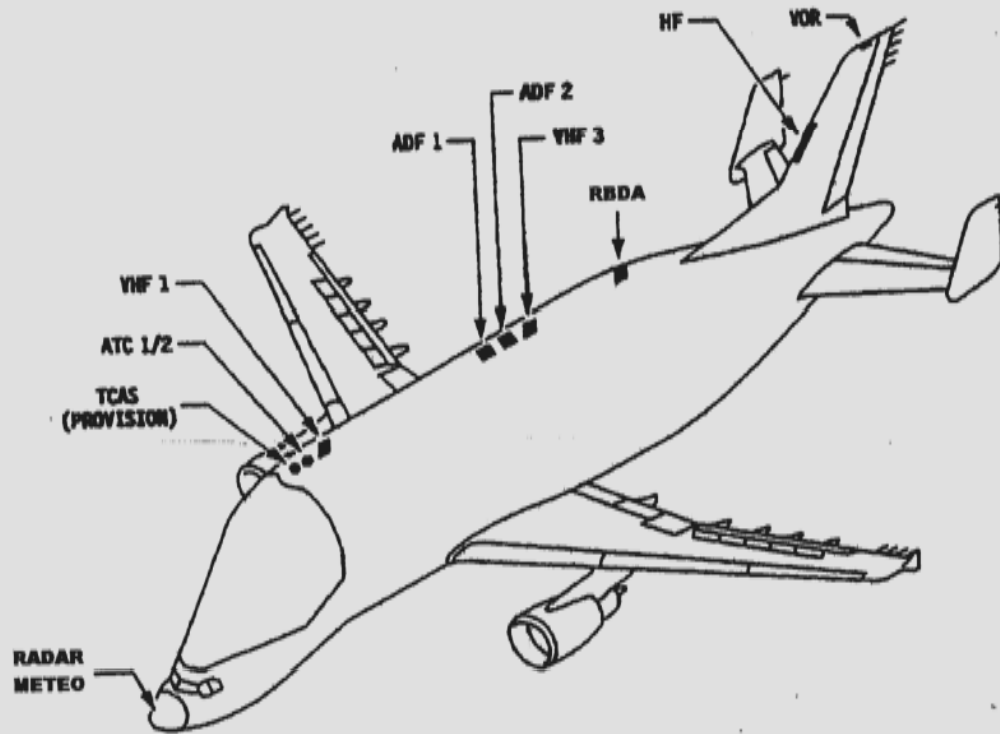
Réseau IFE:

THALES

AVIONICS

La figure ci dessous représente le réseau IFE dans l'avion :





ILS

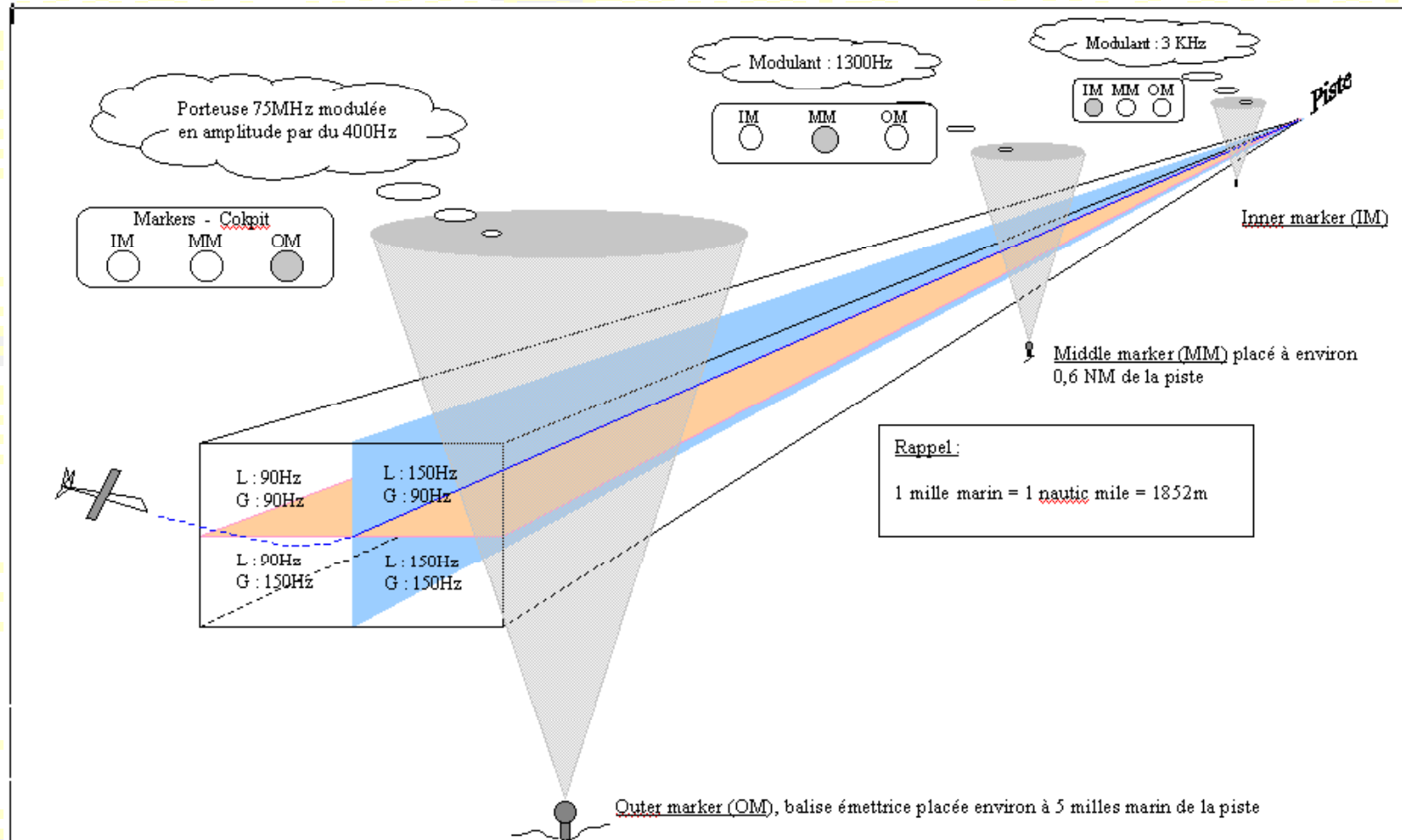
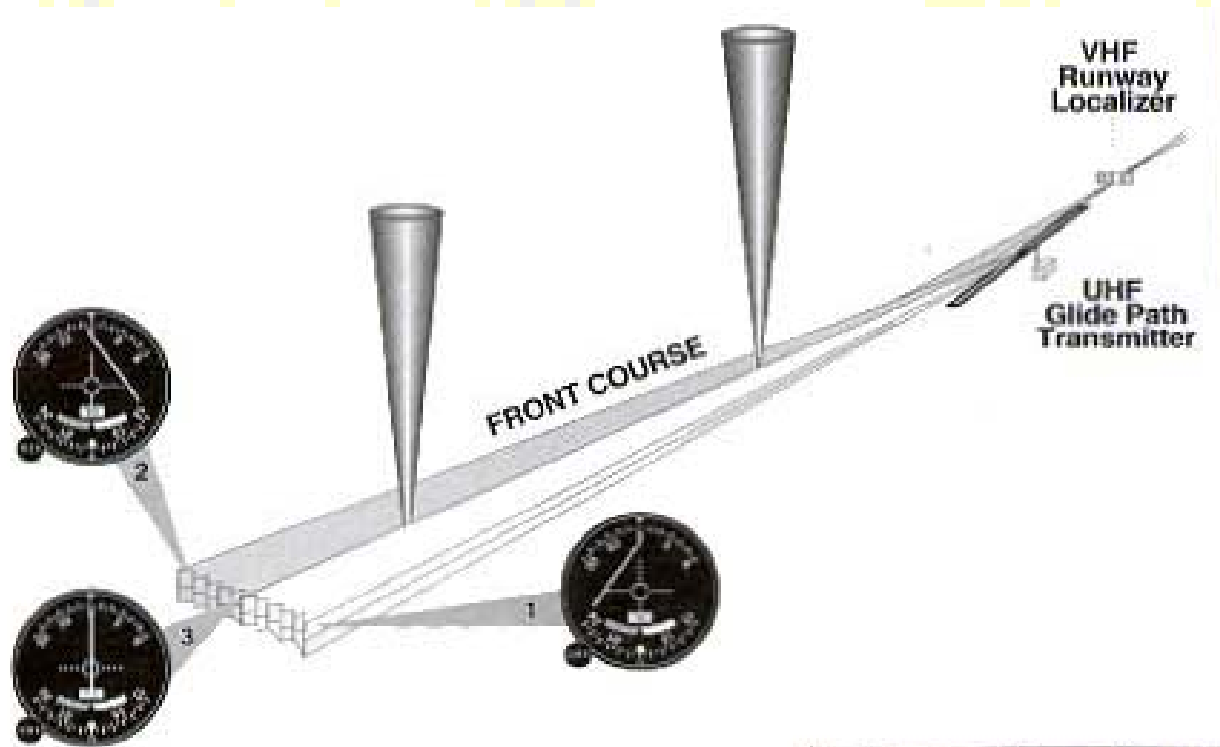


Figure 3 : balises de positionnement (markers)



ILS LOCALIZER SIGNAL PATTERN



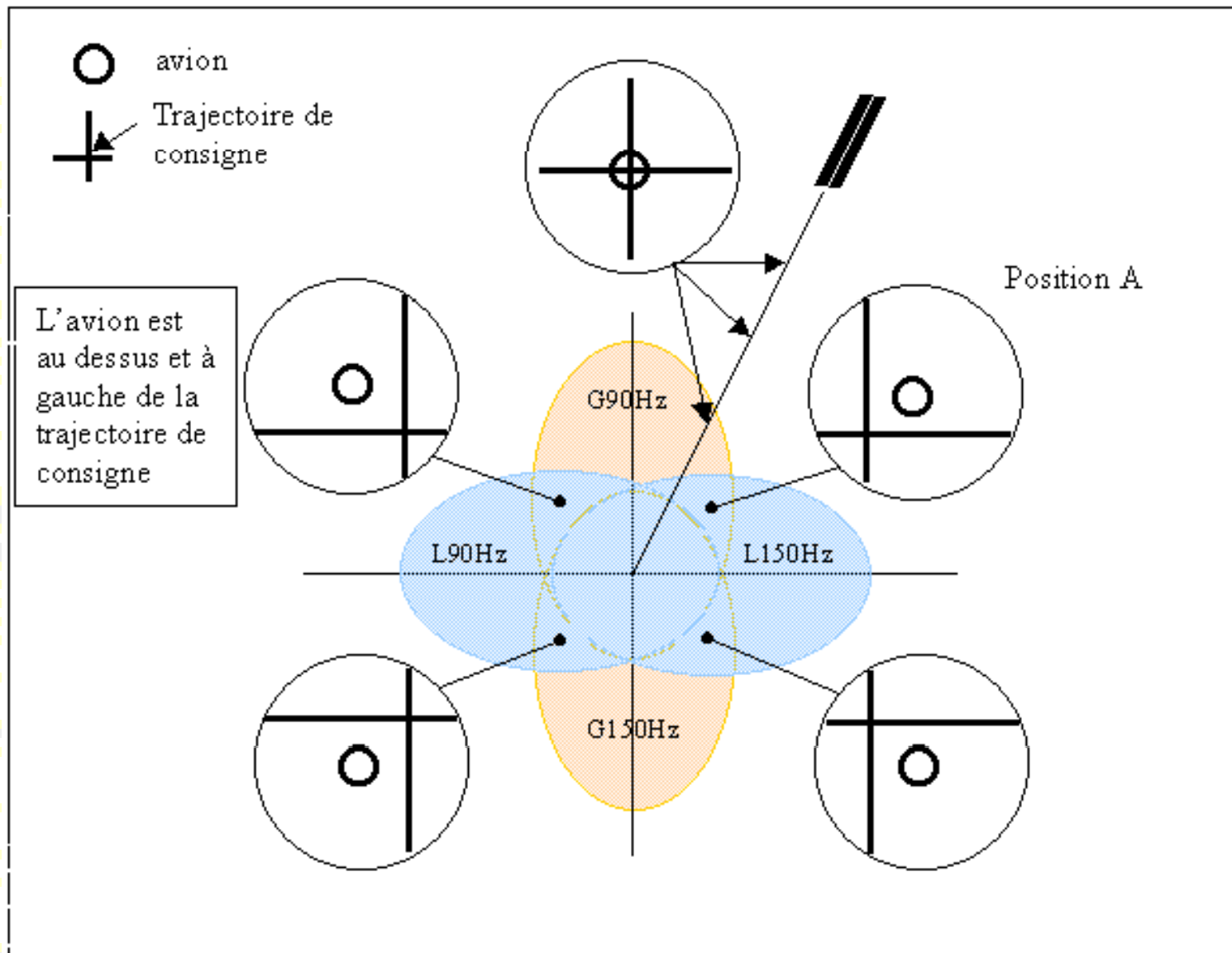


Figure 5 : affichage dans le cockpit de la position de l'avion

Glide - Antennes - Localizer



Marker Beacon

Chaque station sol émet un signal modulé en amplitude sur une fréquence de 75 MHz avec une puissance variant de 3 à 5 W. Les faisceaux d'émission sont à rayonnement vertical et ils forment des cônes verticaux étroits de tel sorte à ce que leurs pointes soient situées vers le bas. La puissance de sortie diminue pour le Middle Marker et l'Inner Marker car l'altitude de l'avion est plus basse.

Comme nous l'avons dit précédemment, chaque MARKER a sa propre particularité en ce qui concerne le taux de modulation, la couleur des lampes témoins, la longueur d'interception ainsi que le code morse auditif d'identification. On peut ainsi dresser le tableau détaillant les caractéristiques de chaque balise

	OUTER MARKER	MIDDLE MARKER	INNER MARKER
Modulation	400 Hz	1300 Hz	3000 Hz
Durée d'interception de la balise pour V=275Km/h	8 secondes	4 secondes	2 secondes
Code morse d'identification	- -	- . -
Couleur de la lampe témoin	Bleue	Ambre	Blanche

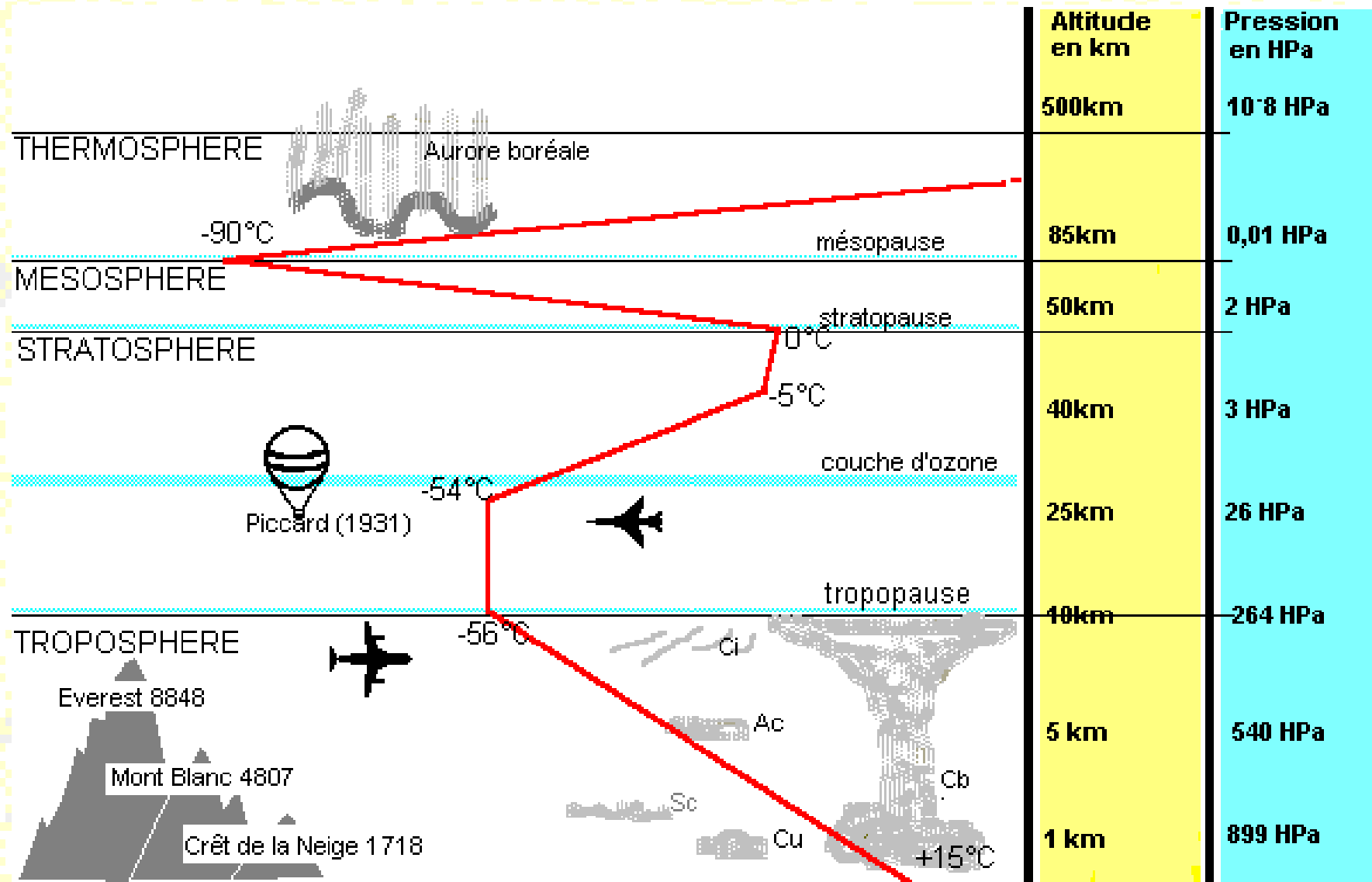
Quelques avionneurs : aéronefs

Airbus
Boeing
Bombardier
Aerospace
Embraer
Fairchild Dornier
ATR
Iae

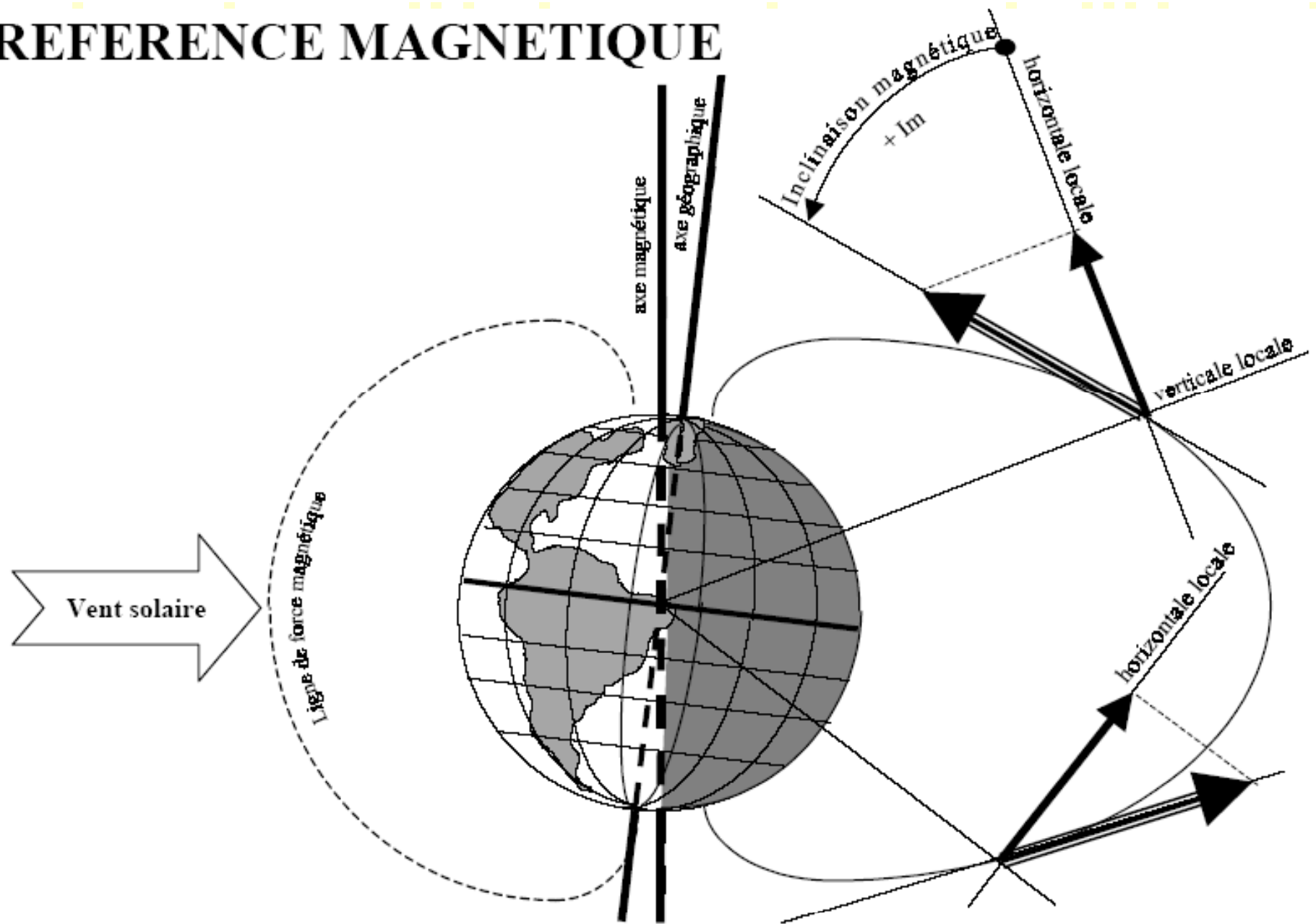
Gulfstream
EADS Eurocopter
NH Industries
Agusta Bell
Bell
Agusta Westland
Denel
Space
MBDA

Dassault Aviation
MiG
BAE Systems
Eurofighter
EADS Casa
Marshall
Aerospace
Sukhoi
EADS

Atmosphère ISA



REFERENCE MAGNETIQUE



Instruments de pilotage: T basique



Systeme anémo-barométrique

- Objectifs: recueillir, traiter et présenter aux pilotes les informations relatives au flux d'air entourant l'avion en vol,
- Deux types de capteurs:
 - Prises statiques (pression statique),
 - Tubes Pitot (pression totale)
- Sur avions modernes: ADC (Air Data Computer)

Connaissances de base

Pression statique

- mesurée perpendiculairement au flux d'air entourant l'aéronef ,
- pression captée par la prise statique et utilisée par l'altimètre, l'anémomètre et le variomètre .



Connaissances de base

Pression totale

- Mesurée parallèlement au flux d'air
- recueillie grâce aux tubes Pitot

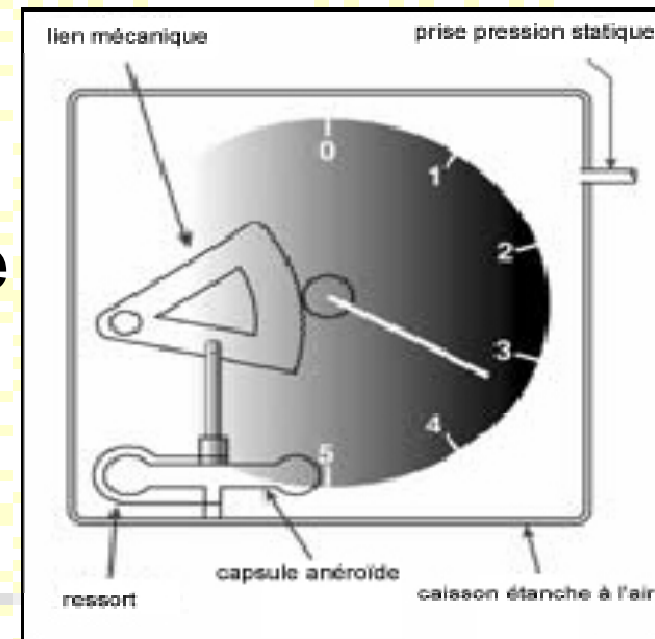


Instruments : Altimètre

- Altimètre=baromètre,



- Déformation d'une capsule de **Vidie** sous vide selon l'altitude de l'aéronef



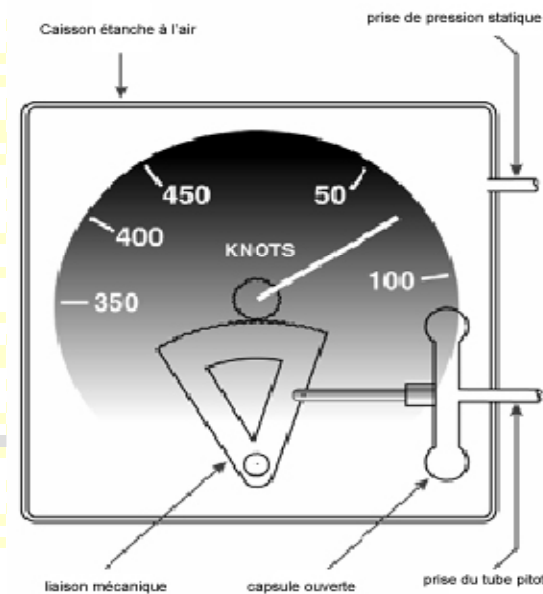
Instruments : Anémomètre

- Fournit aux pilotes la vitesse indiquée (IAS : Indicated Air Speed)



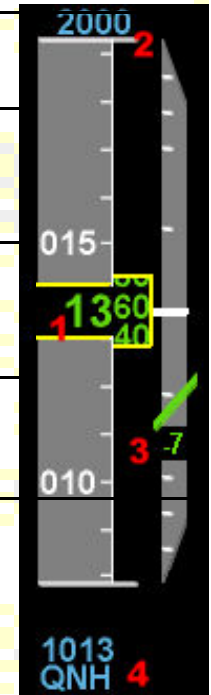
$$P_t - P_s = \frac{1}{2} \rho V^2$$

Pour l'air dans les conditions normales (1013 hPa et 15 °C) $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$.



Calage Altimètre

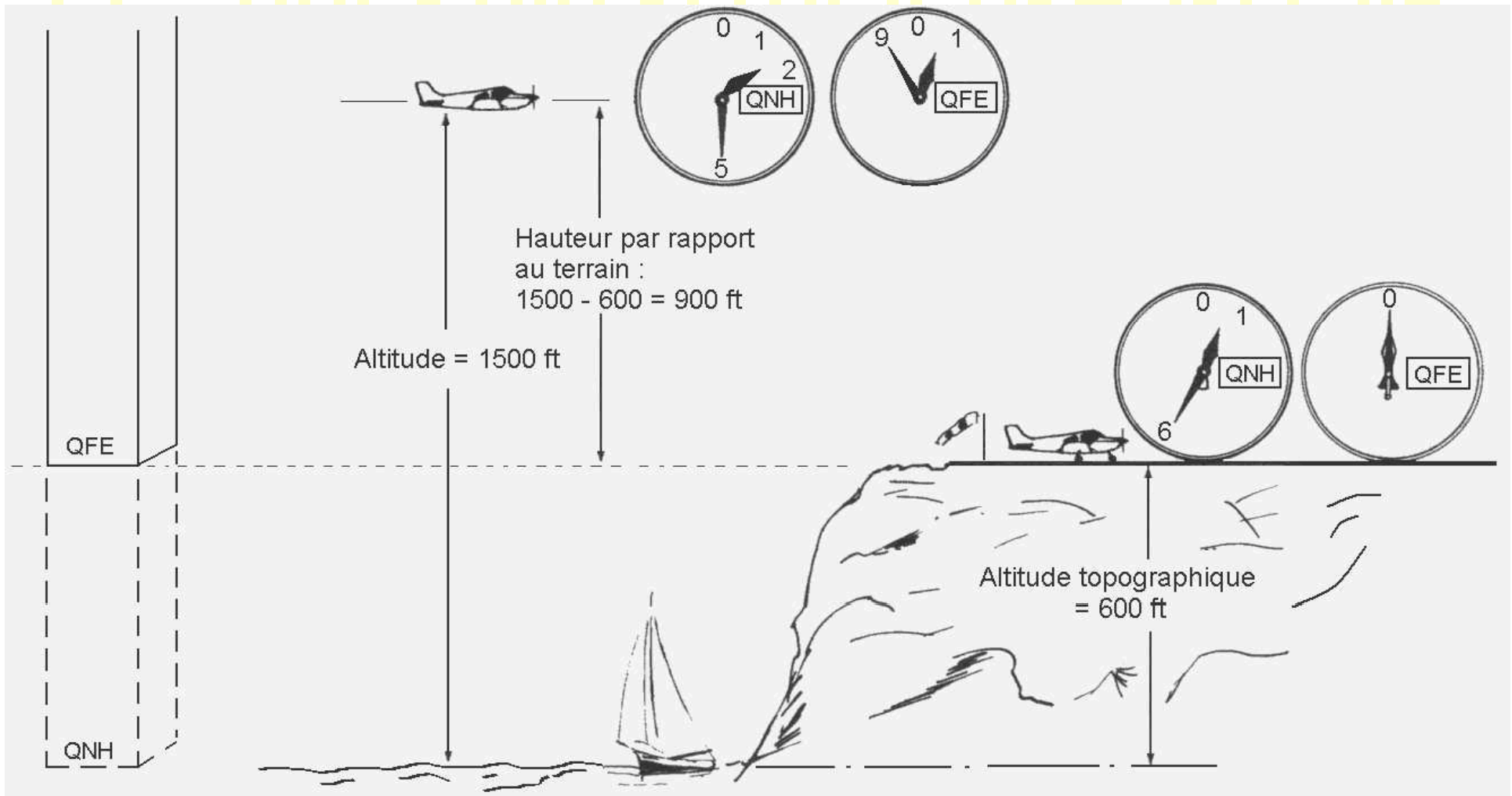
CALAGES	PRESSIONS	INFO SOL	INFO en VOL	UTILISATION	Sécurité
Standard ou 1013	1013,25 hPa – 29.92 inHg	QNE	Altitude pression Zp et Niveau de Vol FL	Vol à haute altitude, hors relief	Aéronefs
QNH AMSL –	Pression au niveau moyen de la mer		Altitude z	Navigation, vol à basse altitude	Relief
QFE AGL -	Pression statique au sol	O	Hauteur H	Décollage, atterrissage, voltige	terrain



AMSL Above Mean Sea Level

AAL Above Aerodrome Level

AGL Above Ground Level



Badin - anémomètre



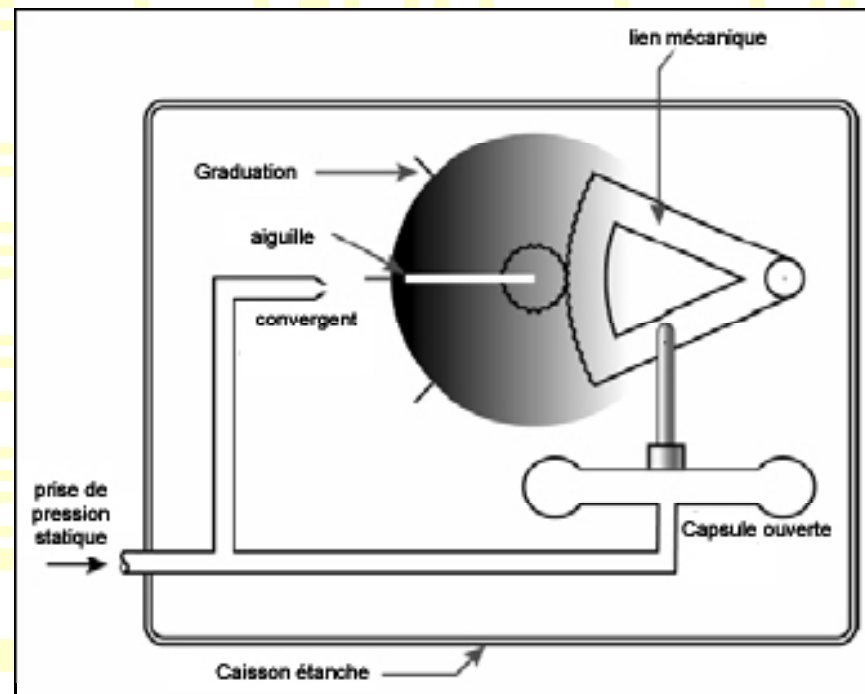
On trouve sur l'indicateur :

- **une plage blanche** : évolutions volets sortis (VSO à VFE)
- **une plage verte** : évolutions normales (VSi à VNO)
- **une plage jaune** : ne pas utiliser en air turbulent (VNO à VNE)
- **un trait radial rouge (VNE)** : Vitesse à **ne jamais dépasser**
- On trouve parfois **VMO** = Vitesse Maxi Opérationnelle

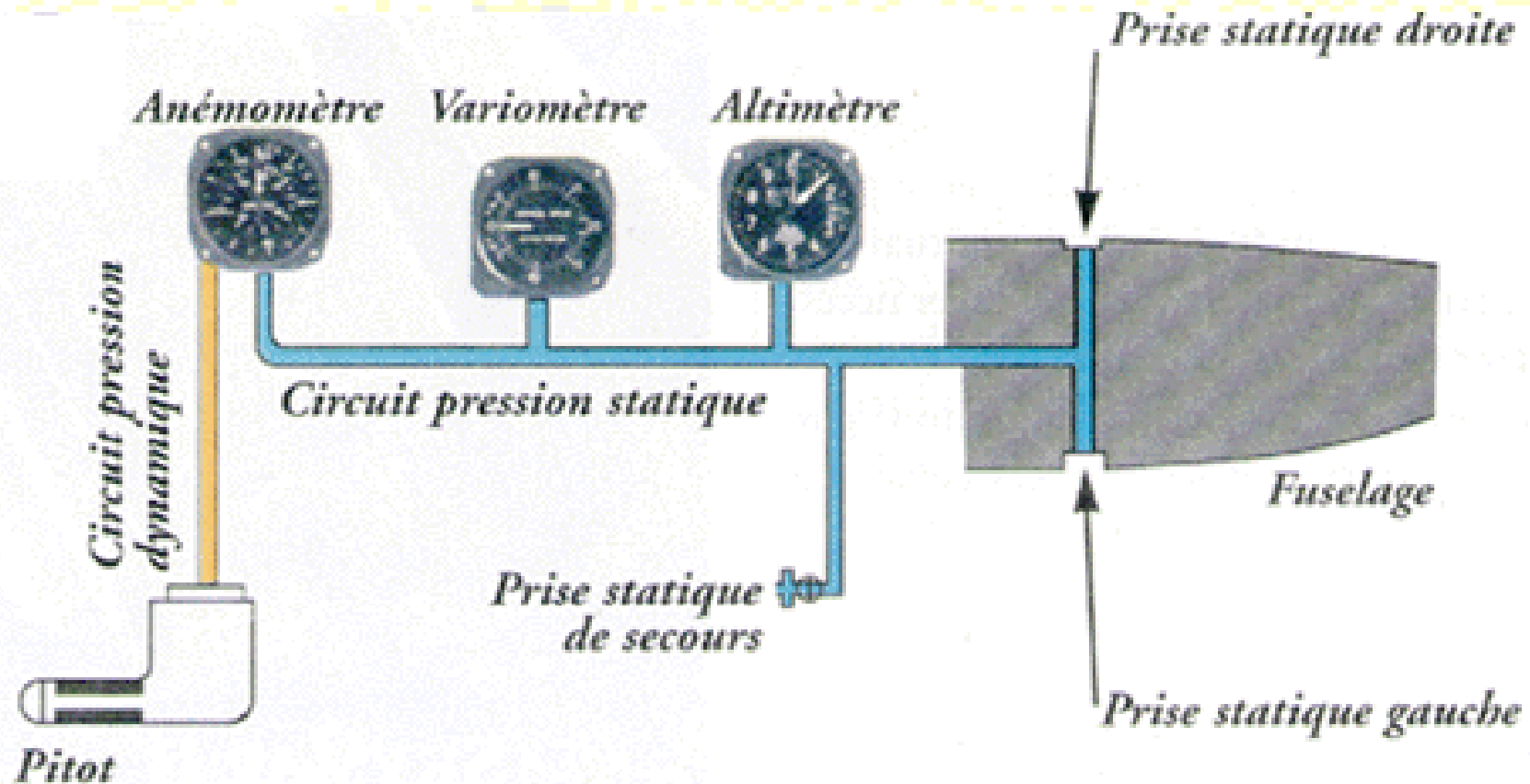
Instruments

Variomètre

- Différentiel de pression entre la capsule et le caisson étanche (Vitesse ascensionnelle)



Câblage des prises statiques et dynamiques



CIRCUITS STATIQUE ET DYNAMIQUE

Machmètre



Mach Number

$$\text{ratio} = \frac{\text{Object Speed}}{\text{Speed of Sound}} = \text{Mach Number}$$



Subsonic
Mach < 1.0



Transonic
Mach = 1.0

Supersonic
Mach > 1.0



Hypersonic
Mach > 5.0

CM 170

- Circuit statique
- Circuit Pitot Avant
- Circuit Pitot Arrière

N° CR: 03.7

PL. 26

A.I.C.L.

TR1

(5) VARIOMETRE

PRISES TOTALES
RECHAUFFEES

(1) VARIOMETRE

(3) MACHMETRE

(4) ANEMOMETRE

(2) ALTIMETRE

(6) ALTIMETRE

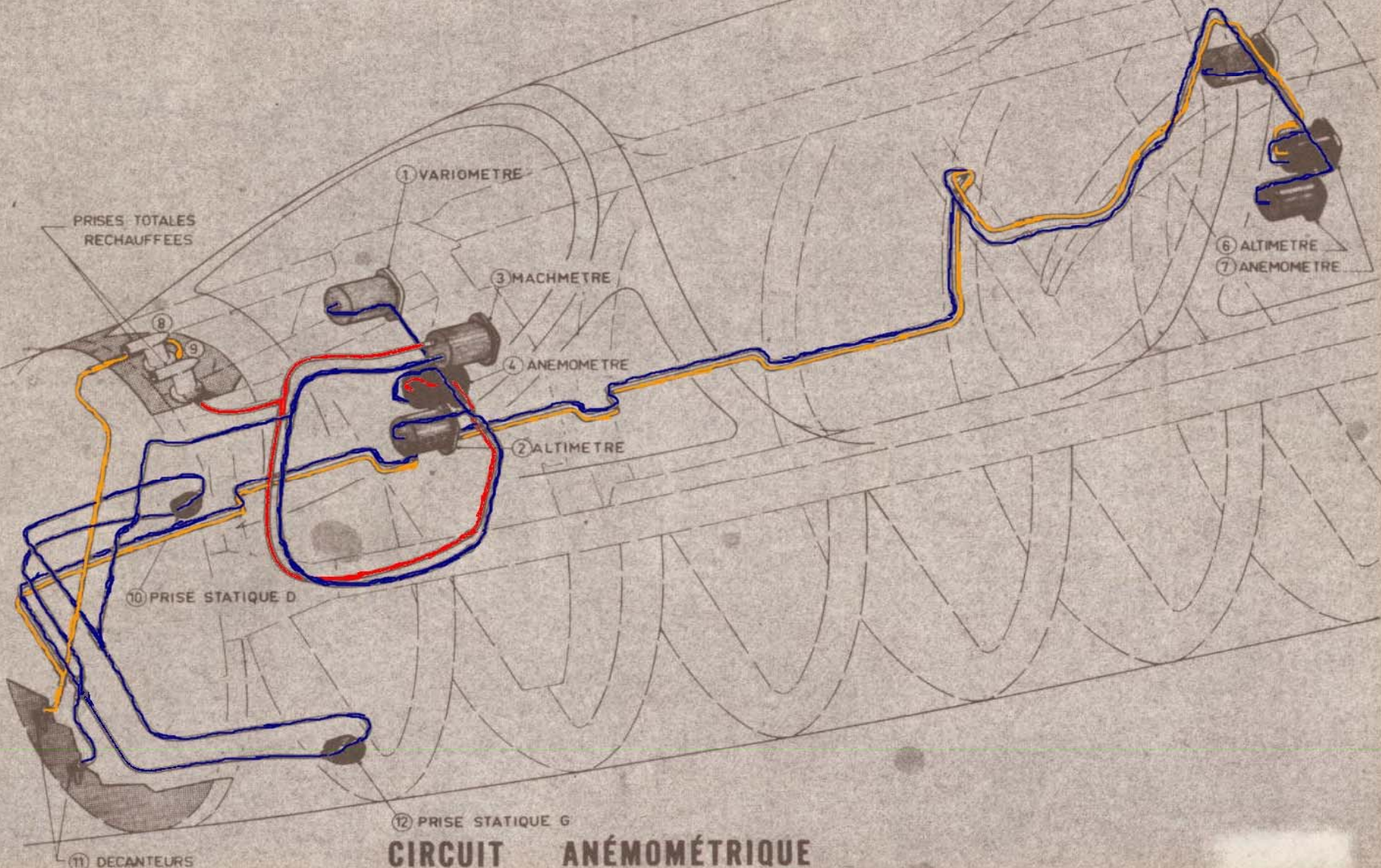
(7) ANEMOMETRE

(10) PRISE STATIQUE D

(12) PRISE STATIQUE G

(11) DECANTEURS

CIRCUIT ANÉMOMÉTRIQUE



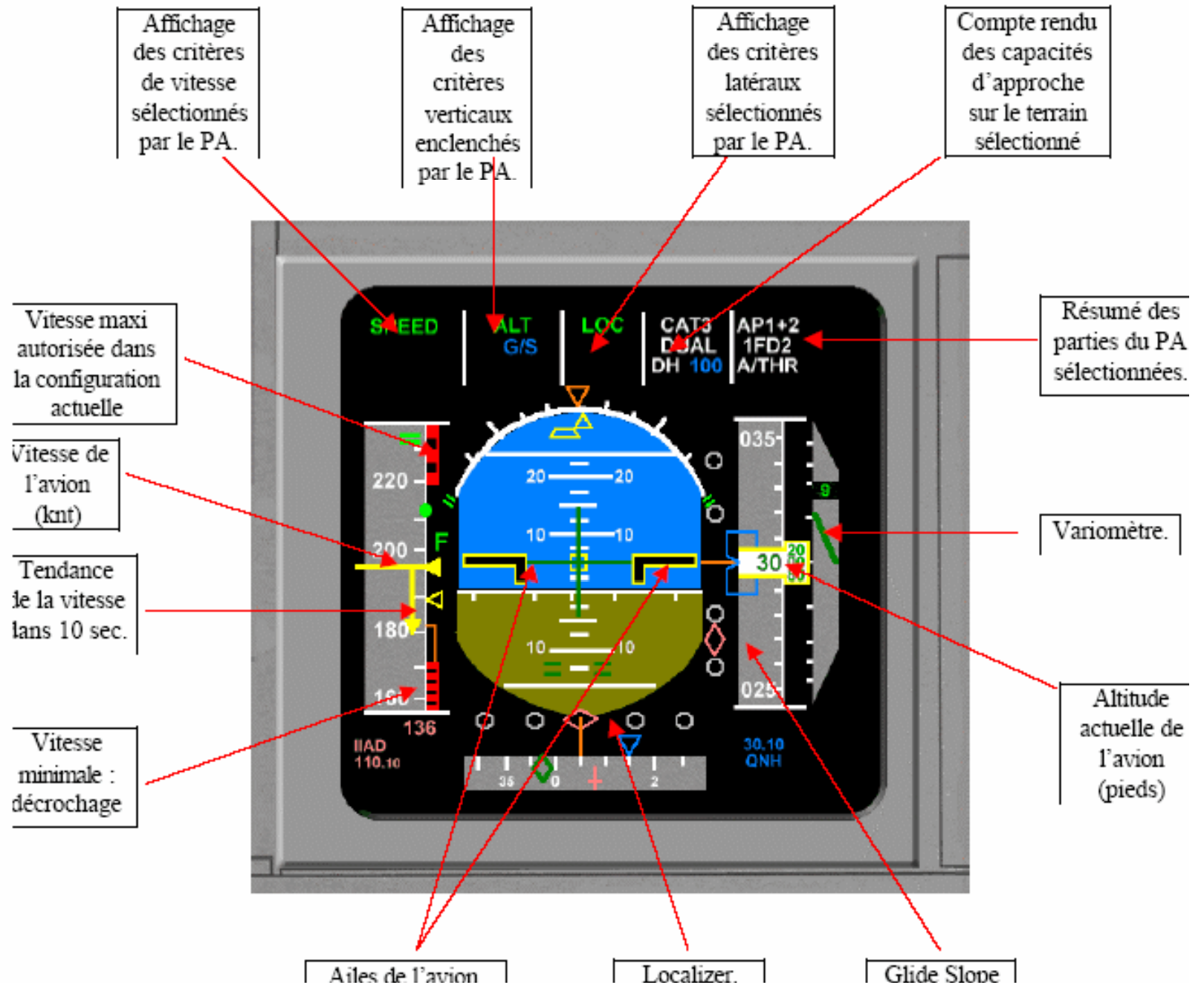
Gyroscopie

3 instruments de pilotage utilisent le gyroscope :

- ***l'horizon artificielle***
Pitch & Roll
- ***conservateur de cap***
- ***indicateur de virage***



Le Primary Flight Display (PFD)

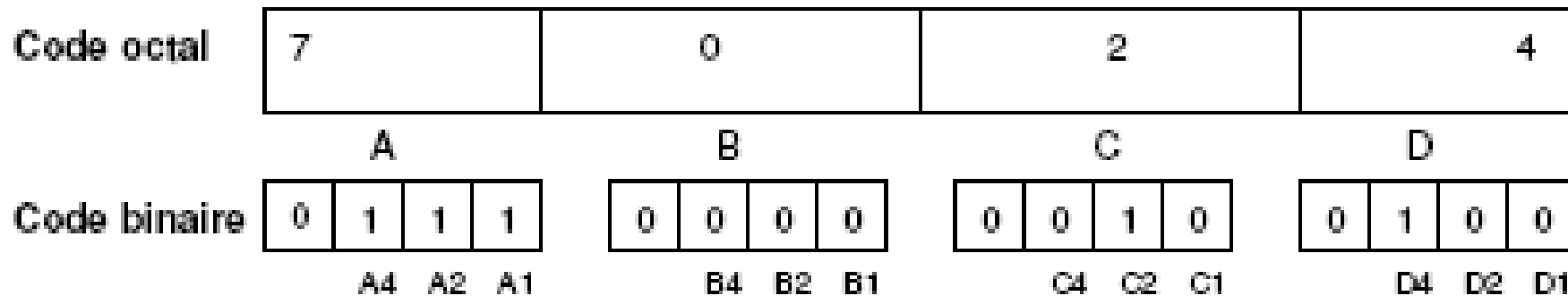




Transpondeur ATC

Air Traffic Controller

Prenons l'exemple d'un contrôleur aérien qui demande au pilote d'afficher le code 7024. On va étudier le code binaire de ce code octal afin d'en déduire le diagramme correspondant au message transmis.



Ainsi, 7024 correspondra à :

A1=1	B1=0	C1=0	D1=0
A2=1	B2=0	C2=1	D2=0
A4=1	B4=0	C4=0	D4=1

Rappels sur deux normes aéronautiques :

- **AECMA 1000D**

Il s'agit de la spécification 1000D de l'Association Européenne des Constructeurs de Matériels Aérospatial (AECMA). C'est une spécification internationale pour les publications techniques, utilisant une base de données source commune.

- **ATA 100**

C'est la spécification 100 de l'Air Transport Association (ATA). La spécification définit la structure et la présentation d'un certain nombre de manuels techniques couramment utilisés par les compagnies aériennes membres de l'IATA (International Air Transport Association).

Réglementation

- EASA (Part)
- JAA (JAR OBS)
- GSAC
- DGAC
- FAA (FAR)

Organismes réglementaires

- **EASA**
(**European Aviation Safety Agency**)
nouvelle agence européenne des autorités
aéronautiques.

- **JAA** <http://www.jaa.nl/>
(**Joint Aviation Authorities**)

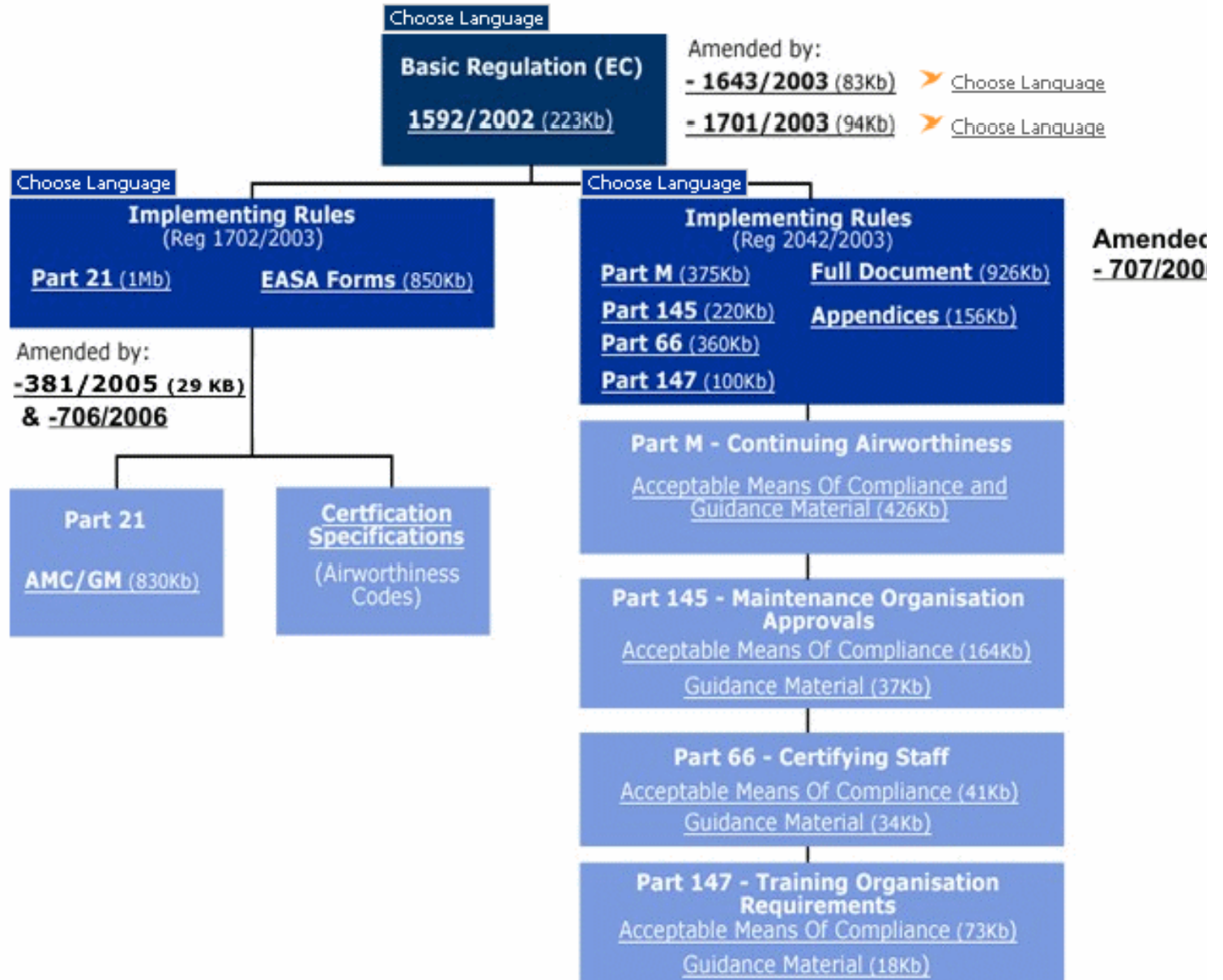
- **FAA**



Home
About EASA
Regulations
Certification
Maintenance
Rulemaking
Agency Measures
Quality & Standardisation
Environmental Protection
EASA Networking
Management Board
Careers
Procurement

Regulations

REGULATION ORGANISATIONAL STRUCTURE



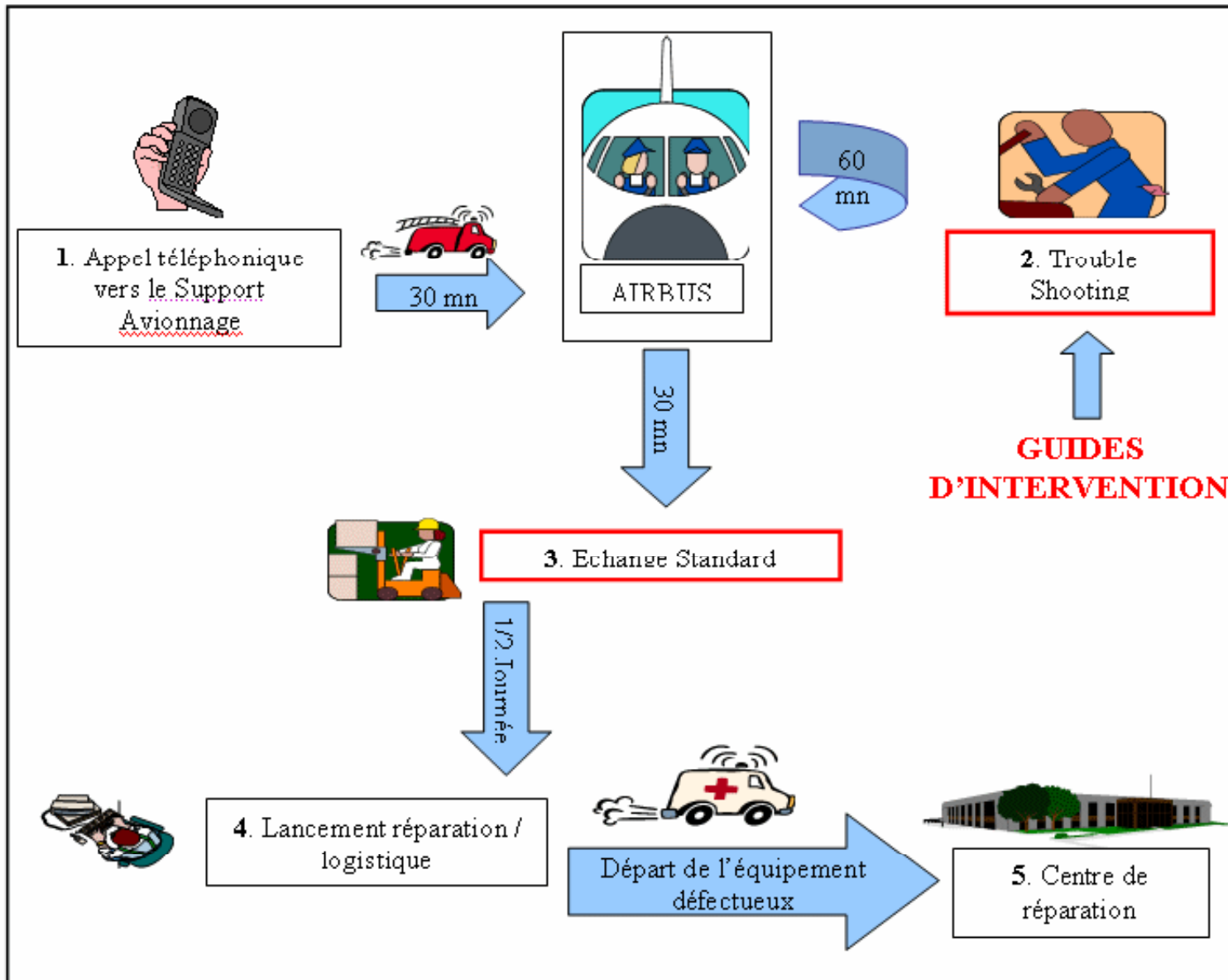
Agréments et certifications

- **PART-M** : Il réglemente l'exploitation des aéronefs. La sous partie M traite spécifiquement des exigences en matière de maintenance que doit satisfaire l'exploitant. Ces exigences de maintenance stipulent en outre que seul un atelier agréé PART 145 peut effectuer des travaux d'entretien sur avion.
- **PART 145** : Il réglemente la maintenance des aéronefs. En particulier, il est spécifié que seul un organisme agréé PART 145 peut délivrer l'**APRS** (Approbation Pour Remise en Service) qui permet de remettre l'avion en service après l'entretien.
- **PART 147** : Il assure la qualification appropriée à l'avion du personnel d'entretien de l'atelier. Cette qualification vient en complément d'une qualification de base (délivrée par un autre organisme) et « adapte » les connaissances précédemment acquises à un certain type d'aéronef. A terme, les organismes agréés PART 147 pourront délivrer les licences **PART 66** qui habilitent leur détenteur à prononcer l'APRS. Pour l'instant, ce règlement n'est pas applicable en France.
- **PART 21 JA** : Il réglemente les activités du bureau d'étude.
- **PART 21 G** : Il réglemente les activités de production.

Nouvelle réglementation l'EASA pour le suivi de navigabilité

- Le changement de réglementation de l'OPS M à la PART M donne la possibilité à une compagnie aérienne de surveiller elle-même au bon fonctionnement du maintien de la navigabilité de ses avions.
- Pour cela, elle peut effectuer un rapport de revue de navigabilité (ARR : Airworthiness Review Report), normalement fait par l'autorité (GSAC) selon l'OPS M.
- Ce rapport est ensuite envoyé aux autorités pour information et ceux-ci délivrent un Certificat d'examen de navigabilité (ARC : Airworthiness Review Certificate) qui permet de renouveler le Certificat de navigabilité (CdN).
- Il est à noter que si l'autorité a des doutes concernant le rapport reçu de la compagnie, elle refusera de délivrer le Certificat, et fera un audit à ce sujet dans cette même compagnie.

Maintenance Aéronautique



Test automatique



PRESENTATION DES DIFFERENTS NIVEAUX DE MAINTENANCE

- NTI1 :
 - Niveau avion, isolation du calculateur ou sous-système en panne (maintenance embarquée, MARCONI...)
- NTI2 :
 - Niveau atelier, (exemple: isolation de la carte défailante du calculateur)
- NTI3 :
 - Niveau fabricant, industriel, isolation du composant défailant

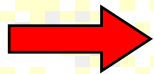
2) TEST ILS AVEC BANC MARCONI



Présentation du banc Marconi

Tester le bon fonctionnement :

- Du ~~système~~ HF ;
- Du système VHF ;
- Du ~~système~~ SELCAL ;
- Des systèmes VOR ;
- Du système ILS ;
- Du système Marker.

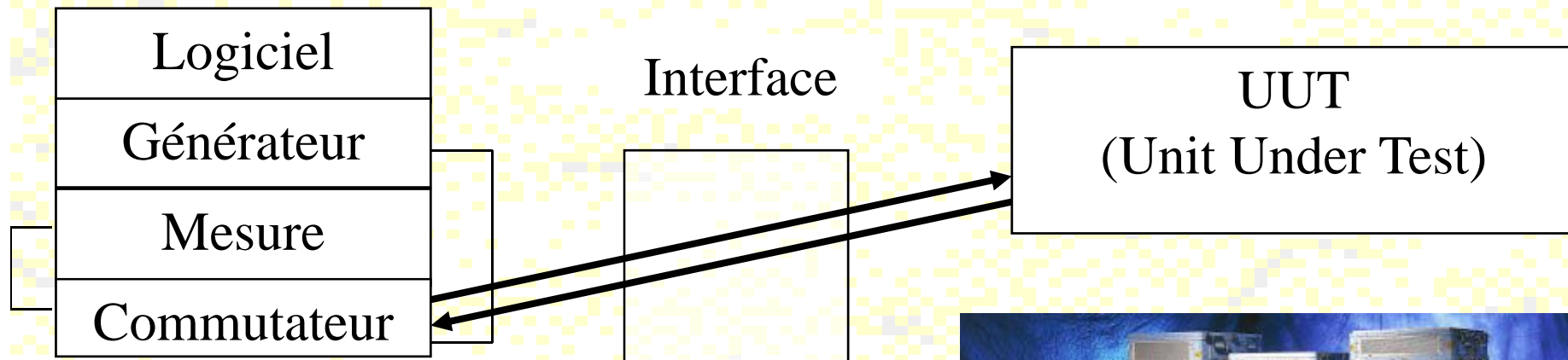


Vérifier les performances des systèmes radios afin d'éviter la dépose en NTI2 et NTI3.

1) PRINCIPE DES MOYENS DE TEST

Un moyen de test est composé de :

- ✓ un générateur de signaux,
- ✓ un appareil de mesures,
- ✓ un commutateur.



2) EVOLUTION DES MOYENS DE TEST

Auparavant, 1 équipement \Rightarrow 1 banc de tests.



1964

BANC MANUEL



1971 SESAME 64-60

Arrivée des premiers testeurs automatiques, lecteurs à bande, les programmes de test sont écrits dessus.

1983 SESAME 2600

Utilisation de disquettes de 8 pouces.



1989 MT1000

Première génération de testeur universel automatique, les supports sont des disquettes de 5 pouces $\frac{1}{4}$ et/ou de 3 pouces $\frac{1}{2}$.

1998 ATEC 6

Génération actuelle programmée en langage ATLAS, sur support CD-ROM.

3) BANC ATEC

Aujourd'hui \Rightarrow la famille ATEC fait son apparition : chargement de l'ATP (Automatic Test Procedure) et de l'interface.

La partie Software est du Visual ATEC

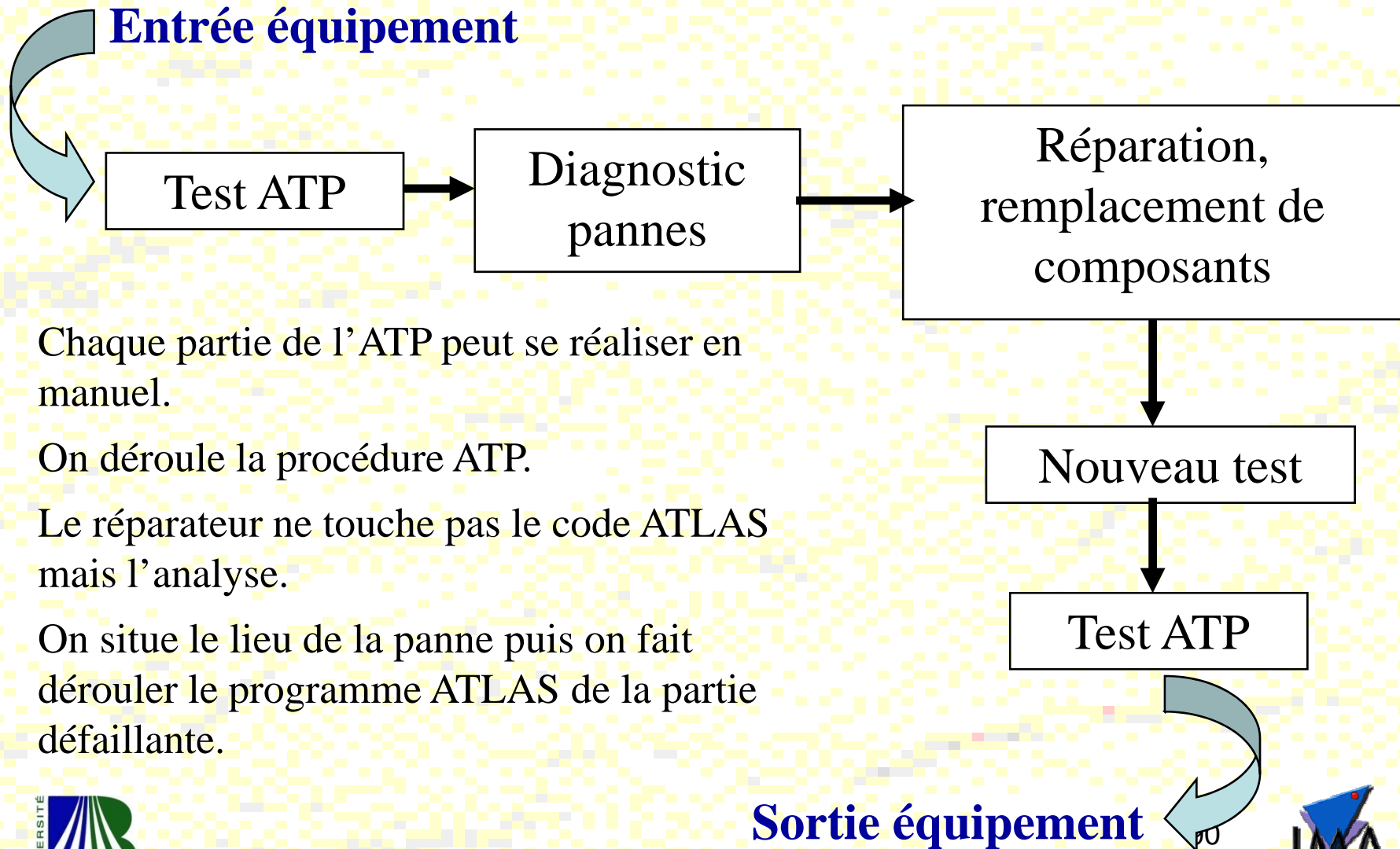
La programmation logiciel Hardware est en ATLAS

ATLAS = Abbreviated Test Language for All Systems

ATLAS est un langage naturel abrégé basé sur la langue anglaise.

Il est destiné à la préparation et à la documentation de procédures et programmes de test.

4) PROCESSUS DE REPARATION



6) INTERET D'UN BANC AUTOMATIQUE

Banc Manuel:

- ↳ Plus cher en main d'œuvre, beaucoup de commutations (interrupteurs, fiches bananes).

Banc Automatique:

- ↳ Test avec un programme \Rightarrow apprendre le langage de programmation (formation).
- ↳ Encombrement réduit, temps gagné et réduction du personnel.

Unités

- 1 mille nautique (NM) = 1852 m = 1' arc terrestre
- 1 mile terrestre (mi) = 1609,344 m = 5280 ft
- 1 foot (ft) = 0,3048 m = 12 inch
- 1 inch (in) = 0,0254 m
- 1 knot (KT) = 1,852 km/h
- 1 FPM = 1 ft min⁻¹
- 1 psi = 0,0694 bar
- **1 m/s ≈ 200 ft/min ≈ 2 KT ≈ 3,6 km/h**

Glossaire

- **Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACi)**
- **International Civil Aviation Organization – ICAO**
- **atmosphère standard - ISA**
(International Standard Atmosphere)

atmosphère standard - ISA

- L'atmosphère définie comme standard est une atmosphère ayant les caractéristiques suivantes:
- Pression de 1013,25 hPa, 29,92 inHg ; 760mm de Hg au **niveau de la mer**
- T° de 15°C ou 288K **au niveau de la mer**
- Masse volumique $\rho = 1,2255 \text{ kg/m}^3$ T° de 15°C ou 288K **au niveau de la mer**
- Célérité du son $a \approx 340,3 \text{ m/s}$ ou 1225 km/h ou 660 KT **au niveau de la mer.**
- Décroissance de pression dans les basses couches de 28ft/hPa arrondi à 30hPa pour le calcul mental
- Décroissance verticale de T° de 6.5°C / 1000m (2°C:1000ft) du niveau de la mer jusqu'à 30000ft
- T° constante de -56.6°C au dessus de 36000 ft (au dessus de la tropopause) de 11km à 20km.

Le centre de ressources IMA de Bordeaux I



INSTITUT DE MAINTENANCE AERONAUTIQUE
Centre de ressources du Département MAI
Mécanique Aéronautique et Ingénierie





INSTITUT DE MAINTENANCE
AERONAUTIQUE



<http://www.maintenance-aeronautique.com/>



