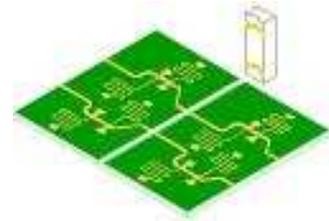


4TSI504 - Initiation à la Maintenance des systèmes Avionique



Rappel réglementation aéronautique
Documentation pour la maintenance avionique (cf ATA27)



Principes & niveaux de maintenance
Systèmes de Maintenance avionique

Rappel caractéristiques ondes radio (dBm)

Techno cartes et composants électronique

Banc de test avionique pour piste

Banc de test automatique ATEC

Bus avioniques



Version 2.1 - novembre 2022
Denis MICHAUD
Thomas TANG

Compléments cours maintenance avionique & test auto

- Mémoire BITE Built In test Equipment : par A Turrel THALES
- EMI - ESD –CEM : par A Turrel THALES / Tristan Dubois
- Maintenance avionique Airbus : par Y Poncet AIRBUS

Vidéos dans Mediapod
Mot clef
avionics

- MCDU [VIDEO : Programmation d'un plan de vol sur MCDU d'A321](https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/6769-programmation_mcd_u_lfbd_vers_lfbo_p3d_aerosoft_a321/)
https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/6769-programmation_mcd_u_lfbd_vers_lfbo_p3d_aerosoft_a321/
- Vidéo 8 techno avionics : Architecture IMA + cours P Capircio THALES (*Master 1*)
- DO 178 C --- ACARS --- IFE



Vidéo test du XPDR Transpondeur Garmin avec IFR 6000 sur maquette pédagogique

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/6896-maquette-avionique-transpondeur-garmin-et-banc-de-test-ifr4000/>

[Vidéo test du VOR BMC à Mérignac avec IFR 4000 sur maquette pédagogique](https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/6897-maquette-avionique-test-vor-avec-ifr4000-cdi-et-rmi-et-efis/)

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/6897-maquette-avionique-test-vor-avec-ifr4000-cdi-et-rmi-et-efis/>

[Vidéo mise en oeuvre Banc de test aneméo-barométrique à Mérignac LFBF sur maquette pédagogique DR400](https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/6894-maquette-dr400-instruments-aneméo-barométrique-avec-valise-de-test-ateq/)

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/6894-maquette-dr400-instruments-aneméo-barométrique-avec-valise-de-test-ateq/>

Lien vers les vidéos associées compléments technologies ► avionique

Complément Technologie : A1 Standards Aéronautiques – documentation et normes avionique

Video 10a Documentation et réglementation pour l'avionique (24min :36)

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/10295-technologies-avionique-10a-documentation-reglementation>

Video 10b Normes ARInc (54 min :12)

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/10287-technologies-avionique-10b-normes-arinc/>

Video 10c TSO Technical Standard Order (19 min :21)

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/10290-technologies-avionique-10c-tso/>

■ Accessible par mot de passe

[Video 8 : init aéro : maintenance et réglementation aéronautique](#)

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/6752-initiation-aeronautique-8-reglementation-et-maintenance/>

*Mot clef **avionics**
dans **MEDIAPOD***

Navigation RDNV chapitre 4 de la formation CAEA accessible via moodle

<https://moodle1.u-bordeaux.fr/course/view.php?id=3118§ion=5>

Initiation à la Réglementation Aéronautique

Dans TOUS les cas d'intervention sur un aéronef ou ses équipements, il faut se référer à la documentation de cet aéronef en cohérence avec la réglementation !

O.A.C.I. (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) :

→ *ICAO International Civil Aviation Organization*

Convention de Chicago (7/12/1944), siège à Montréal

Mission : faciliter le transport aérien international.

Moyens : normalisation, standardisation.

[Video 8 : init aéro : maintenance et réglementation aéronautique](https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/6752-initiation-aeronautique-8-reglementation-et-maintenance/)

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/6752-initiation-aeronautique-8-reglementation-et-maintenance/>



O.A.C.I.



Recommandations de l' OACI (ANNEXES)

Annexe 1 : Licences du personnel

Annexe 2 : Règles de l'air

Annexe 3 : Assistance météorologique à la navigation

Annexe 4 : Cartes aéronautiques

Annexe 5 : Unités de mesures à utiliser dans l'exploitation en vol et au sol

Annexe 6 : Exploitation technique des aéronefs

Annexe 7 : Marques de nationalité et d'immatriculation des aéronefs

Annexe 8 : Certificats de Navigabilité d'aéronefs

Annexe 9 : Facilitation

Annexe 10 : Télécommunications aéronautiques

Annexe 11 : Services de la circulation aérienne

Annexe 12 : Recherches et sauvetage

Annexe 13 : Enquête sur les accidents d'aviation

Annexe 14 : Aéroports

Annexe 15 : Services d'information aéronautique

Annexe 16 : Protection de l'environnement

Annexe 17 : Sécurité : Prévention de l'Aviation Civile Internationale contre les actes illicites

Annexe 18 : Sécurité du transport des marchandises dangereuses

Organismes réglementaires

- **EASA**

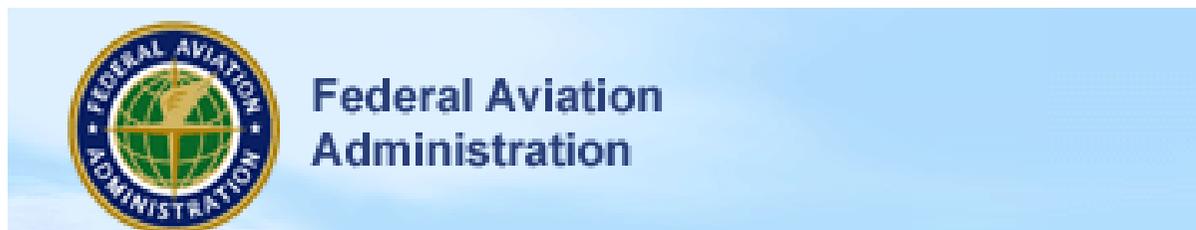
(**European Aviation Safety Agency**)

nouvelle agence européenne des autorités aéronautiques

- **JAA** <http://www.jaa.nl/>

(**Joint Aviation Authorities**)

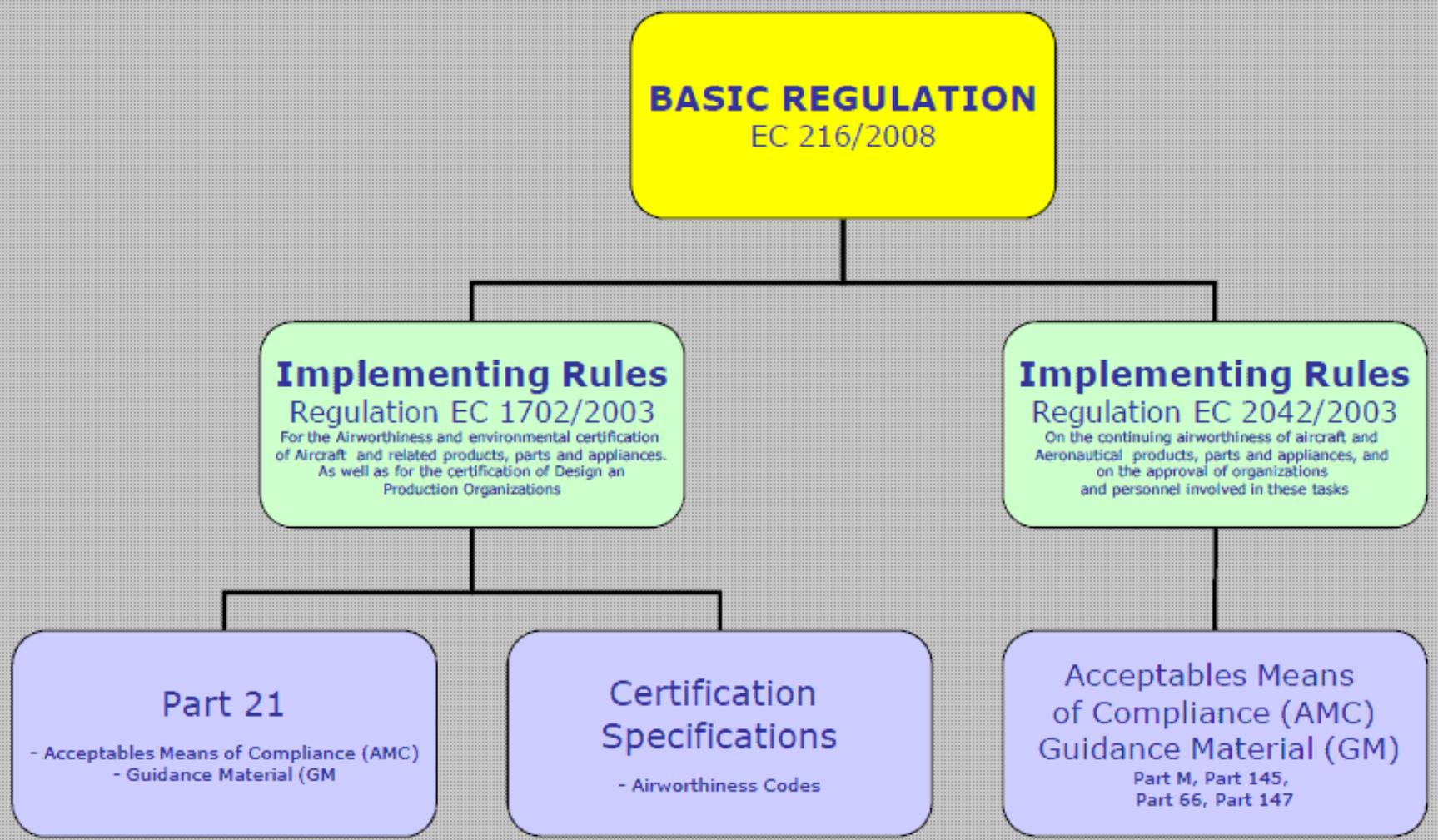
- **FAA**





Structure Règlementaire

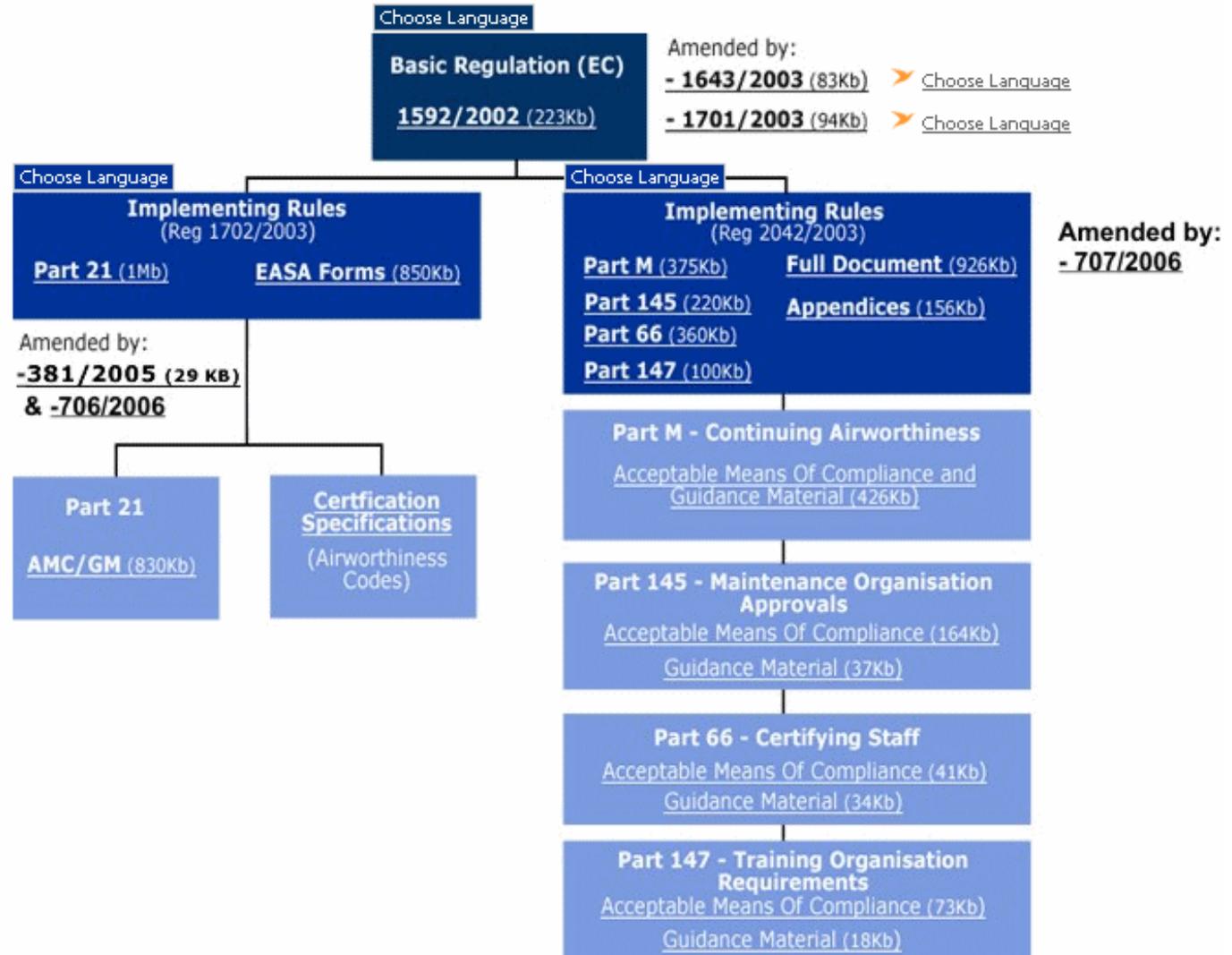
EASA



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

Regulations

REGULATION ORGANISATIONAL STRUCTURE

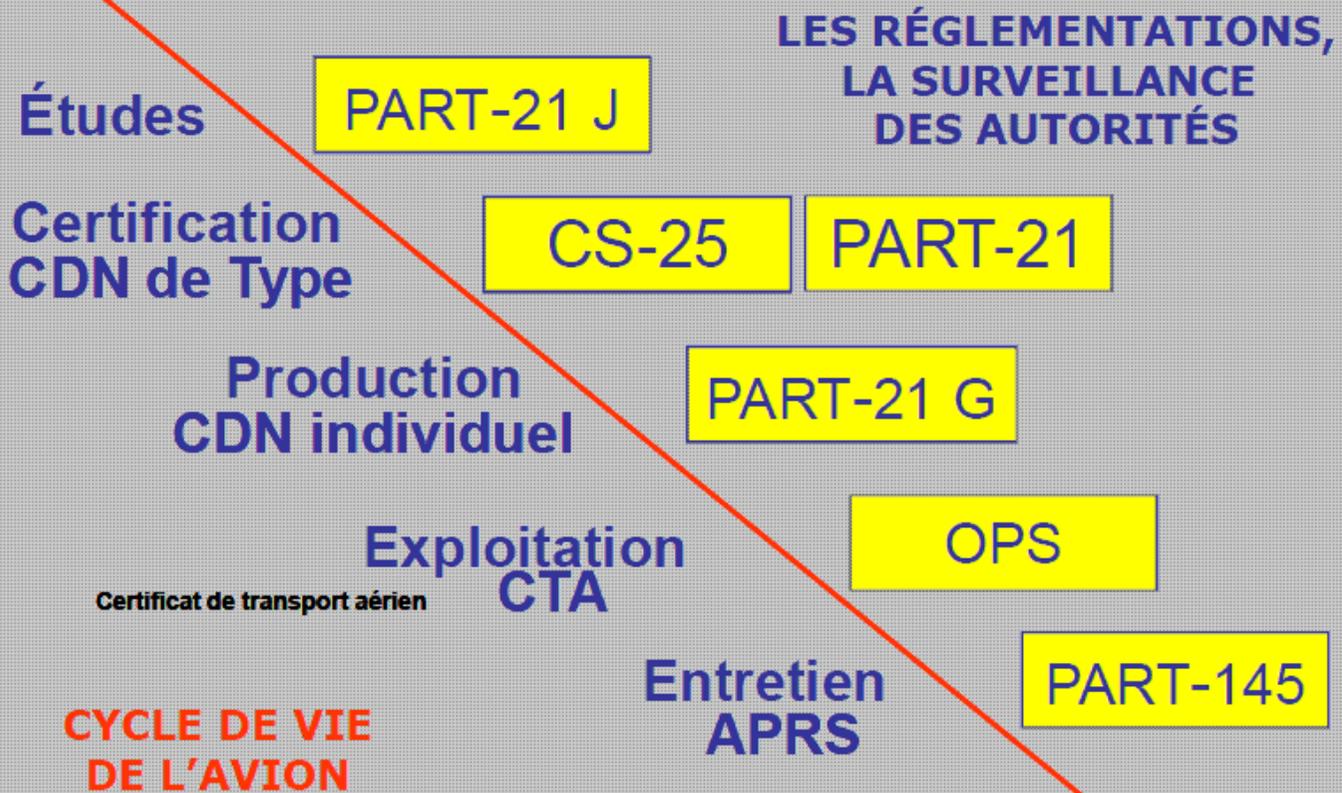


Agréments et certifications

- **PART-M** : Il régleme 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. Le *suivi et la gestion de navigabilité* sont régis par les sous partie J et G....
- **PART 145** : Il régleme 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 habilite leur détenteur à prononcer l'APRS. Pour l'instant, ce règlement n'est pas applicable en France.
- **PART 21 JA** : Il régleme les activités du bureau d'étude. (rétrofit, modification cabine...)
- **PART 21 G** : Il régleme les activités de production. (FAL et avions d'essais en vol)
- **MRO** « Maintenance, Repair & Overhaul » , centre de maintenance aéronautique agréé Part 145
- **APRS** « Approbation Pour Remise en Service » ou « Autorisation pour Remise en Service », aircraft CRS en anglais «*aircraft Certificate of Release to Service*» pour libérer un équipement ou un avion après réparation dans un MRO , agréé Part 145



Structure Règlementaire





**maintenance
Part 145
release to service**



**Certifying
Staff
Part 66**



**Certifying
Staff Training
Part 147**

ANNEXE 2 – MODULES PARTIE-66 REQUIS PAR CATEGORIE

MATIERES	AVION A OU B1		HELICOPTERE A OU B1		B2
	Moteur(s) à turbine (A1 ou B1-1)	Moteur(s) à pistons (A2 ou B1-2)	Moteur(s) à turbine (A3 ou B1-3)	Moteur(s) à pistons (A4 ou B1-4)	Avionique
1 (mathématiques)	X	X	X	X	X
2 (physique)	X	X	X	X	X
3 (électricité)	X	X	X	X	X
4 (électronique)	X*	X*	X*	X*	X
5 (techniques digitales, systèmes d'instruments électroniques)	X	X	X	X	X
6 (technologie des matériaux et accessoires)	X	X	X	X	X
7 (pratiques d'entretien)	X	X	X	X	X
8 (aérodynamique)	X	X	X	X	X
9 (facteurs humains)	X	X	X	X	X
10 (législation aéronautique)	X	X	X	X	X
11 (aérodynamique avion, structures et systèmes)	X	X			
12 (aérodynamique hélicoptère, structures et systèmes)			X	X	
13 (aérodynamique aéronef, structures et systèmes)					X
14 (propulsion)					X
15 (turbo machines)	X		X		
16 (moteur à pistons)		X		X	
17 (hélice)	X	X			

* Le module 4 n'est pas requis pour la catégorie A.

Nouveau
License B3

Sujet module	Avion A ou B1 avec:		Hélicoptère A ou B1 avec:		B2	B3
	Moteur(s) à turbines	Moteur(s) à pistons	Moteur(s) à turbines	Moteur(s) à pistons	Avionique	Avions non pressurisés à pistons ayant une MTOM inférieure ou égale à 2 000 kg
1	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X	X
5	X	X	X	X	X	X
6	X	X	X	X	X	X
7A	X	X	X	X	X	
7B						X
8	X	X	X	X	X	X
9A	X	X	X	X	X	
9B						X
10	X	X	X	X	X	X
11A	X					
11B		X				
11C						X
12			X	X		
13					X	
14					X	
15	X		X			
16		X		X		X
17A	X	X				
17B						X

Title 14 Code of Federal Regulations

Aeronautics and Space

CHAPTER 1 Federal Aviation Administration, Department of Transportation

Subchapter A Definitions and General Requirements

Part 1 Definitions and Abbreviations

Subchapter B Procedural Rules

Part 11 General Rulemaking Procedures

Part 17 Procedures for Protests and Contract Disputes

Subchapter C Aircraft

Part 21 Certification Procedures for Products and Articles

Parts 23—31 Airworthiness Standards for Various Categories of Aircraft

Part 39 Airworthiness Directives

Part 43 Maintenance, Preventive Maintenance, Rebuilding and Alteration

Part 45 Identification and Registration Marking

Subchapter D Airmen

Part 61 Certification: Pilots, Flight Instructors and Ground Instructors

Part 67 Medical Standards and Certification

Subchapter E Airspace

Part 71 Designation of Class A, B, C, D and E Airspace Areas; Air Traffic Service Routes; and Reporting Points

Part 73 Special Use Airspace

Subchapter F

Air Traffic and General Operating Rules

Part 91

General Operating and Flight Rules

Part 97

Standard Instrument Procedures

Part 103

Ultralight Vehicles

Subchapter G

Air Carriers and Operators for Compensation or Hire: Certification and Operations

Part 110 - 139

General and Operating Requirements

Subchapter H

Schools and Other Certificated Agencies

Part 141

Pilot Schools

Part 142

Training Centers

Subchapter I

Airports

Part 150 - 169

Subchapter J

Navigational Facilities

Part 170 - 171

Subchapter K

Administrative Regulations

Part 183 - 193

Code of Federal Regulations

14

Part 1 to 38
Revised as January 27, 2012

Aeronautics and Space



Figure 1-6. Flight Standards District Office locations across the United States.

State Organization & authorities

The [International Civil Aviation Organization](#) (ICAO) sets global standards which are then implemented by national and regional bodies around the world.

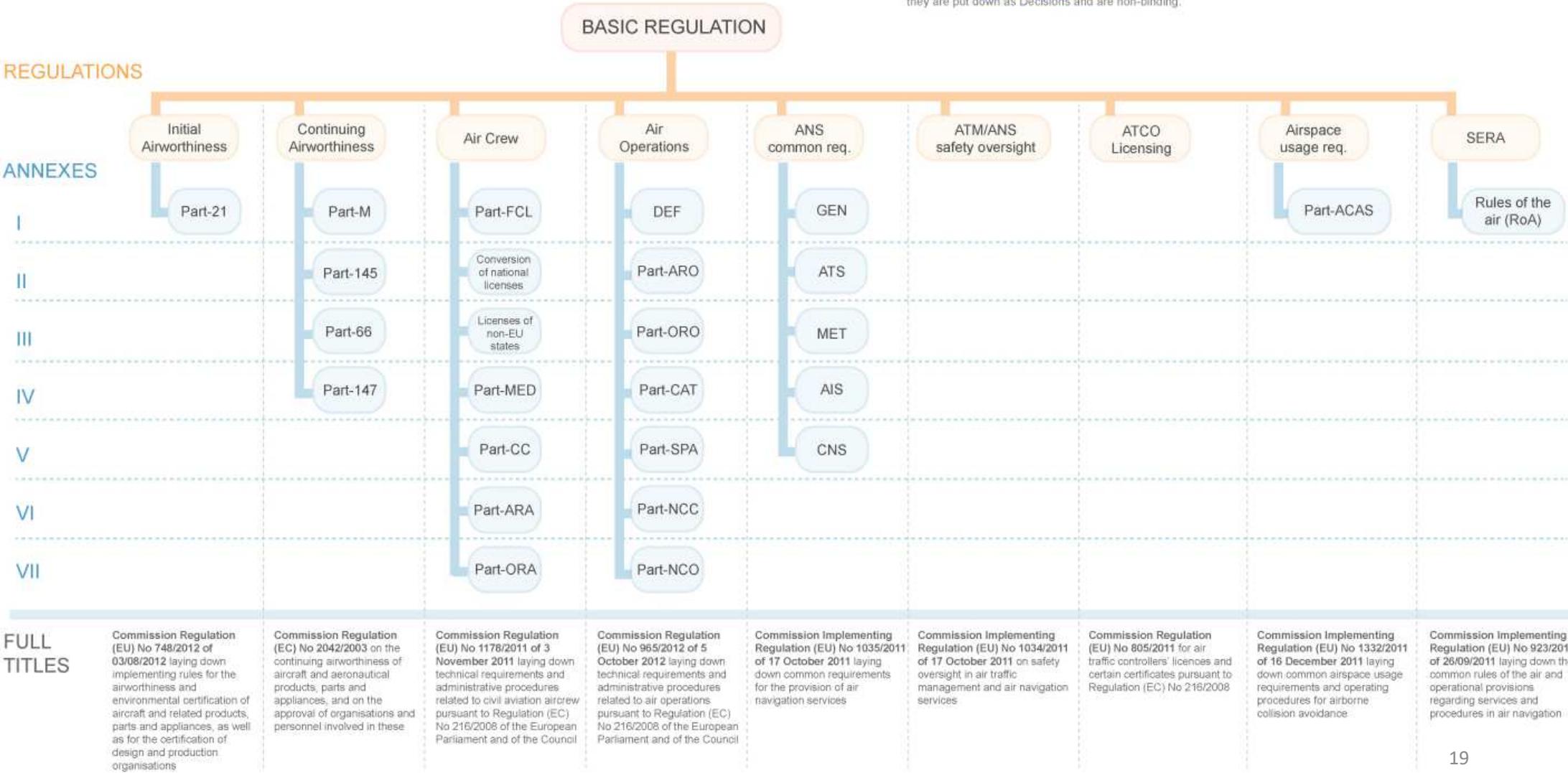
Local airworthiness authorities include:

- [Agência Nacional de Aviação Civil](#) (ANAC) Brazil
- [Civil Aviation Administration of China](#) (CAAC) China
- [Civil Aviation Authority \(United Kingdom\)](#) (CAA) United Kingdom
- [Civil Aviation Safety Authority](#) (CASA) Australia
- [Directorate General of Civil Aviation \(India\)](#) (DGCA) India
- [European Aviation Safety Agency](#) (EASA) Europe
- [Federal Aviation Administration](#) (FAA) United States
- [Transport Canada](#) (TC) Canada

Rulemaking Regulations Structure

Each Part to each implementing regulation has its own [Acceptable Means of Compliance and Guidance Material \(AMC/GM\)](#). These AMC and GM are amended along with the amendments of the regulations. These AMC/GM are so-called 'soft law' (non-binding rules), and put down in form of EASA Decisions. A comprehensive explanation on AMC in form of questions and answers can be found [here](#). For SERA and ANS implementing regulations, the respective AMC/GM will be added later.

Furthermore, [Certification Specifications](#) are also related to the implementing regulations, respectively their parts. Like AMC/GM they are put down as Decisions and are non-binding.



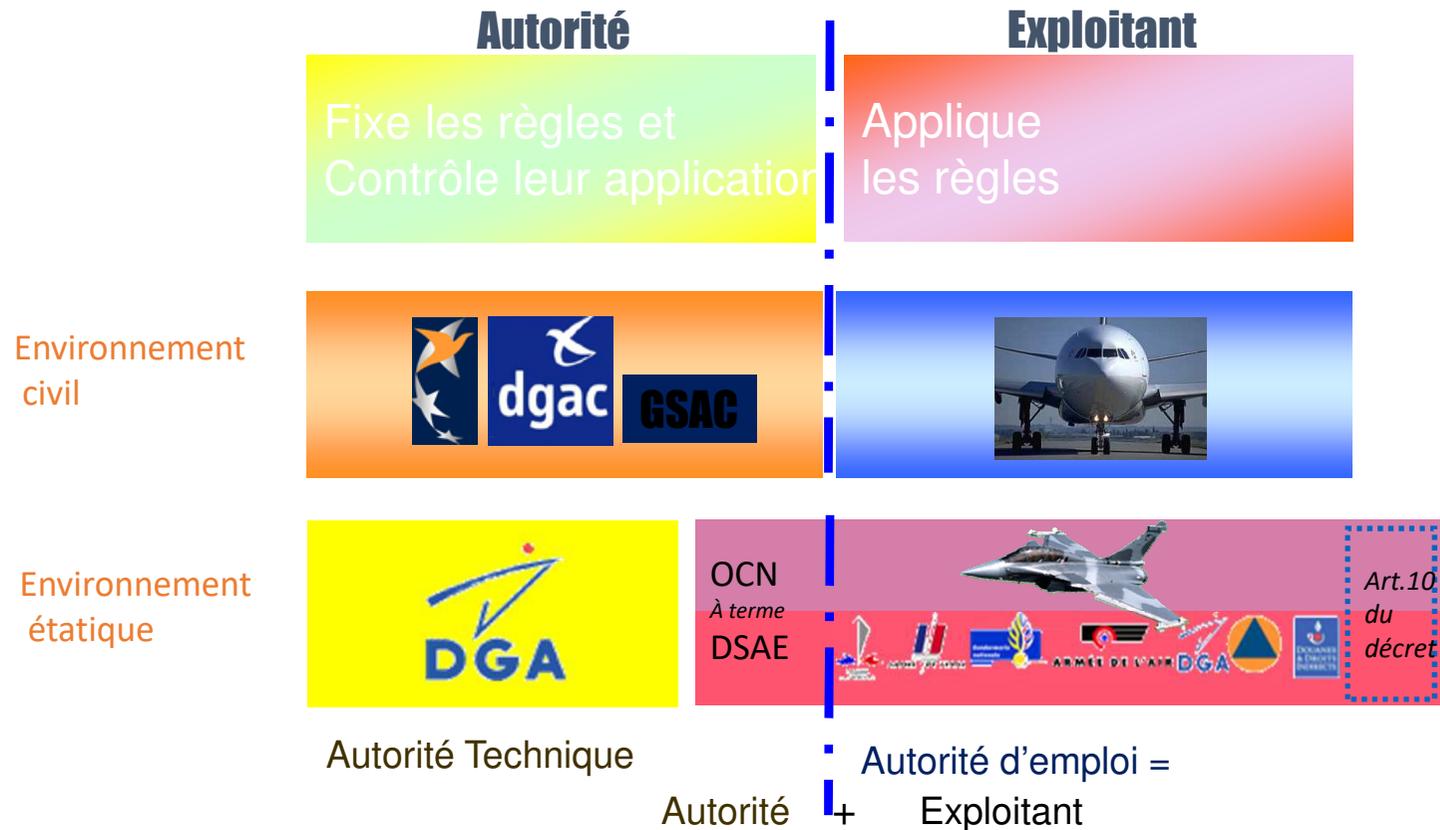
European Aviation Safety Agency (EASA)

Agence Européenne de la Sécurité Aérienne(AESA)

EMARs European Military Aviation Requirements
EMAR 66, 145, 147, M, 21 ...



les responsabilités d'Exploitant technique



Article 10 : En cas de circonstances exceptionnelles ou de nécessités opérationnelles urgentes, les autorités mentionnées à l'article 15 peuvent, par décision motivée et pour une durée limitée, déroger aux dispositions du présent décret.

Réglementation

- EASA (Part)



- FAA (FAR)



- JAA (JAR OBS)



- DGAC



- OSAC (ex GSAC)



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 (OSAC) 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.

L'AGRÉMENT

- Pour obtenir l'Agrément, l'Organisme d'Entretien va rédiger un Manuel de spécifications d'Organisme d'Entretien (M.O.E.) et le présenter à l'Autorité



DOMAINE D'INTERVENTION sur aéronef

Pour chaque type d'aviation, le personnel de maintenance agréé **PART 66** intervient sur trois composantes d'un aéronef :

- La cellule ;
- Les moteurs ;
- L'avionique.



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 défaillante du calculateur)
- NTI3 : Niveau fabricant, industriel, isolation du composant défaillant



Maintenance:

Niveau 1

Niveau 2

Niveau 3



Levels of MAINTENANCE

In current maintenance concepts, included in Integrated Logistics Support (ILS), different maintenance levels are considered.

These levels, of which there are **three**, notably take account of the localization of the fault, available means, as well as the "size" of the unit requiring replacement.

Each of these basic levels has a test level (BITE "Built-In Test Equipment", external tests, etc.) and a service level for repairs.

Line-replaceable unit (LRU). An **LRU** is an essential support item which is removed and replaced at the UNIT level, TSL1 to restore the end item to an operational ready condition.

Shop-replaceable unit (SRU), a type of line-replaceable unit repaired at a backshop

3 Levels of MAINTENANCE

- **TSL1** (technical level of intervention / trouble shooting level)

- Level 1 - known as TSL1, OLM, online maintenance, line or level 1 - is the basic maintenance level.

The repair is carried out in the "field", i.e. on the runway or in a theatre of operations and consists in replacing a line-replaceable unit or LRU, an operation which represents the standard exchange of a unit.

- *e.g.: Replacement of the computer of an autopilot SEC computer on the A320*

- *NEED AMM and IPC and WDM documentation*

- **TSL2**

- Level 2 - called TSL2, ILM, shop or level 2 - is the intermediate Level of Maintenance .

The repair is carried out in a hangar or shop and consists in changing a shop-replaceable unit or SRU, an LRU sub-component

- *e.g.: Replacement of an acquisition card on an Air Data Computer. NEED CMM documentation*

- **TSL3**

- Level 3 - called TSL3, DLM, level 3 or manufacturer - is the most in-depth maintenance level.

The repair is carried out on the premises of an approved maintenance firm, which is often the manufacturer of the faulty part and consists in the repair of the faulty SRU by exchanging the component.

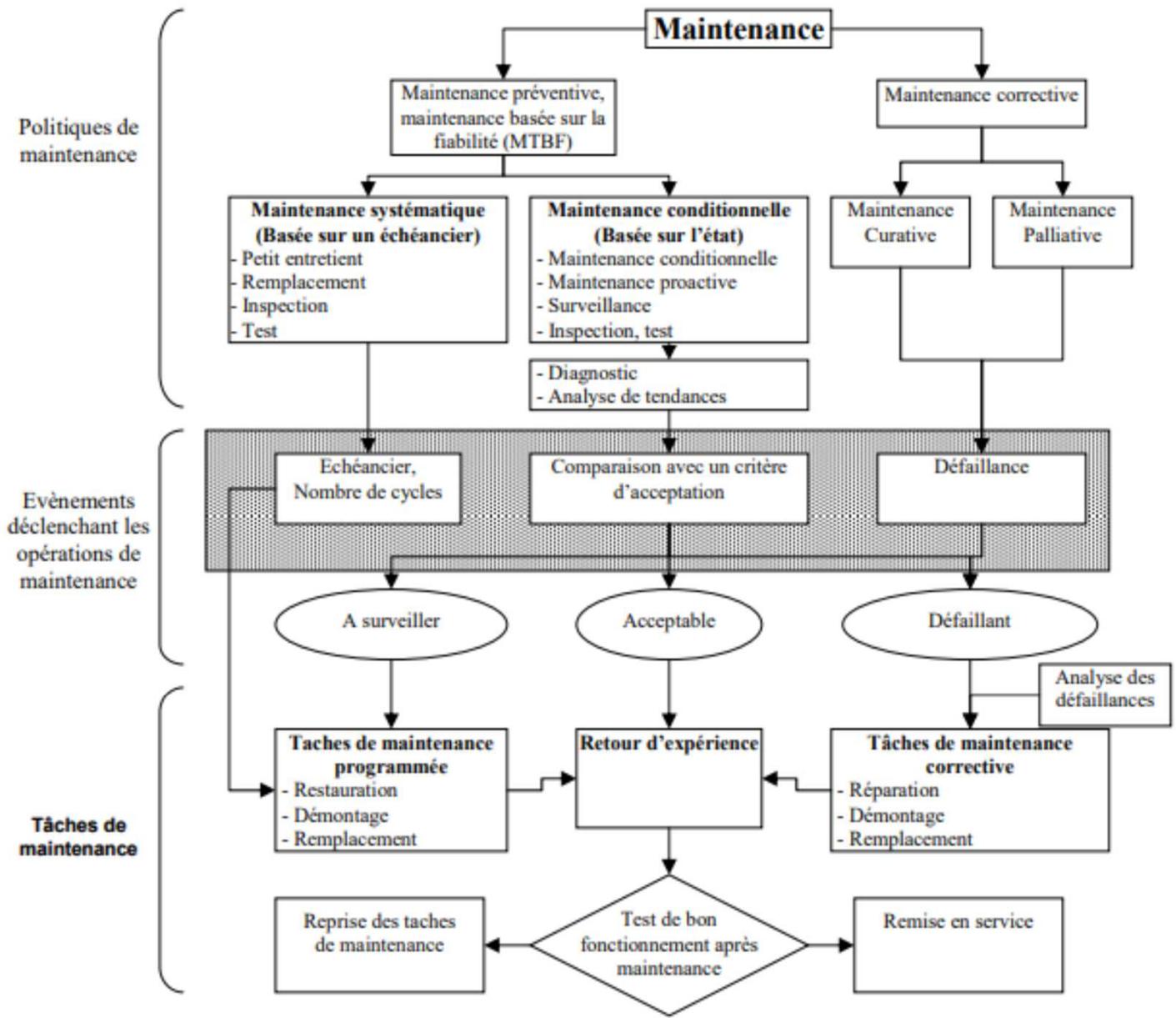
- *e.g.: Change of a condenser of the calculation board of a HUD on the Mirage 2000.*

ACTIVITE DE MAINTENANCE	NIVEAU ORGANISATION UTILISATRICE	NIVEAU INTERMEDIAIRE	NIVEAU FOURNISSEUR
	Maintenance en ligne Niveau Technique d'Intervention 1 (NTI1) <i>Organization Level of Maintenance (OLM)</i>	Maintenance en atelier Niveau Technique d'Intervention 2 (NTI2) <i>Intermediate Level of Maintenance (ILM)</i>	Niveau Technique d'Intervention 3 (NTI3) <i>Depot Level of Maintenance (DLM)</i>
Où ?	Là où est utilisé le système (on dit aussi « en ligne » ou « en piste »)	Dans un atelier du client ou chez le fournisseur	Dans un centre spécialisé (chez le fournisseur ou dans un centre agréé par lui)
Qui ?	Un technicien spécialiste de ce niveau	Un technicien spécialiste de ce niveau	Un technicien hautement qualifié
Sur quoi ?	Sur système et équipements URL ou URP (<i>LRU</i>)	Sur grands sous-ensembles URA (<i>SRU</i>)	Sur parties et composants élémentaires sur URA (<i>SRU</i>)
Action de maintenance	Echange des URL ou URP (<i>LRU</i>)	Echange des URA (<i>SRU</i>)	Réparation des URA (<i>SRU</i>)
Travail réalisé	Inspection Remise en condition Réglage Réparations mineures	Inspection détaillée Remise en condition importante Réglages complexes Réparations ou modifications importantes,	Inspection détaillée Réparations et réglages complexes Révision, reconstruction usine

PRESENTATION DES DIFFERENTS PRINCIPES DE MAINTENANCE

- Préventif :
 - Selon un calendrier établi et nombre de **cycle** ou **heures** de vol FH
- Curatif :
 - Quand la panne est arrivée : AOG ! Aircraft on Ground
- Correctif :
 - Mise à jour Software, application de AD ou SB ...
- Prédicatif :
 - Prédit quand aura lieu la panne
 - Pannes observées et observable
 - Brevet MMS de Dassault Aviation pour Falcon 6X

Le processus de maintenance a été formalisé pour une meilleure délimitation de son périmètre.



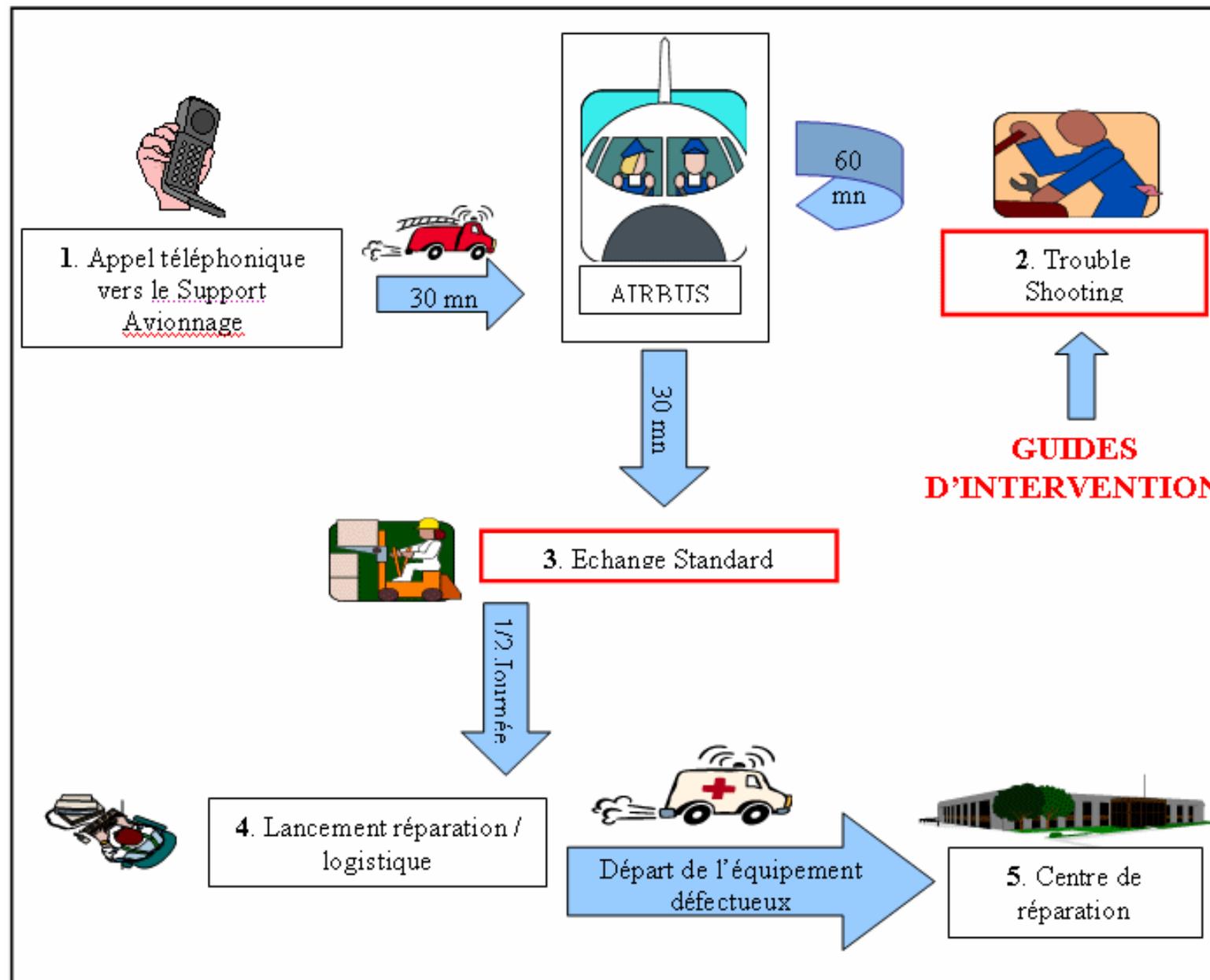
Maintenance avionics: *Stock et logistique* (supply chain)



- Work order, log book
 - EASA form 1 (Nti2) , APRS (Nti1) , fiche suivie, Planification/disponibilité/prévisions/
 - **Documentation** / réglementation / effectivités : AD, SB, CAMO, gestion et suivi navigabilité (Part M), MSG3....
- Disponibilité et planification des ressources: flotte, aux de charge, dispo du personnel, et appareillage des bancs de test
 - **Consommables** : joints, fluide divers, étiquettes, EPI, ESD, composants électronique
 - **Outils: Basic:** pinces, clés, tournevis, fer à souder
 - **Banc de test :** portable, ATEC , générateurs, appareillage de mesure et d'analyse, câbles et interfaces de connexion entre UUT (Unit Under Test) et banc de test associé à des softs liés à des « task »
 - **Logistique** Etat du stock de pièce de rechange, logistique approvisionnement, taux d'exploitation de la flotte.....condition de stockage
 - **Stock** des pièces de rechange: SRU, LRU, instrument de bord, connecteurs, cable
 - **Software** : pour équipements (*exemple mise à jours TCAS 7.1 ou code 24 bits pour XPDR mode S suite à nouvelle immatriculation....*)
 - ou pour fonctionnement du banc de test ATEC et les tâches (task) associées à la recherche de panne (Nti2) de l'équipement
 - ou pour la mise à jour de la data base OACI (*dans FMS tous les 28 jours*)
 - ou pour mise à jour des «firmware » des bancs de test ou ses appareillages
- Gestion de configuration
- Ateliers avionique : (CEM / ESD / EPI)
 - Contrôle visuel, control et mise en conformité : *mécanique, structurel, logiciel, matériel (interrupteur, connecteur, encodeur...)*
 - Nti1: agrément Part 66 et Part 145 pour MRO + matériel de test portable sur avion (*IFR4000/6000*) + **AMM, IPC, AWL**
 - Nti2 : qualification du personnel (diplôme d'électronique ou électrotechnique ou GEII...) + banc de test ATEC + **CMM**
 - Nti3 : OEM + banc de réparation électronique, appareil de mesure et banc de test avec une **configuration proche** des bancs de test des lignes de **production**.(« *planche à clou sur cuivre accessible* ») + **CMM** + norme Arinc + RETEX + expertise + TSO Technical Standard Order + self Test (BITE)

- Fin cours 1 vendredi 20 novembre 2022

P



- Processus maintenance et logistique, supply chain, MCO..

• Soft:

- Aeroweb
- AMASIS
- AMC...

Acteurs du Test automatique



[Video 12 : init aéro : industrie aéro et spatial](https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/6756-initiation-aeronautique-12-industrie-aeronautique-et-spatial/) (37min :30)

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/6756-initiation-aeronautique-12-industrie-aeronautique-et-spatial/>

Aircraft servicing 1/2 → Level 1

- "Flight incidents" are manually recorded by the pilot in the **LogBook**: This is used, along with the **FMS** (Flight Management System) for maintenance in order to maintain the aircraft in operational condition...
- The servicing consists in attempting to "clear" the equipment implicated in a fault and if it is genuinely faulty, to collect as much information as possible to help with its future repair and replace it via standard exchange.
- To do so, teams have several **TroubleShooting*** techniques at their disposal:

Airborne maintenance:

Accessible via the MCDU* (see opposite), the centralized maintenance system enables establishing of the diagnosis of a system.

The operator can access different information according to the equipment.

For example, they can simulate the functioning of the system via a System Test. They can access the TSDs* by consulting the BITE* codes linked to each fault. They can also print out the PFR* to know the latest faults encountered, their context, and the related fault codes.



Aircraft servicing 2/2

Swapping

- This consists in physically swapping 2 identical computers fulfilling the same function (redundancy) and observing whether the fault "follows" the computer or not. In the case that the fault follows, the computer is removed.

Reconfiguration

- As previously, it is possible to swap not the units themselves but rather the functions they fulfill. Once again, if the fault remains on the same computer, it is removed.
- These 3 methods are simple Troubleshooting techniques that can be used to confirm the results obtained via centralized maintenance.
- In certain cases, swapping is impossible (case of a non-redundant computer such as CFDIU*), in others, reconfigurations are impossible (e.g. case of FMGECs*).

EFB Electronic Flight Bag , ATA 43 , ARINC 828-4

Thales Avionics was selected by the Russian aircraft manufacturer Sukhoi to provide the full avionics suite of its new regional aircraft (signing at the 2005 Bourget air show), the **RRJ** Russian Regional Jet, a 70- to 80-seater twin-engine jet.



There are plans to implement a dedicated avionics equipment maintenance tool on it.

This equipment will be used mainly for line maintenance and must mainly:

- * **Provide a list of actions to be taken** in case of avionics fault (change of LRU, updating of databases, etc.) in order to restore the aircraft to **operational condition** (dispatch) as quickly as possible.

- * **Provide diagnostic support** in case of **complex faults** via correlation of fault messages sent by LRUs and cockpit messages.

The objective is to avoid healthy equipment being returned to the equipment manufacturer and thereby reduce the **number of NFFs** (**No Fault Found**) and therefore **the cost** of possession (maintenance).

Presentation of EFB Tools 1/2 , ATA 43 , ARINC 828-4

An aircraft is comprised of a hundred or so more or less complex computers (LRUs). The majority of these computers have BITE (Built-In Test Equipment).

This is a small program implemented in the computer itself and intended to test its proper functioning.



In the RRJ, each computer will be connected to the centralized maintenance computer hosting a centralized maintenance function: the **CMF (Centralized Maintenance Function)**.

The objective of the CMF is to collect fault messages, test results, and health messages sent by the different **LRUs**.

The CMF then transmits this information to the **CMI (Centralized Maintenance Interface)**, hosting the user interface as well as a fault message correlation algorithm in order to provide the operator with a clear maintenance message

Presentation of EFB Tools 2/2, ATA 43, ARINC 828-4

It is therefore a tool designed to assist line maintenance operators by not presenting a fault message (e.g.: TCAS fault) but to them rather an action to be taken (e.g.: **change sensor X** connected to the TCAS)

The objective is to integrate the maintenance interface into an Electronic Flight Bag (EFB) terminal.

This type of medium is currently used to host the documents required by pilots (airport maps, approach procedures, departure check list, etc.).

It is usually positioned on the side panels of the cockpit or directly on the control column.

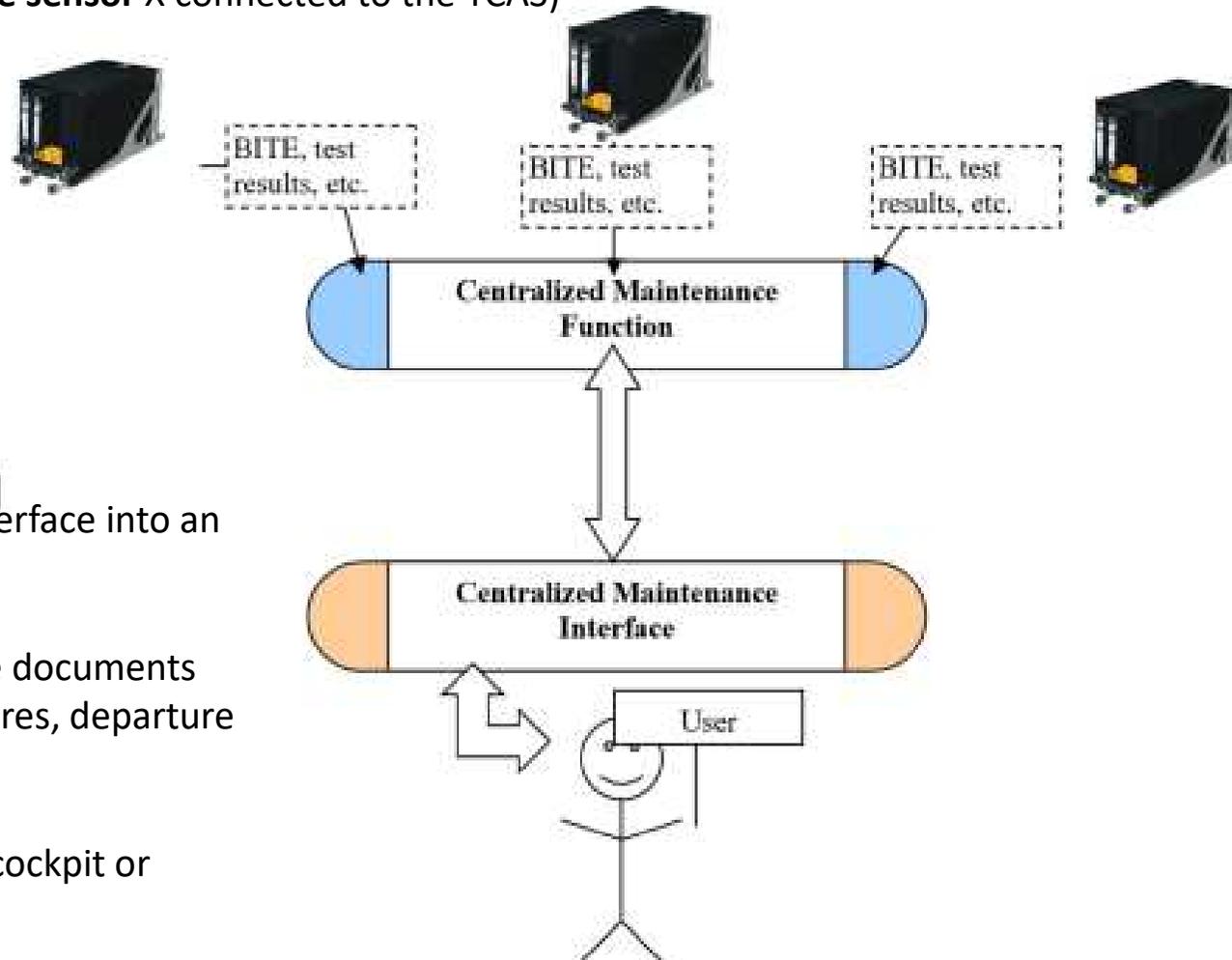


Figure2: Simplified centralized maintenance tool architecture

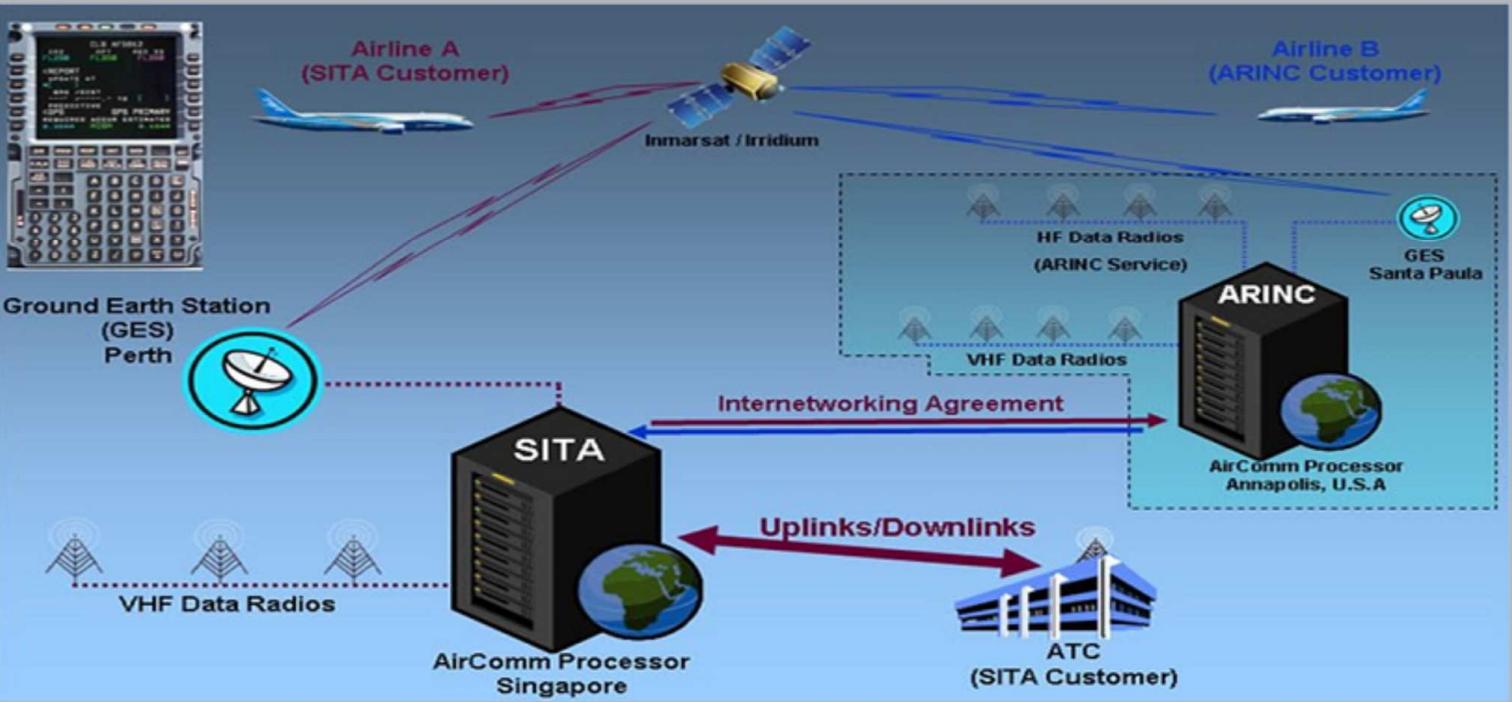
ACARS Aircraft Communication Addressing and Reporting System is created in 1978.

Developed due the necessity of reducing workload and costs of operation. Only one function: automated time clock system.

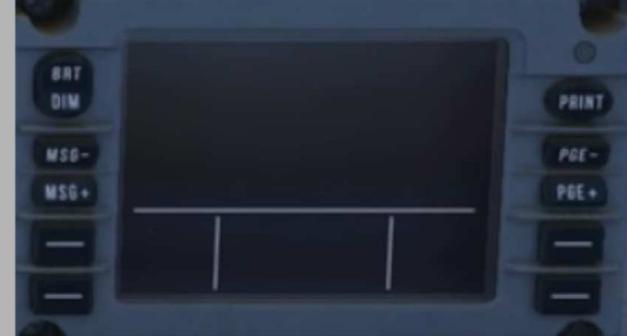
Today what is ACARS?

- * 9 million ACARS communications every week.
- * It is a Data-link system that enables an airplane to communicate with land based systems, through a network of transceivers.
- * Consists of equipment on board, equipment on the ground, and a service provider.
- * Frequencies 131.525 MHz; 131.725 MHz; 131.825 MHz

ACARS is a digital data link system for the transmission of messages between aircraft and ground stations
At first it relied exclusively on VHF channels but more recently, alternative means of data transmission have been added which have greatly enhanced its geographical coverage.
There has also been a rapid trend towards the integration of aircraft systems with the ACARS link. Both have led to rapid growth in its use as an operational communications tool.
Modern ACARS equipment now includes the facility for automatic as well as manual initiation of messaging.
ARINC guidelines have been defined for all the various avionic components of ACARS. (Arinc 619-5 Arinc 724-9 Arinc 724B-6)



DCDU : Data Communication Display Unit (to display ACARS)



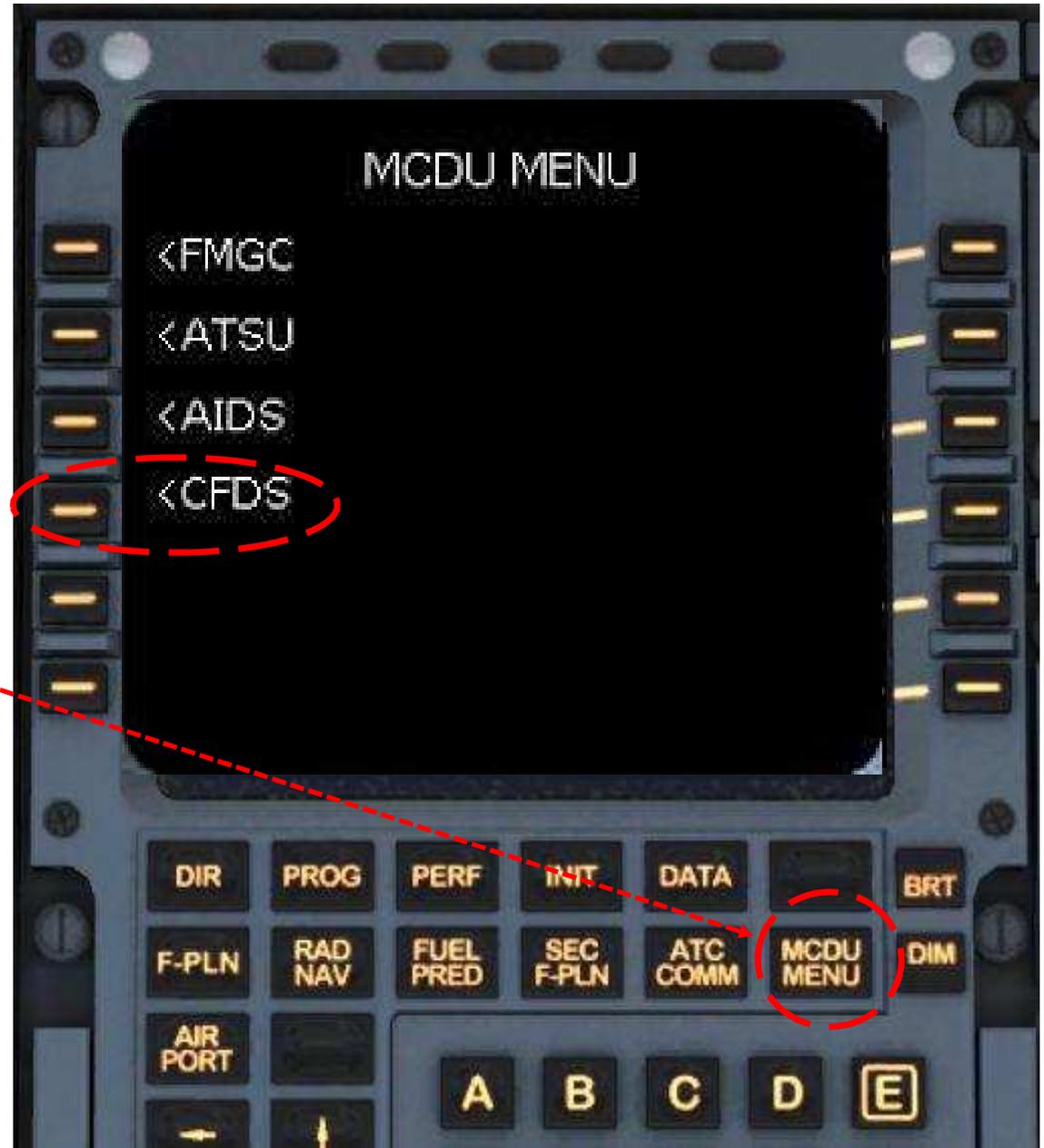
Systeme maintenance **ACARS** (5min :32s) <https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/10400-system-maintenance-acars/>

MCDU

Multipurpose Control Display Unit

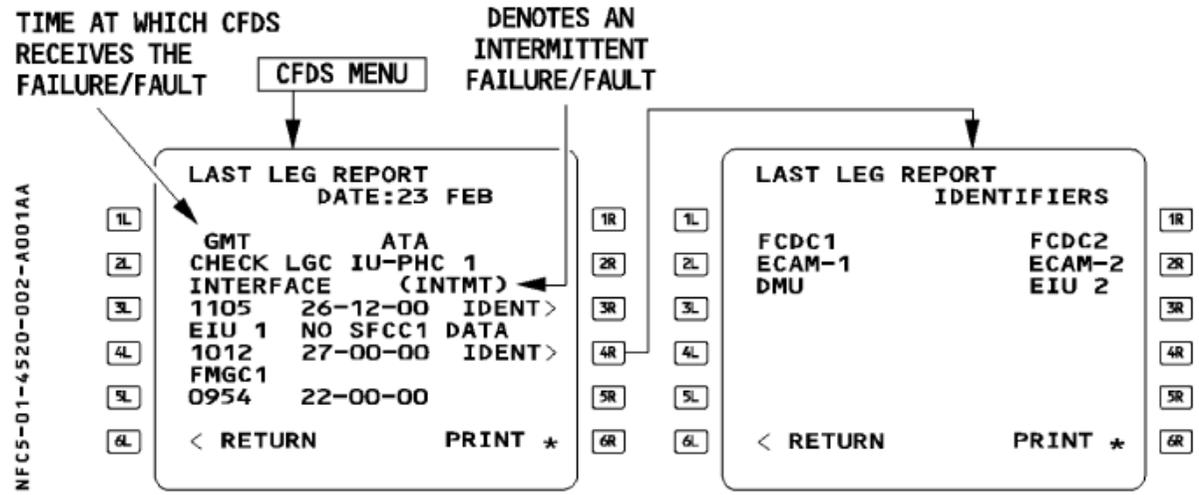
access to maintenance page,
failure/fault in CFDS

by *MCDU MENU* key

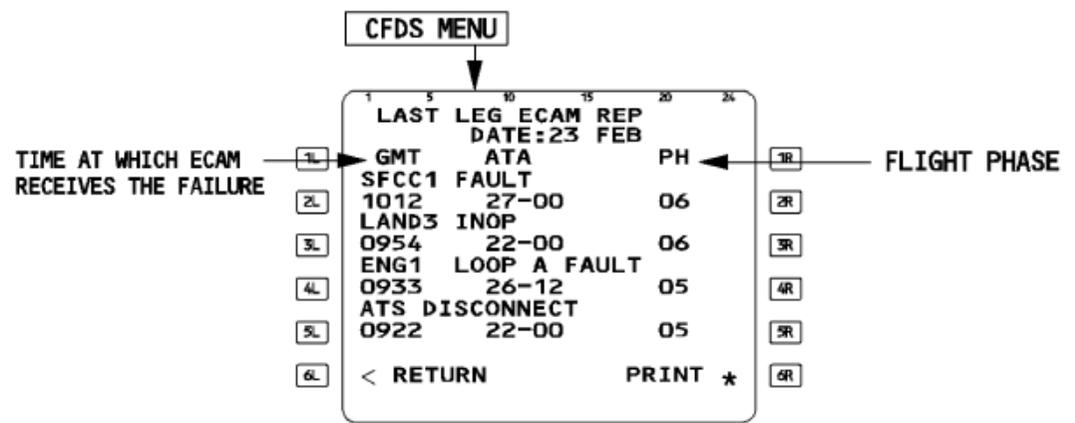


CFDS
on
MCDU MENU

LAST (or CURRENT) LEG REPORT



LAST (or CURRENT) LEG ECAM REPORT



Note : This screen displays PRINT only if the printer is installed.

PFR
Post
Flight
Report

PREVIOUS LEGS REPORT

1L PREVIOUS LEGS REPORT →
XY-ABCD
2L LEG DATE GMT ATA
NO FAC 1 DATA (INTMT)
3L -01FEB22- 1312 20-00-00
4L N2 SENSOR ENG 1
5L -01FEB22- 1248 77-45-11
6L CHECK ADIRU 1 STATICS
PHC1 INTERFACE
-05FEB20- 1733 34-67-00
< RETURN PRINT *

1R PREVIOUS LEGS REPORT
XY-ABCD
2R LEG DATE GMT ATA
CHECK LGDIU-PHC2
3R INTERFACE
4R -12FEB15-0966 26-12-00
5R
6R < RETURN PRINT *

NEXT
PAGE

AVIONICS STATUS

NEXT
PAGE

1L AVIONICS STATUS →
2L NO GPCU DATA
3L ADF 1 (CLASS 3)
4L FMGC
5L VHF
6L DMU
<RETURN PRINT*

1R AVIONICS STATUS →
2R NO ILS DATA
3R DMC (CLASS 3)
4R
5R
6R <RETURN PRINT*

Extract from A320 MEL

DIFFERENT FAULT CLASSES

The Centralized Fault Display System (CFDS) indicates system failures or faults which are divided in three classes :

- Class I

Failures indicated to the crew on the ECAM which have an operational influence on the flight. These failures must be logged on the ATL (technical log book) for repairing and eventually they are subject to an operational tolerance.

- Class II

MAINTENANCE MESSAGES ON ECAM STATUS PAGE

Faults which do not have ECAM E/WD messages or local warnings.

These faults are signified to the crew on the ECAM Status page of the SD under the MAINTENANCE item, by displaying the system affected. They do not mean that the systems are inoperative.

These messages are listed in the MEL at the beginning of each ATA chapter.

Except “QAR” and “DAR”, these messages allow unrestricted departure and are not the subject of a tolerance proposal.

They must be logged on the ATL (technical log book) after the last flight of the day.

They are processed by maintenance within regulatory time limits.

- Class III

Faults not notified to crew. These faults are handled by maintenance.

MEL AND CDL PRESENTATION

A318/19/20/21

AIR FRANCE
O.A.N.T

Minimum Equipment List (MEL)
ATA 21 - AIR CONDITIONING

TU 09.21.00. 44

Repair interval	Number installed	Number required for dispatch	Remarks and / or exceptions
<p>Item 2</p> <p>21-52 AIR COOLING SYSTEM</p>			
<p>21-52-01 AIR CONDITIONING PACKS</p> <p>A) Classic system A319/320/321</p>	<p>C 2 1</p>	<p>CCO</p> <p>Note : Both air conditioning packs may be inoperative for a non-pressurized flight (refer to TU 03.03.21.XX).</p>	<p>11</p> <p>One pack may be inoperative provided :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1- flight altitude is limited to 31500 ft, and 2- COND ZONE REGUL FAULT caution is not displayed on ECAM E/WD, and 3- affected PACK 1 (2) p.b. sw is selected OFF, and 4- affected pack valve is checked closed on ECAM SD BLEED page. <p>Note : This condition does not apply if pack valve has been secured closed as per item 21.51.01.</p> <p>Crew Procedure OR</p>

1 Items are classified by aircraft circuit (ATA 100 standard).

2 "Item" column : reference number followed by component, equipment, system or function concerned.

"Reserved" means that the number is not used by Air France.

"If installed" concerns equipment which does/does not belong to the aircraft circuit as defined in the TU manual.

Some items are identified by Functional Item Number (FIN code) to facilitate their location on aircraft.

Item effectivity by aircraft family or registrations ex : **A319, A321, A320-100, A319/320, A319-B5, LGH, ...** is indicated if the item is particular according to aircraft.

3 "Repair interval" column (not applicable to CDL) :

The letters A, B, C and D identify the categories of tolerances according to authorised maximum time limit of repair :

- A** : maximum time limit for repair is given in flying hours, aircraft cycles, number of legs, or days of use. The limit is defined in the "Remarks and / or exceptions" column.

The countdown time limit starts as soon as the tolerance is applied.

- B** : maximum time limit for repair is 3 calendar days.

- C** : maximum time limit for repair is 10 calendar days.

- D** : maximum time limit for repair is 120 calendar days.

When a delay is specified in days, the countdown starts at 00h01 TU of the day, following the day when the complaint has been noted on the ATL.

4 "Number installed" column : for a given item, it is the quantity of equipment, components, systems or functions installed on the aircraft.
The "." symbol indicates that a variable quantity is installed.

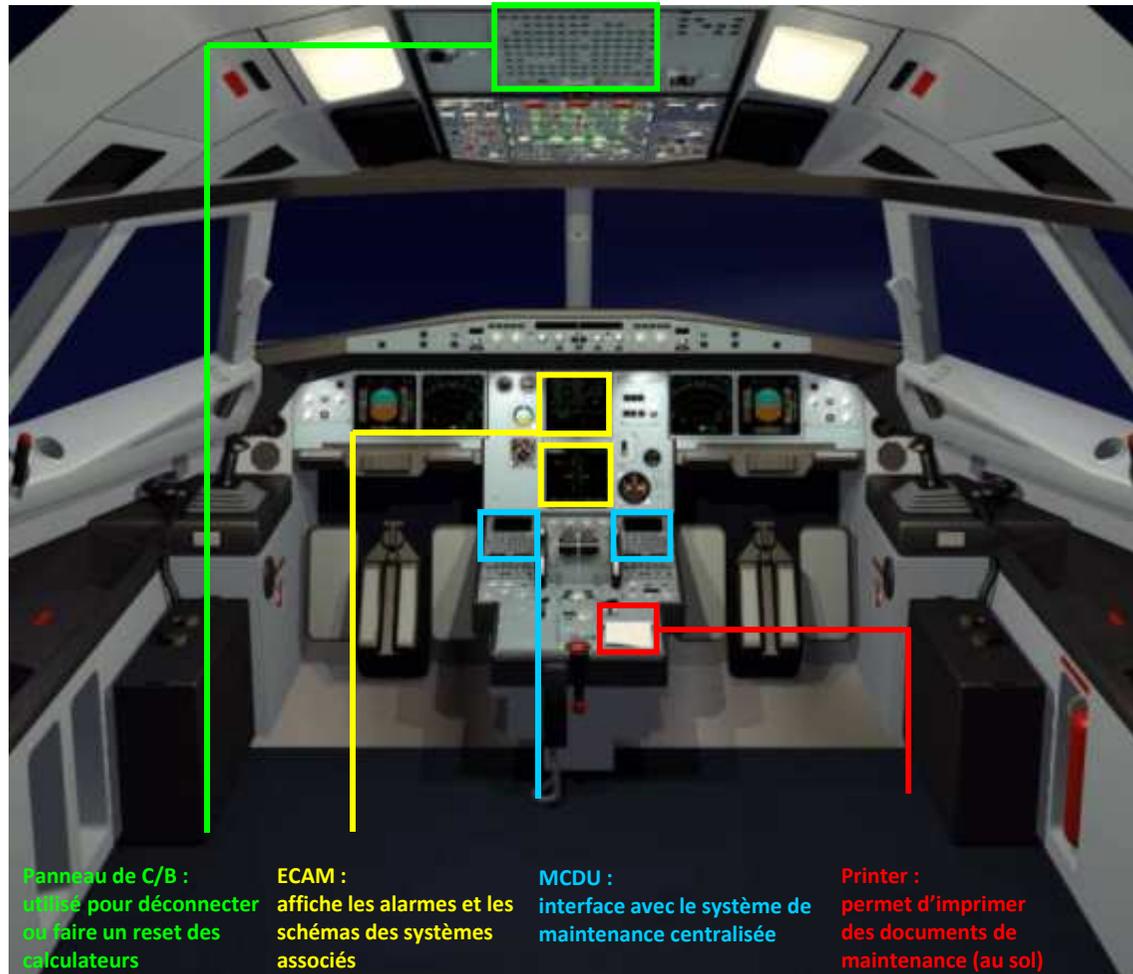
5 "Number required for dispatch" column : minimum required quantity of items to conduct a flight, in accordance with remarks and / or exceptions mentioned in column 6.

- The "." symbol indicates that a variable quantity is required for dispatch, refer to "remarks and / or exceptions" column.

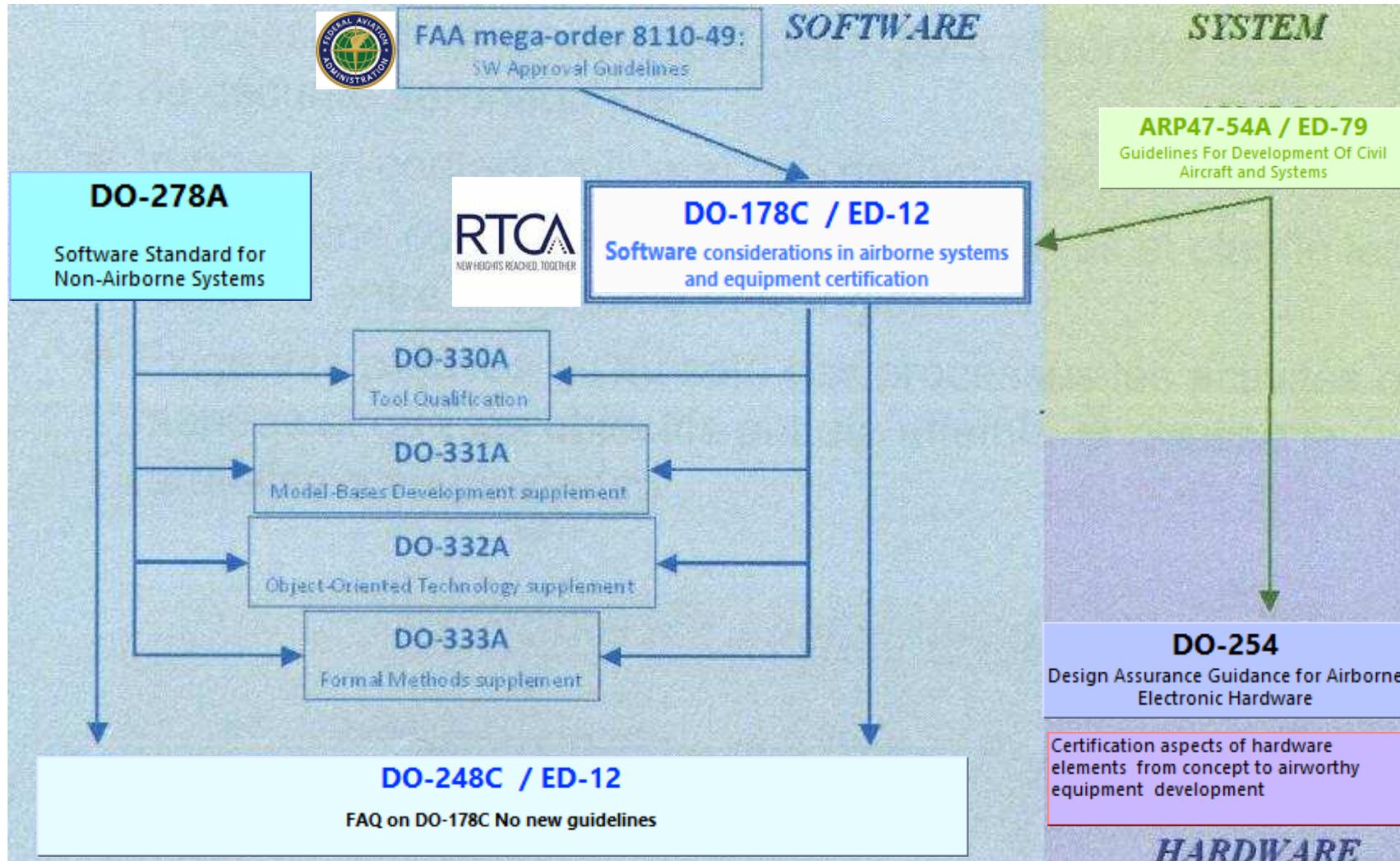
- The figure "0" means that no equipment is required and that the equipment can be inoperative.

6 "Remarks and / or exceptions" column : possibilities of operational tolerances for flight with corresponding conditions.

Interfaces Cockpit A320



DO178C for SW



DO178C / ED -12 Guide/Standard for SW



• “Software considerations in airborne systems and equipment certification”

Development is safety-oriented.

DO Guide for civil and not military aviation

- Criticity analyse
- **SAY what we will DO but prove that we DO what we SAID**
- There must be independence: **The more the verifier of an item is independent from its developer, the less the verifier can make the same errors.**
- END of software project when no aircraft uses it any more.

40% code

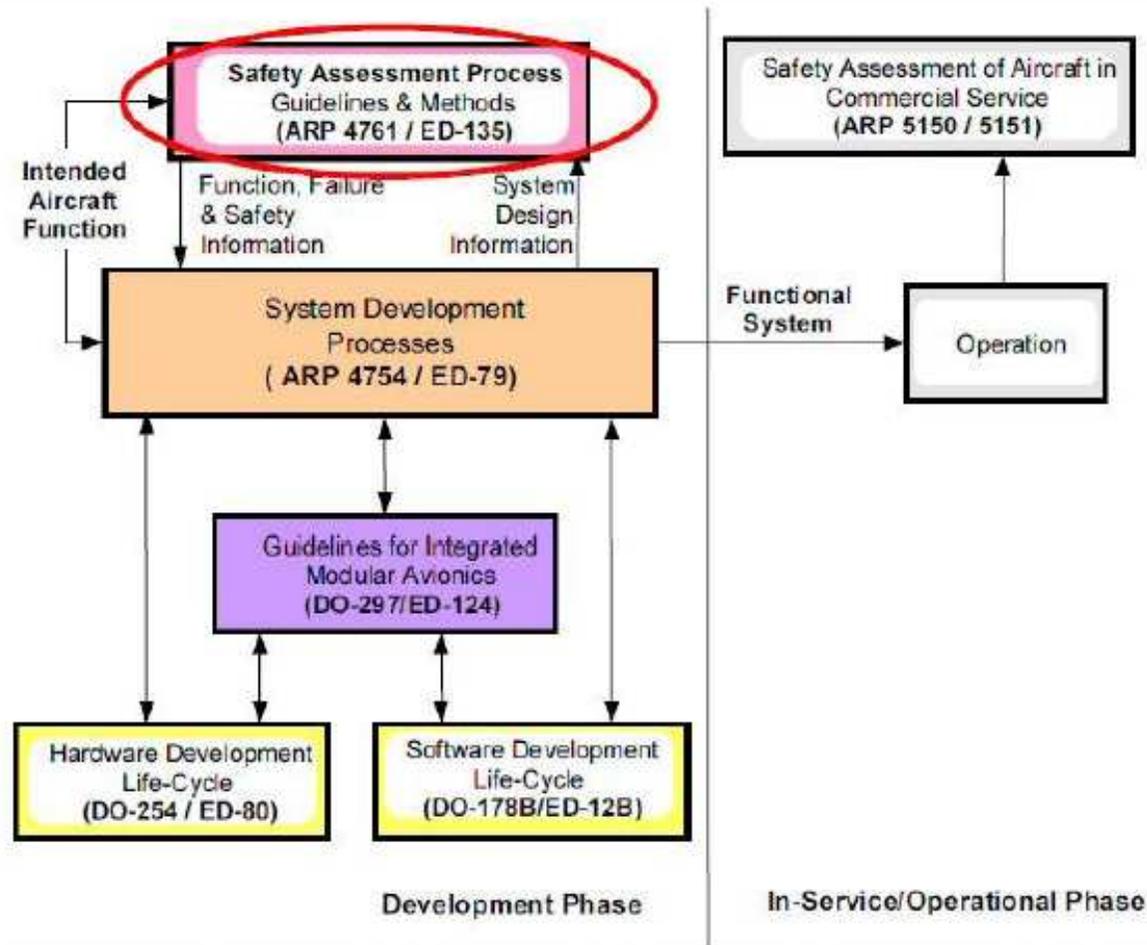
50% verification

10% management/planning/quality

- DO 248C: Evolution FAQ for DO178C
- RTCA Radio Technical Commission for Aeronautics in relation with FAA
- DAL : Design Assurance Level (Software DO178) level A to D
 - DO 254/ED-80: "Design Assurance Guidance for Airborne Electronic **Hardware**"
 - DO 160 for environmental Conditions and test Procedures for Airborne Equipment
 - DO 278A: ground software (e.g.: control tower)
 - EASA CS 25.1309 : Severity = Catastrophic/Hazardous/Major/Minor FAILURE e.g., Mandatory MTBF criticality and reliability analysis
 - ARP-4761 : Methodologies for safety assessment processes are guidelines e.g., fault tree analysis, common cause analysis
 - ARP-4754/ED-79/FAA in AC 20-174 : Certification aspects of complex aircraft system cannot be shown by test only. Design Assurance Level (DAL)
 - ARP Aerospace Recommended Practice, published by SAE International



Exigences en développement logiciel pour avion



BITE : Built-in-Test Equipment

PBIT : Power-On Built-In Test (ou Power-On Self Test)

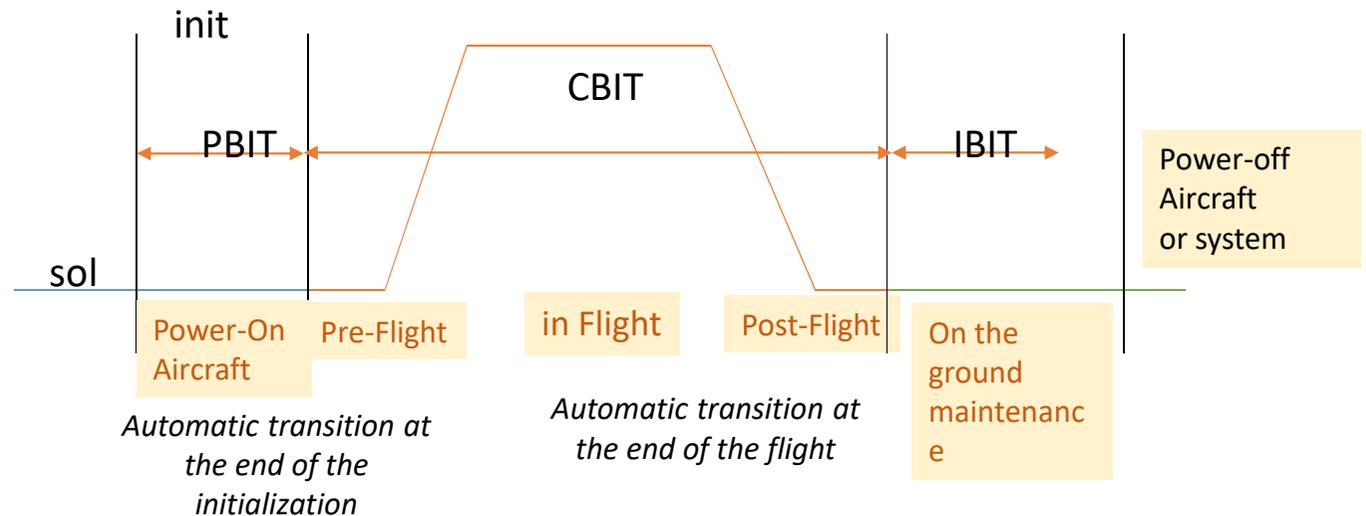
- * Latent Fault Finding
- * Detection of anomalies
- * Complete test of the equipment
- * Determines the status of the equipment after testing (OK, KO, partial KO...)

CBIT : Continuous Built-In Test

- * Following PBIT, non-disruptive and cyclic.
- * Warns of blockages
- * If malfunction => failure message
- * Organized in a test tree

IBIT : Initiated Built-In Test

- * Equipment in maintenance operating mode (Debug mode).
- * Triggered by maintenance operators, very disruptive, requires interaction between equipment and operator
- * Following a failure detected during a PBIT/CBIT to confirm/locate a failure.



Introduction à la documentation pour la maintenance avionique et test automatique

- Les méthodes et principes de maintenance
 - *Level 1 to 3*
 - *Banc de test autonomes*
 - *Maintenance embarquée ACARS EFB MCDU Trouble shooting*
- La documentation technique pour la maintenance avionique *ATA 100*
- Exemples de documentation TSM, CMM , WDM...
EWIS Electrical Wiring Interconnection Systems
- Réglementation et standard aéronautique

Introduction **documentation** pour l'aéronautique et l'**avionique ATA CMM** (58min :23s)

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/10399-documentation-reglementation-avionique/>

@evering 2021

Rappels sur les 2 principales normes en documentation 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).

- Dans le domaine militaire, des documentations existent et sont, elles aussi, définies par des normes. La norme française **AIR 106** a été remplacée par la norme **ASD S1000D** applicable sur les nouveaux programmes tels que TIGRE, NH90 et A400M.

ATA 100 Aeronautical Maintenance Documentation:

- General information:

- Classification into 3 categories of documents:
 - **MANDATORY:** defined as mandatory by the authorities,
 - **RECOMMENDED:** improves performance, reduces maintenance time, etc.
 - **OPTIONAL:** additional technical information media, commercial manuals, etc.

Technical docs negotiated in a contract between aircraft manufacturer and client.

Technical docs complying with ATA 100, 101 and 102 standards.

Organization: ATA

Airline Transportation Association

Standard used for maintenance manuals: ATA 100.

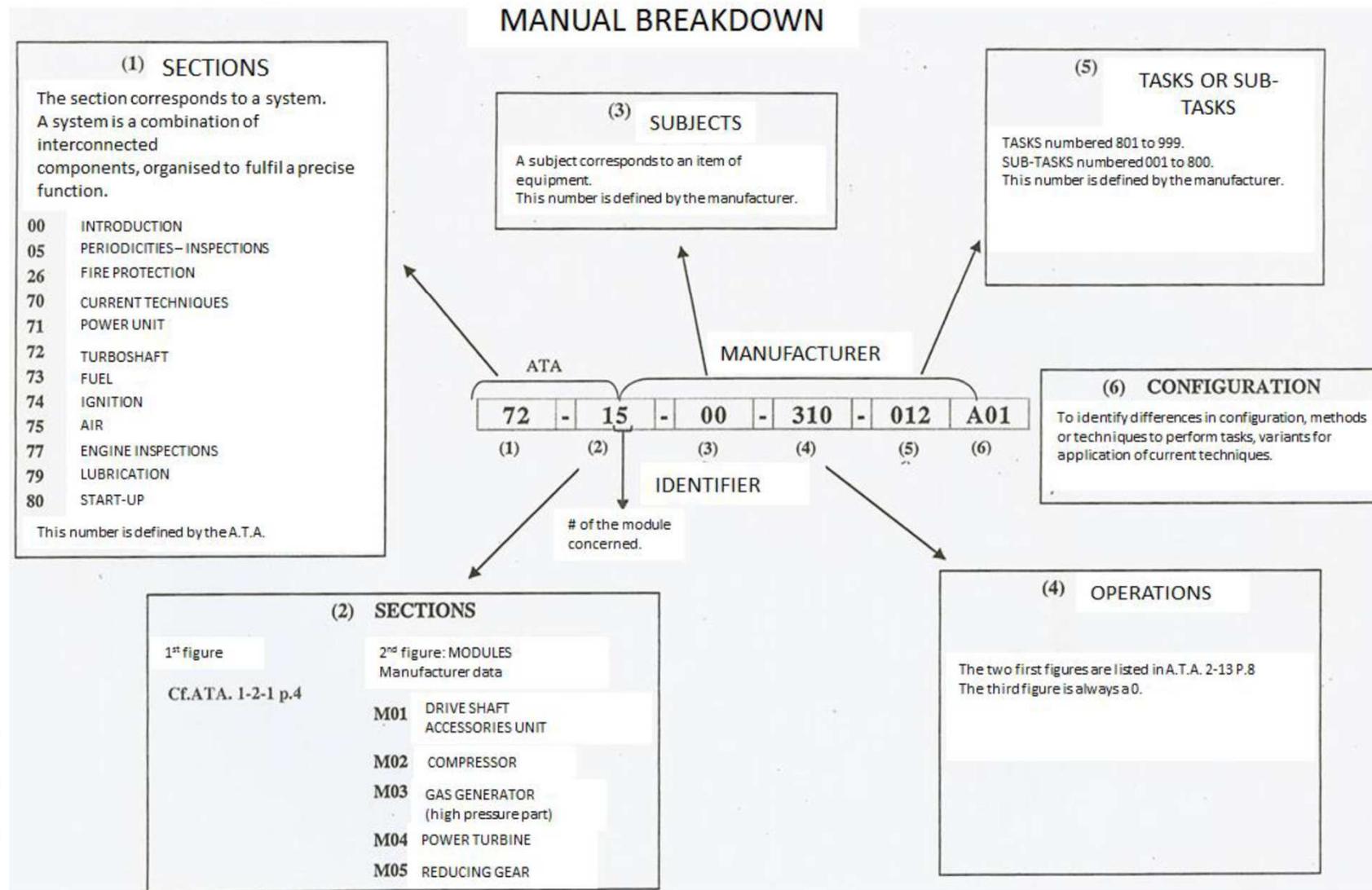
Chapter:	29-00-00
Section:	29-10-00
Sub-section:	29-12-00
Subject:	29-12-17

Subjects divided into blocks (001, 101, 201, etc.).

Applied to AMM, TSM, SRM, CMM.

Standard used for maintenance manual ATA 100:

- **Chapter:** 29-00-00
- **Section:** 29-10-00
- **Sub-section:** 29-12-00
- **Subject:** 29-12-17
- **Subjects divided into blocks (001, 101, 201, etc.).**
- *Applied to AMM, TSM, SRM, CMM.*



Organisation des « page block » doc ATA

- Pages 0001 – 0999 : Description and Operation (*Description et fonctionnement*)
- Pages 1001 – 1999 : Testing and Fault Isolation (*Tests et isolation des défauts*)
- Pages 2001 – 2999 : Schematics and Wiring Diagrams (*Schémas et plans de câblage*)
- Pages 3001 – 3999 : Disassembly (*Démontage*)
- Pages 4001 – 4999 : Cleaning (*Nettoyage*)
- Pages 5001 - 5999 : Inspection/Check (*Inspection/Contrôle*)
- Pages 6001 - 6999 : Repair (*Réparation*)
- Pages 7001 - 7999 : Assembly (*Assemblage*)
- Pages 8001 - 8999 : Fits and Clearances (*Ajustements et jeux*)
- Pages 9001 - 9999 : Special Tools, Fixtures and Equipment (*Outils spéciaux, installations et équipements*)
- Pages 10001 - 10999 : Illustrated Parts List (*Liste des pièces illustrées*)
- Pages 11001 - 11999 : Special Procedures (*Procédures spéciales*)
- Pages 12001 - 12999 : Removal (*Retrait*)
- Pages 13001 - 13999 : Installation (*Installation*)
- Pages 14001 - 14999 : Servicing (*Entretien*)
- Pages 15001 - 15999 : Storage (*Stockage*)
- Pages 16001 - 16999 : Rework (*Retravail*)

Subject	Page Block Numbers
Description and Operation	1 –99
Fault Isolation	101 –199
Maintenance Practices	201 –299
Servicing	301 –399
Removal and Installation	401 –499
Adjustment and Test	501 –599
Inspection and Check	601 –699
Cleaning and Painting	701 –799
Repairs	801 –899

The AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL is a technical maintenance manual that aims to describe equipment maintenance operations within the scope of a maintenance cycle (Check A, B or C) or on runway for a verification or a standard exchange procedure.

ATA100 specifies that: “The Aircraft Maintenance Manual (AMM) shall provide the necessary procedures to enable a mechanic who is unfamiliar with the aircraft to maintain the aircraft properly, whether such action is required on the line or in the hangar/service center”.

In order to remedy the problem of the Manual’s accessibility, ATA100 adds “The complexity and volume of material required for maintenance of the modern airplane dictates the need for breaking down the subjects within manual chapters into reasonably small topics for ready reference and ease of revision. To accomplish this, page number blocks shall be used to separate subjects into topics. It is necessary to use a standard page block system so that topics may be broken out for special distribution”.

The Aircraft Maintenance Manual is broken down as follows:

	ATA100	TURBOMECA
- Systems description section	1 to 99	1 to 99
- Location of equipment	101 to 199	
- Maintenance operations	201 to 299	
- Routine maintenance	301 to 399	
- Removal/installation	401 to 499	701 to 799
- Setting/test	501 to 599	1301 to 1399
- Inspection/verification	601 to 699	801 to 899
- Cleaning/painting	701 to 799	601 to 699
- Repairs	801 to 899	901 to 999
- Disassembly		501 to 599
- Assembly		1001 to 1099

A300-600 TSM	TITLE	ATA REF
	OUTPUT BUSES MEASUREMENT POINTS	23-00-00
	<u>HF SYSTEM</u>	
	HF TRANSMISSION/RECEPTION	23-11
	HF SYSTEM - BITE PROCEDURE	23-11-00
	<u>VHF SYSTEM</u>	
	VHF TRANSMISSION/RECEPTION	23-12
	VHF SYSTEM - BITE PROCEDURE	23-12-00
	SELECTIVE CALLING SYSTEM	23-22
	<u>PASSENGER ADDRESS SYSTEM</u>	
	PASSENGER ADDRESS SYSTEM - BITE PROCEDURE	23-31-00
	ANNOUNCEMENT - MUSIC TAPE REPRODUCER SYSTEM	23-32
	FLIGHT INTERPHONE	23-41
	GROUND CREW CALL SYSTEM	23-42
	CABIN AND FLIGHT CREW CALL SYSTEM	23-43
	CABIN AND SERVICE INTERPHONE	23-44
	<u>AUDIO INTEGRATING</u>	
	AUDIO INTEGRATING : RECEIVE MODES	23-51
	AUDIO INTEGRATING : TRANSMIT MODES	23-51
	COCKPIT VOICE RECORDER	23-71
	COMMUNICATIONS - CONTENTS	
	EFFECTIVITY 601-650,	

Chapter 23
Radio com

TITLE	ATA REF
OUTPUT BUSES MEASUREMENT POINTS	34-00-00
NAVIGATION-ELECTRICAL POWER SUPPLY DISTRIBUTION	34-00-01
<u>FLIGHT ENVIRONMENT DATA</u>	
AIR DATA SYSTEM - BITE PROCEDURE	34-10-00
UNUSED	34-10-01
ADS INPUTS	34-10-02
ADS FAILURE DETECTED/ENGINE CONTROL	34-10-03
ADS FAILURE DETECTED/FLIGHT CONTROL	34-10-04
ADS FAILURE DETECTED/NAVIGATION	34-10-05
ADS FAILURE DETECTED/INSTRUMENT	34-10-06
ADS FAILURE DETECTED/AUTOFLIGHT SYSTEM	34-10-07
ADS FAILURE DETECTED/DISPLAY	34-10-08
OVERSPEED WARNING PROCESSING	34-10-09
AOA PROCESSING	34-10-10
ALTITUDE DISCREPANCIES	34-10-12
VERTICAL SPEED INDICATORS	34-14-01
<u>ATTITUDE AND DIRECTION</u>	
INERTIAL REFERENCE SYSTEM - BITE PROCEDURE	34-25-00
IRS OPERATION	34-25-01
IRS 1 DETECTED FAILURE	34-25-02
IRS 2 DETECTED FAILURE	34-25-03
IRS 3 DETECTED FAILURE	34-25-04
IRS FAILURE DETECTED BY COMPARISON	34-25-05
INERTIAL REFERENCE SYSTEM - REMOVAL CRITERIA	34-25-06
<u>LANDING AND TAXIING AIDS</u>	
MARKER - BITE PROCEDURE	34-33-00
MARKER BEACON	34-33-01
UNUSED	34-34-00
UNUSED	34-34-01
ILS - BITE PROCEDURE	34-36-00
ILS	34-36-01

Chapter 34
Navigation

- **Effectivities:** means of identifying the aircraft in the doc. 2 numbering systems:
 - **MSN (Manufacturer Serial Number):** aircraft number given by the manufacturer. **Not P/N**
 - **FSN (Fleet Serial Number):** aircraft n° given within an airline's fleet.
- **Variants:** correspond to the aircraft's different possible configurations. They are subject to criteria: mods, **Service Bulletin AD**, etc.

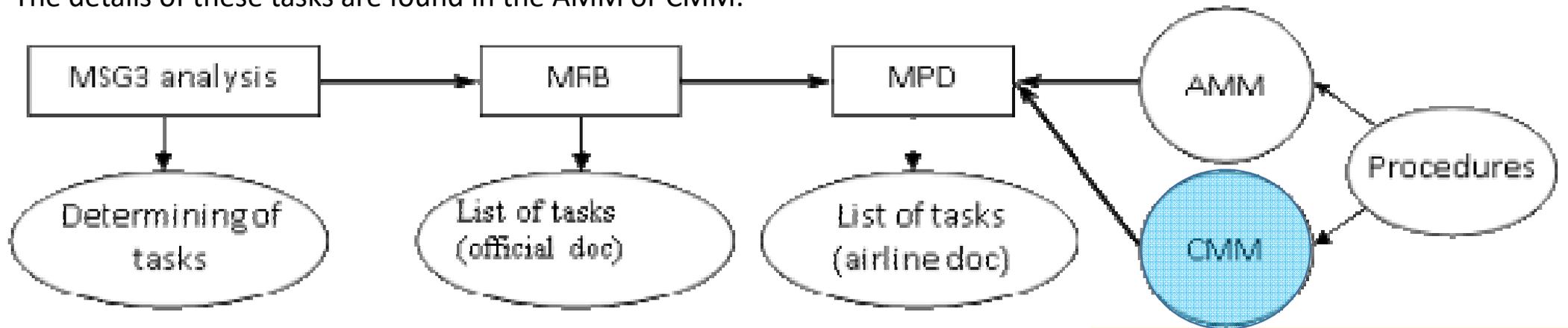
Part Number

NAVIGATION - CONTENTS

EFFECTIVITY ALL

Manufacturer documentation for maintenance 1/4

Planned maintenance is found in the MPD (Maintenance Planning Document) in task form.
The details of these tasks are found in the AMM or CMM.



In the **MPD Maintenance Planning Document**:

AMM Aircraft Maintenance Manual:

standard doc of all info and servicing procedures relating to an aircraft. It is based on 2 principles:

Task number: 12500-01-1 (MSI-Task n°-variant)

- * Division of procedures into **tasks and subtasks**.
- * Use of a **unique and standard numbering system**.

Page block 001: (e.g.: 21-20-00-001) give the description and functioning of the system; divided into document units (DU) enabling use of variants according to criteria.

Page blocks 201 to 901: give (preventive and corrective) aircraft system maintenance and (preventive) structural maintenance procedures. They are divided into tasks, which are in turn divided into subtasks.

e.g.: PB 401: deactivation / reactivation, removal / installation.

Manufacturer documentation for maintenance 2/4

The **AIPC** Aircraft Illustrated Parts Catalog enables identification and drawing up of orders of parts and items replaceable on the aircraft:

- All removable Structural parts
- Items
- Line-replaceable item components
- Standard parts

ACRT: Additional Cross Reference Tables

This document which supplements the IPC is supplied together with each revision of the IPC. It is intended to:

- supply the list of Optional PNs (Part number) and Vendors.
- facilitate cross-reference of data contained in the IPC and the other A/C manufacturer manuals such as the WDM and AMM.
- list raw materials required for local manufacture of items.
- provide information related to the interchangeability condition of the PNs.

ICD: Interchangeability Condition Document

The origin of **corrective maintenance** is a fault that either:

- prevents departure: **NO GO** (requires an immediate maintenance task)

- enables departure on a condition: **GO IF**

- does not prevent departure: **GO**

docs used: **MMEL, TSM, AMM, ASM, AWM, IPC.**

- Fin cours 2 - 19 novembre 2021

Manufacturer documentation for maintenance 3/4

The **MMEL Master Minimum Equipment List**: contains info on the faulty function:

- the situation following this fault: GO, NO GO, GO IF
- in case of GO IF, the procedure to be carried out:
 - * (o) operational, by crew (chapter in the MMEL),
 - * (m) maintenance (in the AMM and reference in the MMEL).

The **TSM Trouble Shooting Manual** provides the repair procedures (makes reference to the AMM, ASM, AWM).

The **WDM Wiring Diagram** Manual contains:

- The **ASM Aircraft Schematic Manual** that describes the electrical interconnections between items of aircraft equipment and the type of signals transmitted.
- The **AWM Aircraft Wiring Manual** that describes aircraft wiring topology, cable routing, and connections between components and sub-components, as well as related standard cable and tool repair procedures.
- The **AWL Aircraft Wiring List** which gives the list of cables, items of equipment, and the list of connections.

EWIS Electrical Wiring Interconnection Systems

The **SRM Structure Repair Manual** contains info on: (*for structure*)

- Identifications of structural components
- Authorized and defined primary and secondary aircraft structure repair principles
- Damage with no effect on the resistance and lifespan of the structure (acceptable damage).

Manufacturer documentation for maintenance 4/4

The **FIM: Fault Isolation Manual**

Role of the FIM:

The Fault Isolation Manual (FIM) enables identification of faulty equipment. This manual is intended for the maintenance operator who performs on-ground revision of the aircraft and analyses error messages appearing in flight.

Old, less complex and above all less numerous avionics systems do not always require the use of the Fault Isolation Manual.

Fault messages are displayed on a central display console, such as an **MCDU**. Due to the complexity of new system architectures, it can no longer be guaranteed that this fault is internal to the reported equipment. It can no longer be 100% guaranteed that the reported equipment must be changed. The fault can very well come from neighboring equipment or a simple transmission error. The primary objective of the FIM is to cope with this ambiguity.

Structure of FIM:

This maintenance manual is structured in three large parts:

A first part that describes all the man/machine interfaces on which the maintenance operator can read different fault messages recorded.

A second part that summarizes all fault messages recognized by the system. A description of the fault affecting a specific module of the equipment in question is linked to each recognized fault code.

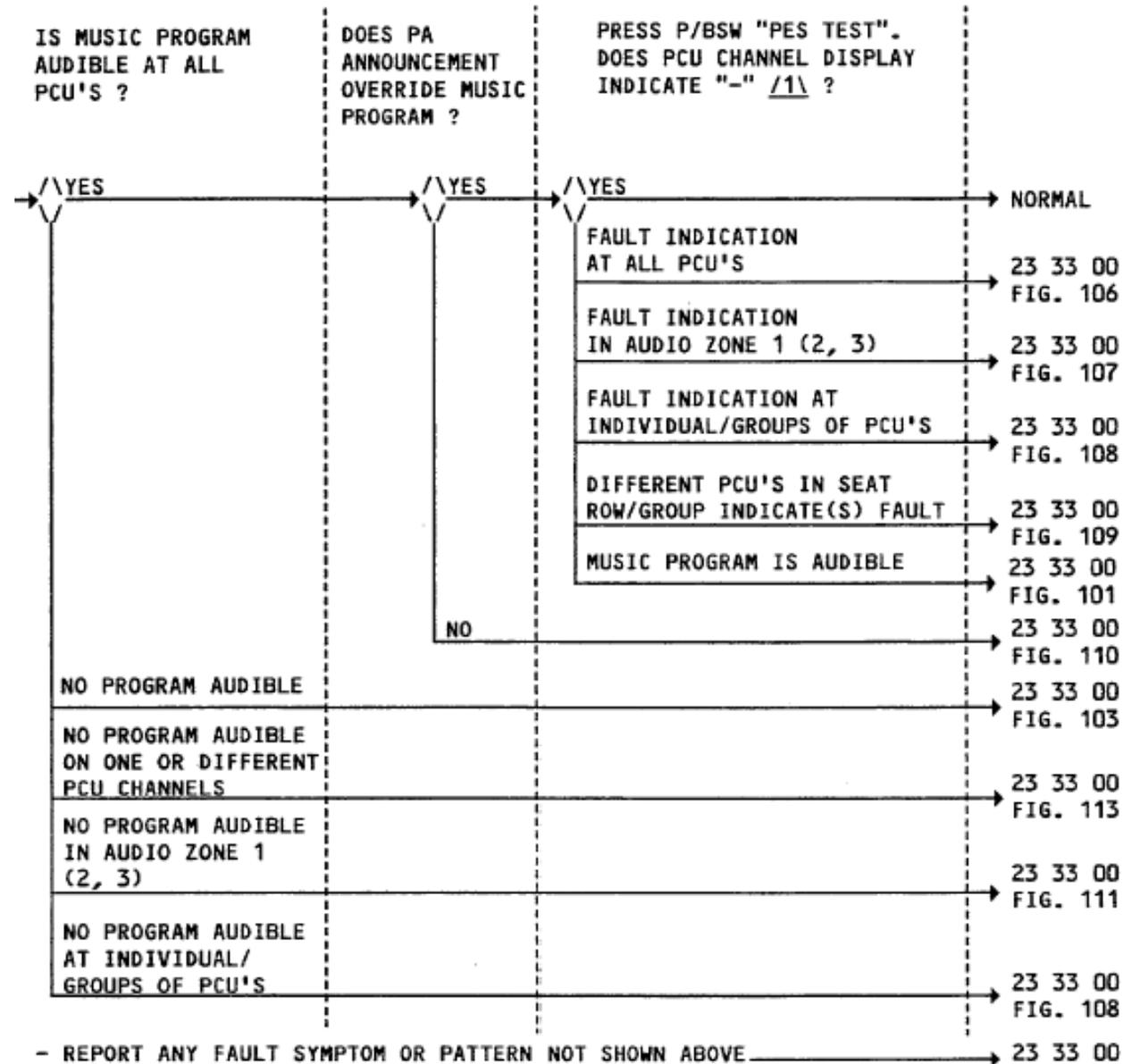
Finally, a third and final part that compiles all the Trouble Shooting pages, i.e. the pages of procedures explaining how to determine the faulty equipment.

Example chapter

ATA 23 - 33

TSM A300-600

AUDIO REPRODUCER (10MK) LOADED WITH CASSETTES (AMM 23-33-00, P. BLOCK 1).





Rockwell International

Collins ILS-720 ILS Receiver Component Maintenance Manual

This manual includes coverage of the following equipment:

	Model No	Collins Part No
ILS Receiver	ILS-720	622-9738-020 622-9738-040 622-9738-041 622-9738-220 622-9738-420

Collins Air Transport Division
Rockwell International Corporation
Cedar Rapids, Iowa 52498

Printed in the United States of America

34-36-76

Aug 1/90
2nd Revision, Aug 1/93

Example 34-36-76 CMM for ILS for A340

Equipment
manufacturer:
**Thales,
Honeywell,
Rockwell-Collins,
etc.**

The **CMMM**: Component Maintenance Manual Manufacturer:
The **CMM** Component Maintenance Manual includes
description/operation of the system, procedures, and the IPC.
It enables maintenance of equipment to be carried out in-shop.

Figure 2 is a list of associated equipment. Figure 3 is a list of related publications.

EQUIPMENT	FUNCTION
Indicator	The indicator will display lateral (localizer) and vertical (glideslope) deviation with respect to the aircraft's course. Inputs will be compatible with ARINC 429 and the ILS-720 serial digital output bus.
Localizer antenna	A horizontally polarized, 50-Ω impedance, omnidirectional antenna receives localizer navigation signals in the 108- to 112-MHz range.
Glideslope antenna	A folded dipole 50-Ω impedance antenna capable of receiving AM signals in the 329- to 335-MHz range.
Control panel	A frequency select control capable of selecting each of 40 localizer channels. Selecting a localizer channel automatically selects its paired glideslope frequency. The output will be compatible with ARINC 429 and the ILS-720 serial digital input control bus.

Associated Equipment
Figure 2

PUBLICATION	ATA NUMBER	COLLINS PART NUMBER
ILS-720 ILS Receiver Illustrated Parts Catalog	34-36-77	523-0776045
ILS-720 ILS Receiver Software Manual	34-36-78	523-0776159
37P-2/3/4/5 Glideslope Antenna General Aviation Antennas Instruction Book	34-37-00	523-0755810
837B-1/1A VOR/LOC Antenna General Aviation Antennas Instruction Book		523-0761435
Collins Avionics Standard Shop Practices Manual		523-0768039
Collins Integrated Circuit Descriptions Reference Manual		523-0768039
479S-6A VOR/ILS Signal Generator Instruction Book		523-0768881

Related Publications
Figure 3

34-36-76

Vocabulary: **FUNCTIONAL ITEM NUMBERS = F.I.N**

Documentation

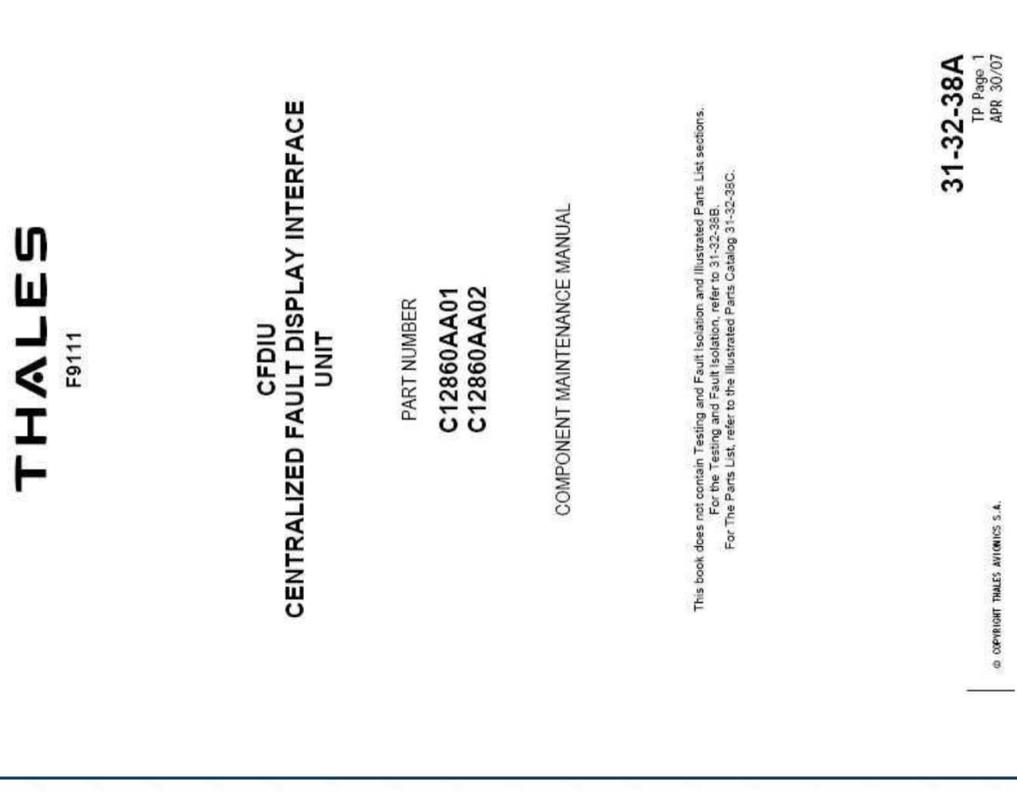
■ Des documents au niveau :

- Aéronef :
AMM ou Aircraft Maintenance Manual,
le TSM (Trouble Shooting Manual),
le FIM (Fault Isolation Manual)
- Équipement :
CMM ou Component Maintenance Manual.

■ Les AMM et CMM :

- Sont des documents normalisés
- Font l'objet d'une approbation par les autorités compétentes.

■ Les CMM peuvent décrire la maintenance d'un LRU ou bien d'un SRU.



Documentation ► Domaine civil

- Les normes ATA définissent les documentations civiles et leurs structures. Les **Component Maintenance Manuals (CMM)** sont réalisés selon les normes **ATA100, ATA 2100, ATA i-spec 2200**, et aujourd'hui **ASD (ex AECMA) S1000D**.
- Il existe un vocabulaire équivalent en français / anglais :
 - MEE (Manuel Entretien Equipement) = *CMM*
 - TCI (Table de Composition Illustrée) = *IPL* (Illustrated Parts List) ou *IPC* (Illustrated Parts Catalog)
- 3 niveaux sont définis et le niveau de détail peut varier en fonction des documentations.

	Level 3	Level 2	Level 2+ *
Documentation de maintenance détaillée au niveau composant	oui	Non (SRU)	oui
Nomenclature détaillée au niveau composant	oui	Non (SRU)	Non (SRU)

* Cas rares, limités à certains équipements avec peu de SRUs ou électromécaniques

■ 1 seul CMM où toutes les informations sont regroupées

- « Component Maintenance Manual with Illustrated Parts List /Catalog» incluant le chapitre « Testing and Fault isolation »

■ 2 CMMs avec « Testing » séparé

- « CMM avec IPL /IPC sans le chapitre « Testing and Fault isolation ».(exemple: 27-94-01A ou « Book A ») »
- « CMM qui contient uniquement le chapitre « Testing and Fault Isolation » (exemple: 27-94-01B ou « Book B ») »

■ 3 CMMs avec CMM, IPC et « Testing and Fault isolation » séparés

- CMM «Book A» pour les tâches hors testabilité.
- CMM avec uniquement le chapitre « Testing and Fault Isolation » : «Book B» par exemple
- IPL/IPC: «Book C» par exemple

Abstract chapter ATA 100 for avionics

(ARINC 421)

	AIRFRAME SYSTEMS	43	electronic flight bag
21	air conditioning	44	cabin systems (CIDS + IFE)
22	auto flight system	45	on-board maintenance system
23	communications	46	information systems & ATC (hors XPDR)
24	electrical power	47	Nitrogen Generation System
25	equipment/furnishing	49	AIRBORNE AUXILIARY POWER ,APU
26	fire protection	52	doors
27	flight controls		POWER PLANT
28	fuel system	70	power plant (A380)
29	hydraulic power	71	power plant
30	ice & rain protection	72	engine
31	indicating & recording systems	73	engine fuel & control
32	landing gear	74	ignition
33	lights	75	air
34	navigation	76	engine controls
35	oxygen	77	engine indicating
36	pneumatic	78	exhaust
38	water/waste	79	oil
42	Integrated Modular Avionics	80	starting

Example of the chapter ATA 100 for the WB Airbus A300-600

LIST OF CHAPTERS

- 00 – INTRODUCTION
- 05 – TIME LIMITS-MAINTENANCE CHECKS
- 12 – SERVICING
- 21 – AIR CONDITIONING
- 22 – AUTO FLIGHT
- 23 – COMMUNICATIONS
- 24 – ELECTRICAL POWER
- 25 – EQUIPMENT/FURNISHINGS
- 26 – FIRE PROTECTION
- 27 – FLIGHT CONTROLS
- 28 – FUEL
- 29 – HYDRAULIC POWER
- 30 – ICE AND RAIN PROTECTION
- 31 – INDICATING/RECORDING SYSTEMS
- 32 – LANDING GEAR
- 33 – LIGHTS
- 34 – NAVIGATION
- 35 – OXYGEN
- 36 – PNEUMATIC
- 38 – WATER/WASTE
- 49 – AIRBORNE AUXILIARY POWER
- 52 – DOORS
- 71 – POWER PLANT
- 72 – ENGINE
- 73 – ENGINE FUEL AND CONTROL
- 74 – IGNITION
- 75 – AIR
- 76 – ENGINE CONTROLS
- 77 – ENGINE INDICATING
- 78 – EXHAUST
- 79 – OIL
- 80 – STARTING

45 in new aircraft

A300-600

LIST OF CHAPTERS

- 00 INTRODUCTION
- Alphabetical Index
- 20 STANDARD PRACTICES-AIRFRAME
- 21 AIR CONDITIONING
- 22 AUTO FLIGHT
- 23 COMMUNICATIONS
- 24 ELECTRICAL POWER
- 25 EQUIPMENT/FURNISHINGS
- 26 FIRE PROTECTION
- 27 FLIGHT CONTROLS
- 28 FUEL
- 29 HYDRAULIC POWER
- 30 ICE AND RAIN PROTECTION
- 31 INDICATING/RECORDING SYSTEMS
- 32 LANDING GEAR
- 33 LIGHTS
- 34 NAVIGATION
- 35 OXYGEN
- 36 PNEUMATIC
- 38 WATER/WASTE
- 49 AIRBORNE AUXILIARY POWER
- 52 DOORS
- 73 ENGINE FUEL AND CONTROL
- 74 IGNITION
- 75 AIR
- 76 ENGINE CONTROLS
- 77 ENGINE INDICATING
- 78 EXHAUST
- 79 OIL
- 80 STARTING

ASM

Rappel de la page 9 vidéo 1 techno avionics

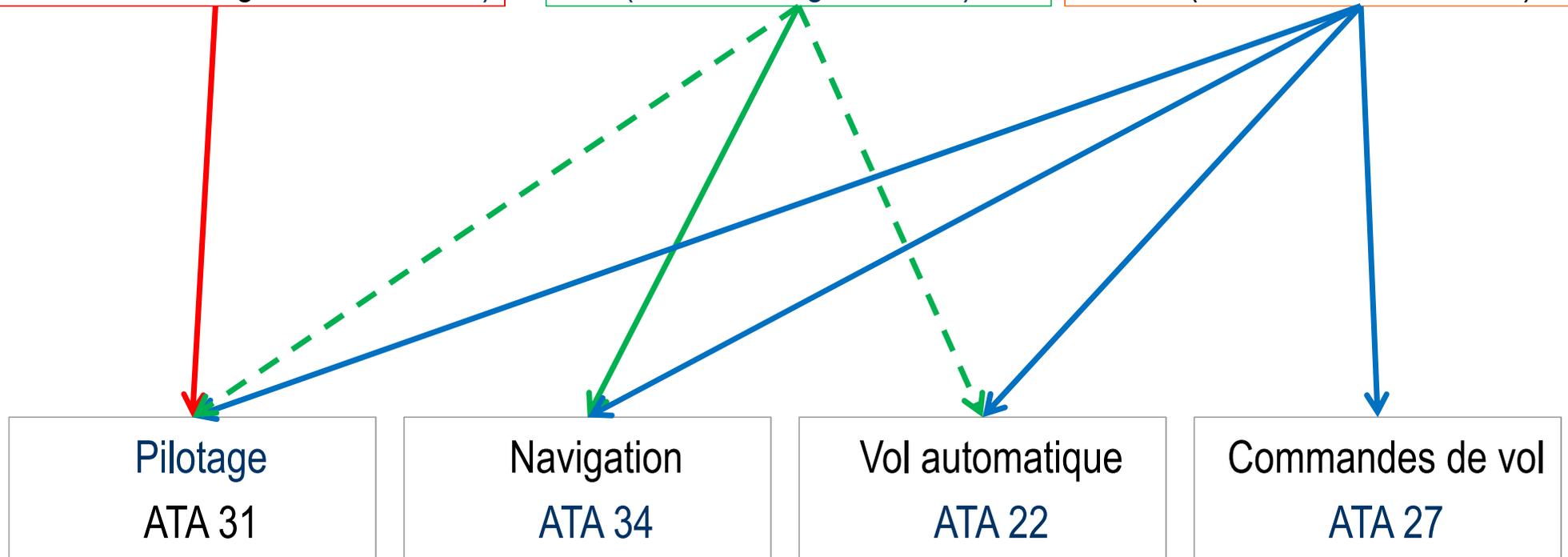
Horizontale, verticale & cap ► AHRU / INU / IRU

► Utilisation comparée des paramètres

Centrale de cap et de verticale
(Attitude and Heading Reference Unit)

Centrale à plateforme
(Inertial Navigation Unit)

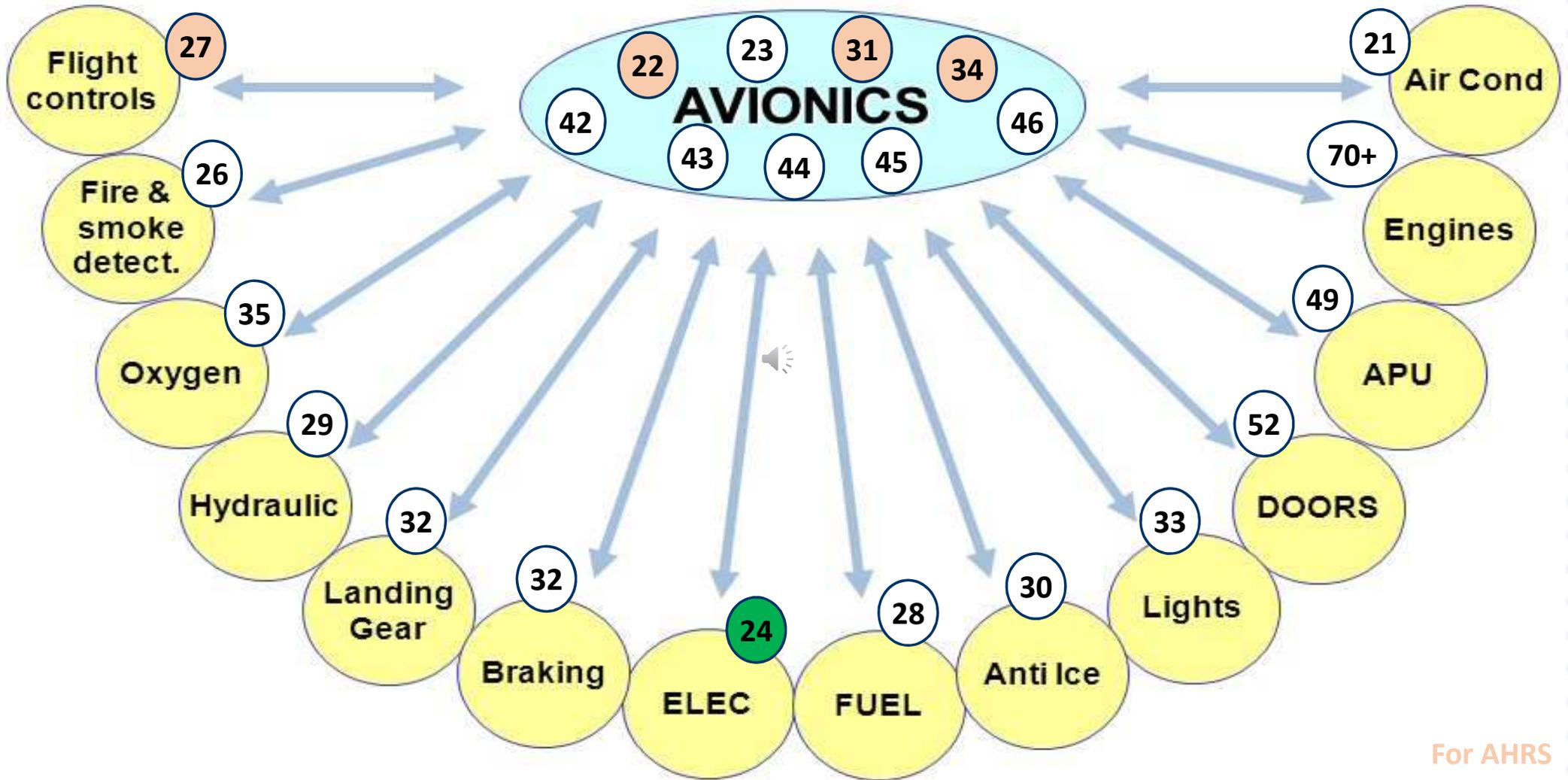
Centrale à composants liés(strap-down)
(Inertial Reference Unit)



[Video 1 : Introduction initiation aéronautique](#)

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/6745-introduction-initiation-aeronautique-vocabulaire/>

ATA chapter for Avionics



For AHRS

ATA 100 Chapters

AIRCRAFT GENERAL

ATA Number	ATA Chapter name
ATA 05	TIME LIMITS/MAINTENANCE CHECKS
ATA 06	DIMENSIONS AND AREAS
ATA 07	LIFTING AND SHORING
ATA 08	LEVELING AND WEIGHING
ATA 09	TOWING AND TAXING
ATA 10	PARKING, MOORING, STORAGE AND RETURN TO SERVICE
ATA 11	PLACARDS AND MARKINGS
ATA 12	SERVICING - ROUTINE MAINTENANCE

AIRFRAME SYSTEMS

ATA Number	ATA Chapter name
ATA 20	STABILIZERS / RAG TO EG - AIRFRAME
ATA 21	AIR CONDITIONING AND PRESSURIZATION
ATA 22	AUTOFLIGHT
ATA 23	COMMUNICATIONS
ATA 24	ELECTRICAL POWER
ATA 25	EQUIPMENT/FURNISHINGS
ATA 26	FIRE PROTECTION
ATA 27	FLIGHT CONTROLS
ATA 28	FUEL
ATA 29	HYDRAULIC POWER
ATA 30	ICE AND RAIN PROTECTION
ATA 31	INDICATING / RECORDING SYSTEM
ATA 32	LANDING GEAR
ATA 33	LIGHTS
ATA 34	NAVIGATION
ATA 35	OXYGEN
ATA 36	PNEUMATIC
ATA 37	VACUUM
ATA 38	WATER/WASTE
ATA 39	ELECTRICAL - ELECTRONIC PANELS AND MULTIPURPOSE COMPONENTS
ATA 40	MULTISYSTEM
ATA 41	WATER BALLAST
ATA 42	INTEGRATED MODULAR AVIONICS
ATA 44	CABIN SYSTEMS

AIRFRAME SYSTEMS (CONTD.)

ATA 45	DIAGNOSTIC AND MAINTENANCE SYSTEM
ATA 46	INFORMATION SYSTEMS
ATA 47	NITROGEN GENERATION SYSTEM
ATA 48	IN FLIGHT FUEL DISPENSING
ATA 49	AIRBORNE AUXILIARY POWER
ATA 50	CARGO AND ACCESSORY COMPARTMENTS

STRUCTURE

ATA Number	ATA Chapter name
ATA 51	STANDARD PRACTICES AND STRUCTURES - GENERAL
ATA 52	DOORS
ATA 53	FUSELAGE
ATA 54	NACELLES/PYLONS
ATA 55	STABILIZERS
ATA 56	WINDOWS
ATA 57	WINGS

POWER PLANT

ATA Number	ATA Chapter name
ATA 61	PROPELLERS
ATA 71	POWER PLANT
ATA 72	ENGINE - RECIPROCATING
ATA 73	ENGINE - FUEL AND CONTROL
ATA 74	IGNITION
ATA 75	BLEED AIR
ATA 76	ENGINE CONTROLS
ATA 77	ENGINE INDICATING
ATA 78	EXHAUST
ATA 79	OIL
ATA 80	STARTING
ATA 81	TURBINES (RECIPROCATING ENGINES)
ATA 82	ENGINE WATER INJECTION
ATA 83	ACCESSORY GEARBOXES
ATA 84	PROPULSION AUGMENTATION
ATA 91	CHARTS

A300-600

AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

TABLE 1

	ALTITUDE		CAS		MACH		TAS		SAT		TAT	
	LO	HI	LO	HI	LO	HI	LO	HI	LO	HI	LO	HI
ADC NORMAL OPERATING RANGE	-1000	+50,000	30	450	0.10	1.00	100	699	-99	+60	-60	+99
ADC ELECTRICAL STOPS	-2000	+51,000	0 (5)	600	0.00 (2)	1.10	0 (3)	650	-99	+80	-80	+99
CONTENTS OF DATA FIELD WHEN ELECTRICAL STOPS ARE EXCEEDED	-2000	+51,000	0	500	0.00	1.10	0	650	-99 (1)	+60	-80 (1)	+99
SSM STATE WHEN ELECTRICAL STOPS ARE EXCEEDED	NCD	NCD	NCD	NCD	NCD	NCD	NCD	NCD	NCD	NCD	NCD	NCD
DISPLAY INDICATOR RESPONSE TO NCD CONDITION	FAILURE WARNING		DISPLAY CONTENTS OF DATA FIELD		DISPLAY CONTENTS OF DATA FIELD		DISPLAY CONTENTS OF DATA FIELD		FAILURE WARNING		FAILURE WARNING	

(1) THE DATA FIELD OF THE BINARY WORD WILL INDICATE -99 ; THE DATA FIELD OF THE BCD WORD WILL INDICATE +99

(2) FOR MACH < 0.10, THE MACH DATA FIELD INDICATES 0.0 MACH AND SSM STATE IS NCD

(3) FOR TAS < 100 KTS, THE TAS DATA FIELD INDICATES 0 KNOTS AND SSM STATE IS NCD

(4) THE DATA FIELD OF THE BINARY WORD WILL INDICATE -80 ; THE DATA FIELD OF THE BCD WORD WILL INDICATE +80

(5) FOR CAS < 30 KNOTS : CAS DATA FIELD = 0.0 KNOTS, SSM = NCD



AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

TABLE 2

Function	Equipment Specification Requirement	ADC Computed Resolution
Pressure Altitude	1.0 ft.	0.2 ft.
Baro Corrected Altitude	1.0 ft.	0.2 ft.
Baro Correction	1.0 ft. at 1013.25mb and 29.92 in. Hg.	0.77 ft. at 1013.25mb and 29.92 in. Hg.
Altitude Rate	.847mb/mn or 30 ft/mn	10.4 ft/mn
Computer Airspeed	0.0625 kt for CAS>100 kts	0.10 kt 0.048 kt above 100 kts
Mach	0.0000625 for M>.2M	0.0001 Mach at .1 Mach decreasing to .00006 Mach at .2 Mach for TAS> 100 kts 0.00006 Mach above .2 Mach
True Airspeed	0.0625 (BNR); 1.0 kt (BCD)	.05 kt
Static Air Temperature	0.25°C (BNR); 1.0°C (BCD)	.04°C
Total Air Temperature	0.25°C (BNR); 1.0°C (BCD)	.04°C
Impact Pressure	0.03125mb	0.021mb
Total Pressure	0.07125mb	0.02mb
Indicated Angle-of-Attack	0.05°	.046°
Corrected Angle-of-Attack	0.05°	.046°
Maximum Operating Airspeed	0.25 kt	.25 kt
Static Pressure	N/A	.03 in. Hg at 1 in. Hg linearly increasing to .25 at 32 in. Hg

ATA 27 et 22

Commandes de vol (CDV) (*en anglais Flight Controls*)

CDV Electriques (CDVE) (*en anglais Electrical Flight Controls*)

Directeur de vol (*Flight Director*)

Vol automatique (*Auto Flight*)

Video 7 Commandes de vol (ATA 27) et vol automatique (ATA 22) – Automatic Flight control

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/9874-technologies-avioniques-7-cmd-27-vol-auto-22/>



ATA 42

- Avionique Modulaire intégrée

Genèse et intégration

Mirage 2000-9 ► Architecture IMS

Dash 8

ATR-600

Modularité et Ségrégation

Airbus A380

Sukhoï SSJ100

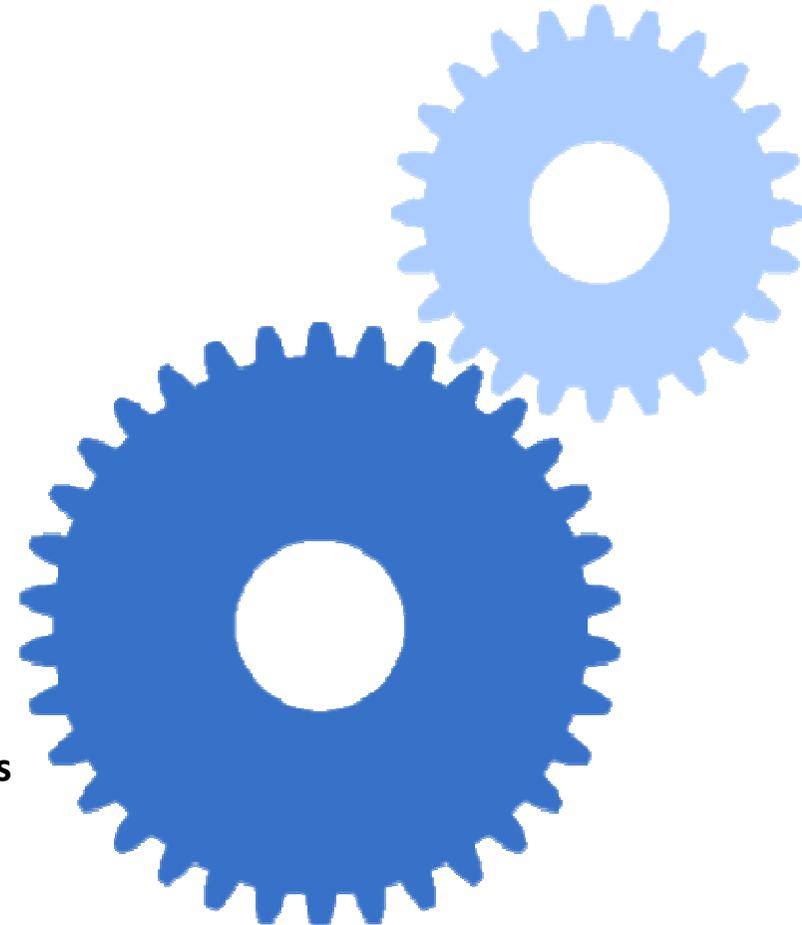
ATA 22 dans ATA 42

A380/A350 Architectures en réseau

Evolutions du concept

Video 8 Avionique modulaire intégrée – IMA, Integrated Modular Avionics

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/9875-technologies-avioniques-8-architecture-databus-ima/>



Site web chapitre ATA

- <http://www.s-techent.com/ATA100.htm>
- <https://faq-fra.aviatechno.net/dom/dominique10.php>

1. Approving Competent Authority / Country / Autorité Compétente / Pays		2. AUTHORISED RELEASE CERTIFICATE Certificat Libérateur Autorisé EASA FORM 1 Formulaire 1 de l'EASA		3. Form Tracking Number N° de repère du Formulaire	
DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE FRANCE					
4. Organisation Name and Address : Nom et Adresse de l'Organisme :				5. Work Order/Contract/Invoice Bon de commande/Contrat/Facture	
6. Item / Item	7. Description / Description	8. Part No. / N° de pièce	9. Qty / Qté	10. Serial No. / N° série	11. Status/Work / Etat/Travaux
12. Remarks Remarques					
13a. Certifies that the items identified above were manufactured in conformity to : Certifie que les éléments identifiés ci-dessus ont été fabriqués conformément aux : <input type="checkbox"/> approved design data and are in a condition for safe operation données de conception approuvées et sont en état de fonctionner en toute sécurité <input type="checkbox"/> non-approved design data specified in block 12 données de conception non approuvées spécifiées dans la case 12					
13b. Authorised Signature / Signature autorisée		13c. Approval/Authorisation Number Numéro d'agrément d'autorisation		14a. <input type="checkbox"/> Part 145 A.50 Release to Service Approbation pour remise en service selon Partie 145.A.50 <input type="checkbox"/> Other regulation specified in block 12 Autre réglementation précisée en case 12	
				Certifies that unless otherwise specified in block 12, the work identified in block 11 and described in block 12, was accomplished in accordance with Part 145 and in respect to that work the items are considered ready for release to service. Certifie que, sauf indication contraire spécifiée en case 12, les travaux identifiés en case 11 et décrits en case 12, ont été réalisés conformément à la Partie 145 et qu'au vu de ces travaux, les pièces sont considérées prêtes à la remise en service.	
13d. Name / Nom		13e. Date (dd mmm yyyy) / Date (jj mmm aaaa)		14c. Certificate/Approval Ref. No N° du Certificat/Agrément	
				14b. Authorised Signature / Signature autorisée	
				14d. Name / Nom	
				14e. Date (dd mmm yyyy) / Date (jj mmm aaaa)	
USER/INSTALLER RESPONSIBILITIES / Responsabilités de l'utilisateur/installateur This certificate does not automatically constitute authority to install the item(s). Ce document ne constitue pas forcément l'autorisation d'installer l'(es) item(s) Where the user/installer performs work in accordance with regulations of an airworthiness authority different than the airworthiness authority specified in block 1, it is essential that the user/installer ensures that his/her airworthiness authority accepts items from the airworthiness authority specified in block 1. Quand l'utilisateur/installateur travaille selon les réglementations d'une autorité de navigabilité différente de l'autorité de navigabilité mentionnée dans la case 1, il est essentiel que l'utilisateur/installateur s'assure que son autorité de navigabilité accepte les items libérés par l'autorité de navigabilité mentionnée dans la case 1. Statements in blocks 13a and 14a do not constitute installation certification. In all cases aircraft maintenance records must contain an installation certification issued in accordance with the national regulations by the user/installer before the aircraft may be flown. Les indications portées en cases 13a et 14a ne constituent pas une certification de montage. Dans tous les cas le dossier d'entretien de l'aéronef doit contenir une certification d'installation délivrée conformément aux règlements nationaux par l'utilisateur/installateur avant que l'aéronef puisse voler.					

Rappel caractéristiques ondes radio aéro

- Portée optique : $d(NM) = 1,23 \frac{\sqrt{h(ft)}}{1}$

- Voir interface avionique LV...

- dB dBm dBV

- Spectre visible, UV , IR, VHF, UHF...

Convertir dBm -----> mW, W , V , dBV.....

input P (dBm) INPUT dBm P (mW) U (volt V) U (dBV)

0 0 0 0 0

R input (ohms Ω) P (W) i (Ampère A)

600 0 0

P (kW) 0

dBm & R = 50 Ω **dBm & R = 600 Ω** **dBm & R input**

0	i (A)	0	i (A)
0	U (V)	0	U (V)
0	U (dBV)	0	U (dBV)
0	P (W)	0	P (W)
0	P (kW)	0	P (kW)
0	mW	0	mW
R (ohms Ω)		R (ohms Ω)	
0		0	
0	U (dBmV)	0	U (dBmV)
0	P (dBW)	0	P (dBW)

Propagation à vue dans l'atmosphère Terrestre, sans obstacle

MODES DE PROPAGATION

Onde directe : ondes à propagation rectiligne directe : ondes très hautes fréquences (> 30 MHz).

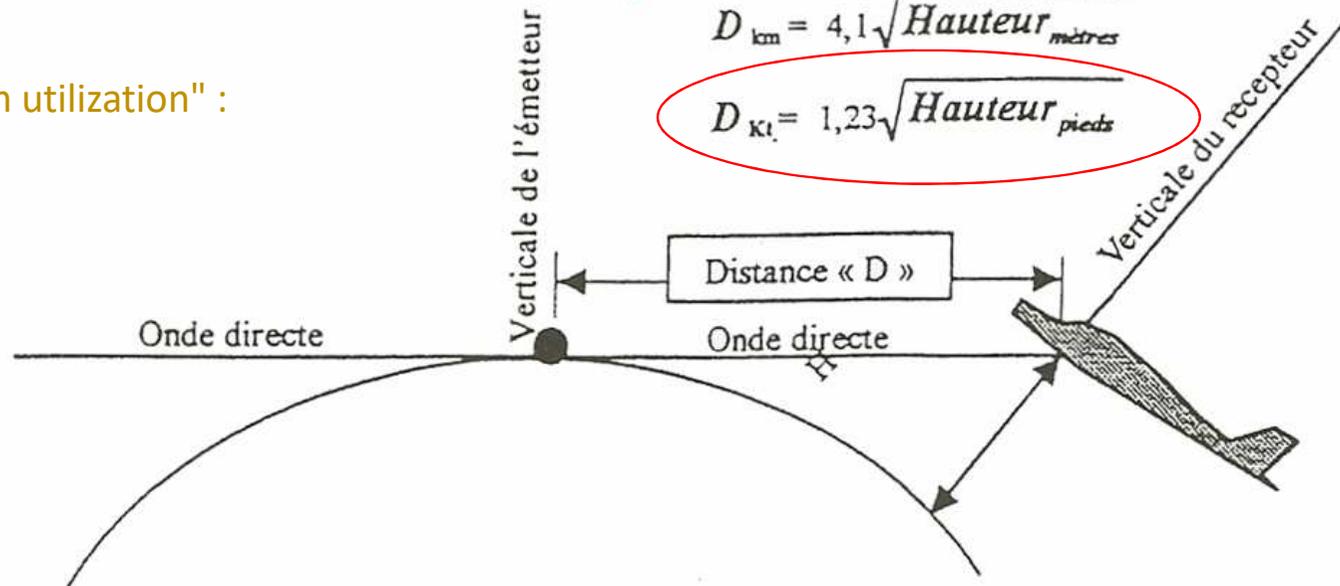
Distance de visibilité radioélectrique :

$$D_{\text{km}} = 4,1\sqrt{\text{Hauteur}_{\text{mètres}}}$$

$$D_{\text{kt}} = 1,23\sqrt{\text{Hauteur}_{\text{pieds}}}$$

ICAO annex 10 volume 5

"Radio frequency spectrum utilization" :



Definitions et propriétés : LOG & dB

- $\text{LOG } A^n = n \text{ LOG } A$ et $k \text{ LOG } (A / B) = k \text{ LOG } A - k \text{ LOG } B$

$$P(mW) = 10^{\frac{G(dBm)}{10}}$$

- Définition gain en Bel, $G(\text{Bel}) = \text{LOG } (P/P_{\text{ref}})$

$$G(dBm) = 10 \text{ LOG } P(mW)$$

$$U(V) = 10^{G(dBV)/20}$$

- $G(dBm) = 10 \text{ LOG } (P/P_{\text{ref}})$ avec $P_{\text{ref}} = 1 \text{ mW}$ sur $Z = 600 \Omega$

$$\text{LOG } X = \ln X / \ln 10$$

- $G(dB) = 10 \text{ LOG } ((U^2/Z) / (U_{\text{ref}}^2/Z)) = 20 \text{ LOG } (U/U_{\text{ref}})$

Reminders :

$$\text{Log } (a \cdot b) = \text{log } (a) + \text{log } (b)$$

$$\text{Log } (a/b) = \text{log } (a) - \text{log } (b)$$

$$\text{Log } (a^n) = n \text{ log } (a)$$

$$\text{Log } (10^{-3}) = -3 \text{ dB}$$

- $G(dBV) = 20 \text{ LOG } (U/1V)$ $G(dB\mu V) = 20 \text{ LOG } (U/1\mu V)$

The **impedance of free space**, Z_0 , is a physical constant relating the magnitudes of the electric and magnetic fields of electromagnetic radiation travelling through free space.

That is, $Z_0 = |\mathbf{E}|/|\mathbf{H}|$, where $|\mathbf{E}|$ is the electric field strength and $|\mathbf{H}|$ is the magnetic field strength.

Its presently accepted value is $Z = 377 \Omega$

Dynamique de gain

N bits	combinaisons		20*LOG(ratio)				par OCTAVE 6 dB				Sensibilité, LSB, quantum	Pleine Echelle			dynamique dB		bits nécessaires
	ratio base 2	dynamique dB	Nb bits	*	=	dB	dB	dB	dB								
1 bits	2	6 dB	1	*	=	6 dB	6 dB	6 dB	6 dB	RTC	5 à	500 mV	40 dB	7	bits nécessaires		
2 bits	4	12 dB	2	*	=	12 dB	12 dB	12 dB	12 dB	VIDEO	0,1 à	1000 mV	80 dB	13	bits nécessaires		
3 bits	8	18 dB	3	*	=	18 dB	18 dB	18 dB	18 dB	CAN 8 Bits	19,5 à	5000 mV	48 dB	8	bits nécessaires		
4 bits	16	24 dB	4	*	=	24 dB	24 dB	24 dB	24 dB	CAN 13 bits	0,61 à	5000 mV	78 dB	13	bits nécessaires		
5 bits	32	30 dB	5	*	=	30 dB	30 dB	30 dB	30 dB	Localizer ILS	0,0001 à	0,4 DDM	72 dB	12	bits nécessaires		
6 bits	64	36 dB	6	*	=	36 dB	36 dB	36 dB	36 dB	Glide ILS	0,0002 à	0,8 DDM	72 dB	12	bits nécessaires		
7 bits	128	42 dB	7	*	=	42 dB	42 dB	42 dB	42 dB	VOR 12 bits	0,044 à	180 degrés	72 dB	12	bits nécessaires		
8 bits	256	48 dB	8	*	=	48 dB	48 dB	48 dB	48 dB	CAN 23 Bits $\Sigma\Delta$	0,038 à	5000 mV	102 dB	17	bits nécessaires		
9 bits	512	54 dB	9	*	=	54 dB	54 dB	54 dB	54 dB	Radio altimètre 16 bits	0,5 à	30000 Pieds	96 dB	16	bits nécessaires		
10 bits	1024	60 dB	10	*	=	60 dB	60 dB	60 dB	60 dB	CAN 6 Bits Meteosat	78,1 à	5000 mV	36 dB	6	bits nécessaires		
11 bits	2048	66 dB	11	*	=	66 dB	66 dB	66 dB	66 dB	10 μ V à 100V	0,00001 à	100 V	140 dB	23	bits nécessaires		
12 bits	4096	72 dB	12	*	=	72 dB	72 dB	72 dB	72 dB	Pince Ampéremétrique	0,1 à	200 A	66 dB	11	bits nécessaires		
13 bits	8192	78 dB	13	*	=	78 dB	78 dB	78 dB	78 dB	GPS	0,01 à	2000 km	106 dB	18	bits nécessaires		
14 bits	16384	84 dB	14	*	=	84 dB	84 dB	84 dB	84 dB	Laser	0,001 à	100 m	100 dB	17	bits nécessaires		

- QCM

- Fin cours 3

Frequencies range used in aeronautic

- **VHF : 30 to 300 MHz**
 - Aéro VHF from 108 to 137 MHz (235 MHz to 360 MHz for the military)
 - ILS from 108.xy à 111.xy MHz with x ODD et y = 0 ou 5 *i.e.* 40 channels
 - VOR from 108.xy à 111.xy MHz avec x EVEN et y = 0 ou 5 *i.e.* 40 channels
 - VOR from 112 à 118 MHz tout les 50 kHz *i.e.* 120 channels
 - VHF Radio from 118 à 137 MHz spaced 8.333 kHz *i.e.* 2280 channels
 - ACARS Aircraft Communication Addressing and Reporting System
 - ATIS Automatic Terminal Information Service in an automatic broadcasting service
 - VHF space from 137 to 142 MHz
 - Marker Beacon IM MM et OM always at 75 MHz (3kHz, 1.3kHz, 400Hz tone)
- **UHF : 300 MHz to 3 GHz**
 - UHF aero, frequencies automatically selected
 - DME from 960 to 1215 MHz , 2x 126 simplex channels **paired** with VOR or ILS (paired 108 to 112 MHz) (secondary radar)
 - ATC (Air Traffic Control , XPDR Transponder) frequencies 1030 and 1090 MHz, SSR (Secondary Surveillance Radar)
 - TCAS Traffic Collision Avoidance System, paired with ATC-XPDR system
 - *GLIDEpath* UHF from 329 MHz to 336 MHz (Paired Loc)
 - ELT « Emergency Locator Transmitters » 121.5 MHz or 406 MHz or 243 MHz
 - ADS-b « Automatic Dependent Surveillance-Broadcast » use GNSS and UAT or 1090 MHz or VHF frequency
 - UAT Universal Access Transponder, is a transponder specifically designed for ADS-B, both "in" and "out", and operating at 978 MHz. UAT is a uniquely American system.
- **SHF : 3 to 30 GHz (primary radar)**
 - Radio-altimeter, Radiosonde, GPWS Ground Proximity Warning System (4.2 to 4.4 GHz)
 - **WXR** Weather radar, X band, 8 to 12.5 GHz
 - GNSS (GPS, Galileo...) : 1,5 to 2,6 GHz
 - MLS : 5.0304 to 5.1500 GHz
- **Aero decametric band : from 3.4 MHz to 23.35 MHz**

Gamme de fréquence utilisées en aéronautique

- *VHF de 30 à 300 MHz*

- Aéro VHF de 108 à 137 MHz (et 235 MHz à 360 MHz pour militaire)
 - ILS de 108.xy à 111.xy MHz avec x Impair et y = 0 ou 5 soit 40 canaux
 - VOR de 108.xy à 111.xy MHz avec x Pair et y = 0 ou 5 soit 40 canaux
 - VOR de 112 à 118 MHz tout les 50 kHz soit 120 canaux
 - Radio VHF de **118 à 137 MHz** espacés de 8.333 kHz soit 2280 canaux (25 kHz autrefois)

Radio VHF

- ACARS **Aircraft Communication Addressing and Reporting System**
- ATIS **Automatic Terminal Information Service** est un service automatique de diffusion

- Spatial VHF de 137 à 142 MHz
- Marker Beacon IM MM et OM toujours à 75 MHz (tonalité 3kHz, 1.3kHz, 400Hz)

- *UHF de 300 MHz à 3 GHz*

- UHF aero, frequencies automatically selected
 - DME from 960 to 1215 MHz , 2x 126 simplex channels **paireds** with VOR or ILS (paired 108 to 112 MHz) (secondary radar)
 - **DME** ATC (Air Traffic Control , XPDR Transponder) frequencies 1030 and 1090 MHz, SSR (Secondary Surveillance Radar)
 - TCAS Traffic Collision Avoidance System, paired with ATC-XPDR system
 - *GLIDEpath* UHF from 329 MHz to 336 MHz (Paired Loc)
- ELT « Emergency Locator Transmitters » 121.5 MHz or 406 MHz or 243 MHz
- ADS-b « Automatic Dependent Surveillance-Broadcast » use GNSS and UAT or 1090 MHz or VHF frequency
 - UAT Universal Access Transponder, is a transponder specifically designed for ADS-B, both "in" and "out", and operating at 978 MHz. UAT is a uniquely American system.

- *SHF de 3 à 30 GHz (radar primaire)*

RA

- **Radioaltimètre**, Radiosonde, GPWS ou *Ground Proximity Warning System* (de 4.2 à 4.4 GHz)
- **WXR** Radar météo, bande X, 8 à 12.5 GHz
- Localisation GNSS (GPS, Galileo...) : 1,5 - 2,6 GHz
- MLS : 5.0304 to 5.1500 GHz

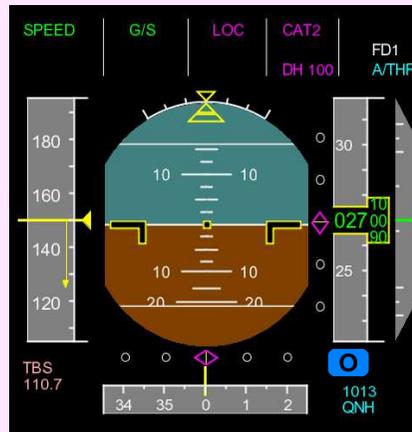
- *Bande decamétrique aéro de 3.4 MHz à 23.35 MHz*



Antennas on A350



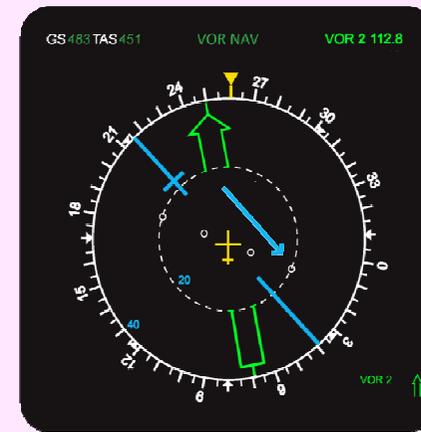
Primary Flight Display



Communication Panel



Navigation Display



Mode Control Panel (Autopilot)

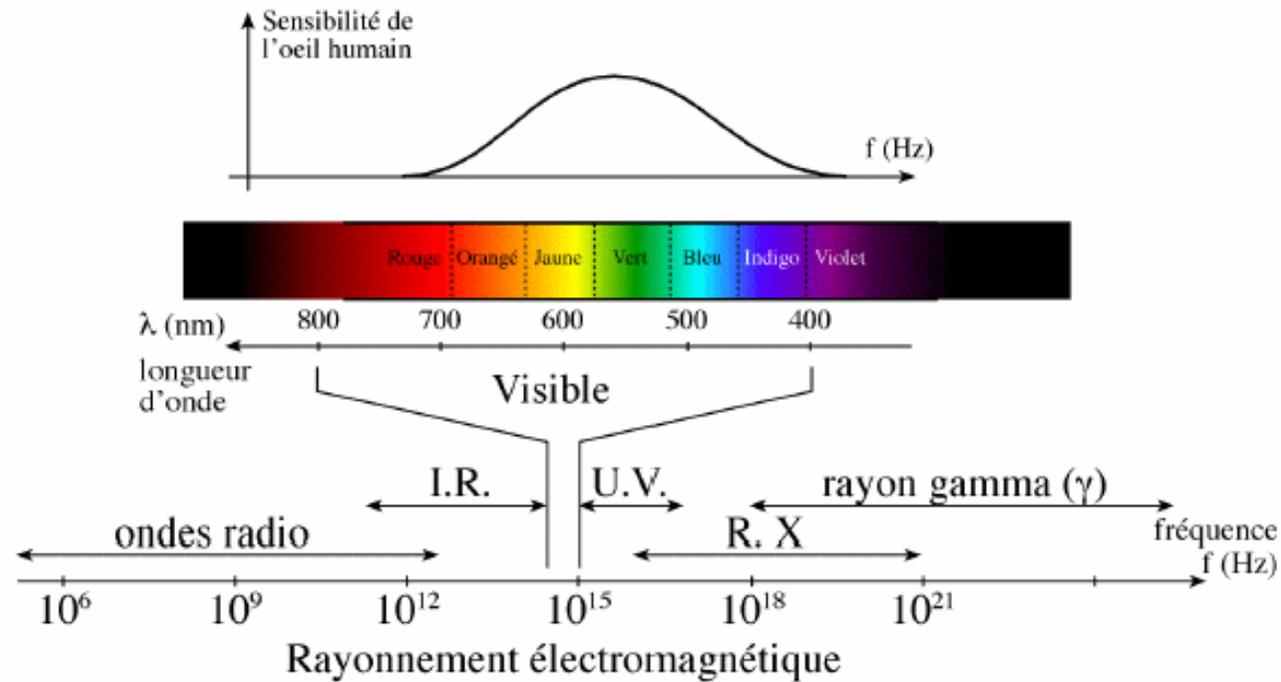


Avionics System RF

- Radio com HF / VHF
- ADS-b
- TCAS – **XPDR** - EGNOS
- **VOR - ILS - DME - ADF - Marker Beacon**
- TAWS – EGPW – RA
- WXR
- ACARS – FMGS – MCDU (MFP-KCCU)
- GNSS – SatCom – Immarsat – Iridium – EGNOS

- Military : LORAN – IFF – MIL 1553 – digibus - STANAG

Spectre électromagnétique et décomposition de la lumière blanche



Relation fondamentale :

$$\lambda = cT = \frac{c}{f}$$

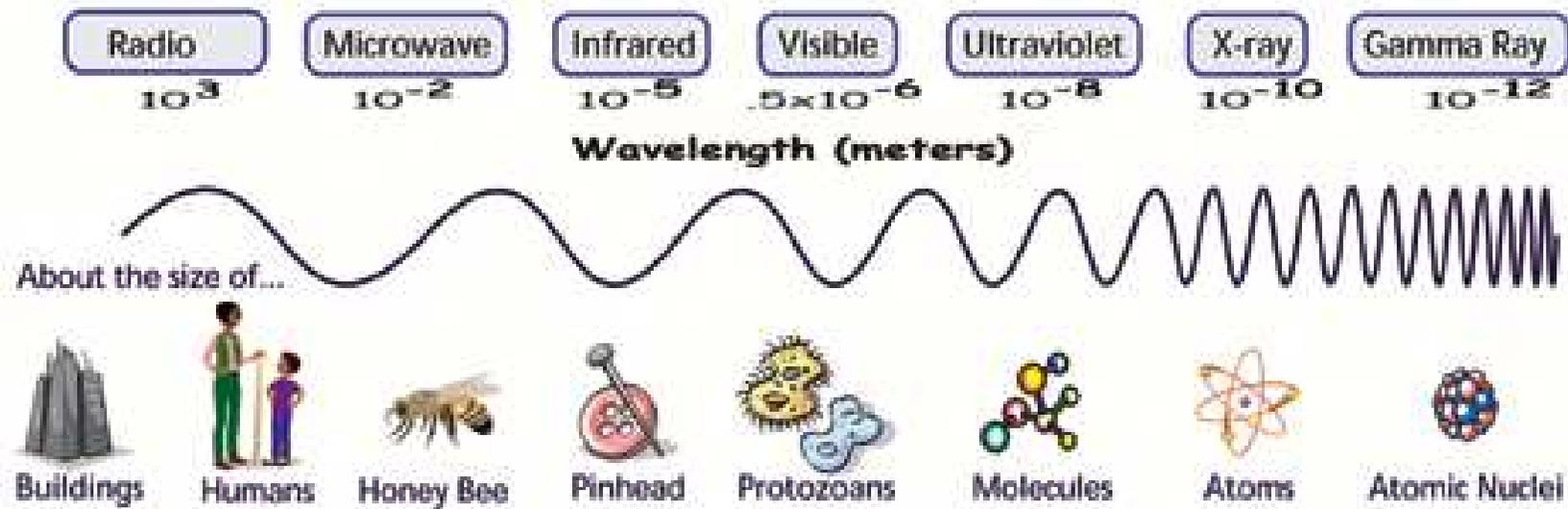
c : célérité de la lumière dans le vide

$$c = 300\,000 \text{ km.s}^{-1} = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

λ : longueur d'onde (m)

T : période (s)

f : fréquence (Hz)



Les cartes électroniques pour l'aéronautique et l'avionique

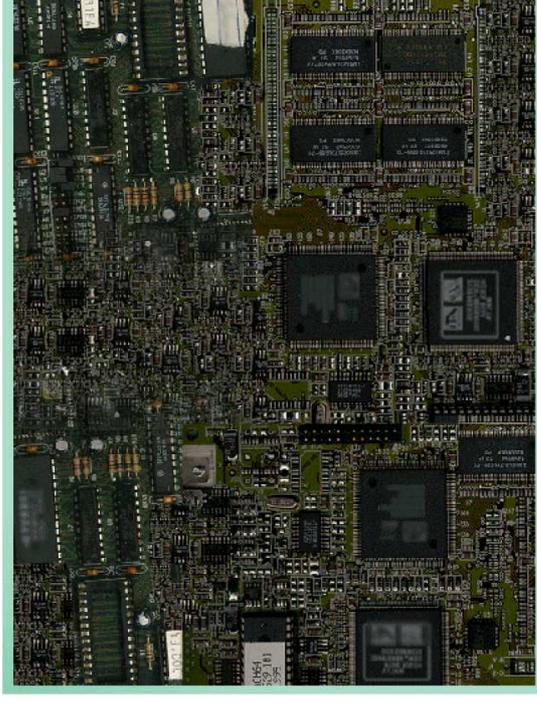
Vidéo 1 : Techniques d'assemblage des cartes électroniques
Vague et Refusion. Production et assemblage de carte.

Vidéo 2 : Matériaux et PCB

Finition des cartes électroniques

Composants et boîtiers électronique CI DIP....

Défauts d'assemblage



<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/10398-techno-ci-pcb-aeronautique-1/>

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/10453-techno-ci-pcb-aeronautique-2/>

Cible de ce support : Master 1 MA avionique & ENSPIMA

Denis MICHAUD @evering 2020

Les cartes électroniques pour l'aéronautique et l'avionique

Vidéo 1 : Techniques d'assemblage des cartes électroniques

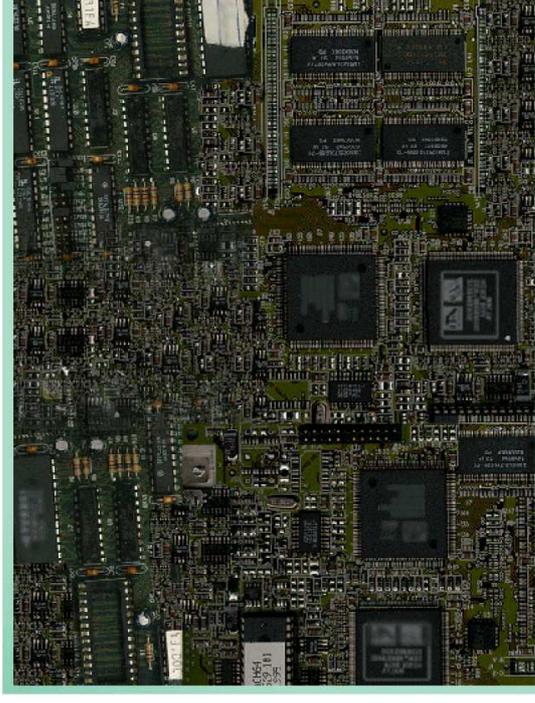
Vague et Refusion. Production et assemblage de carte.

Vidéo 2 : Matériaux et PCB

Finition des cartes électroniques

Composants et boîtiers électronique CI DIP....

Défauts d'assemblage



<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/10398-techno-ci-pcb-aeronautique-1/>

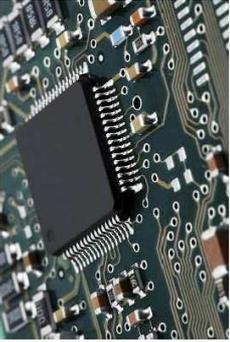
<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/10453-techno-ci-pcb-aeronautique-2/>

Cible de ce support : Master 1 MA avionique & ENSPIMA

Denis MICHAUD @evering 2020

TMS techniques de montage en surface / SMT surface mounting techniques

des Cartes électronique PCB



<http://www.iftec.fr/>



Les techniques d'assemblages : http://joubert.marc.free.fr/1sti/technologie/assemblage_cms.pdf

Fillière	Types de cartes	Procédés de brasage
Traversants		
Tous CMS		
Mixte		

<ul style="list-style-type: none"> • Simple Brasage par Vague, Wafer soldering (obligatoire pour composants à broche traversante, à piquer) • Simple Brasage par Refluxion, Reflow soldering (obligatoire pour composants CMS avec boîtiers PQFP et BGA)) • Double refluxion (double face , composants CMS sur les 2 faces) • Ou Refusion +vague
<ul style="list-style-type: none"> • Simple Brasage par Vague, Wafer soldering CMS et à piquer sur faces opposées • Manuel pour prototype ou gros composants (transformateur, haut-parleur, alimentation..., connecteurs) • Mixte vague-refusion-manuel (double face , composants sur les 2 faces)

- Fin cours 4

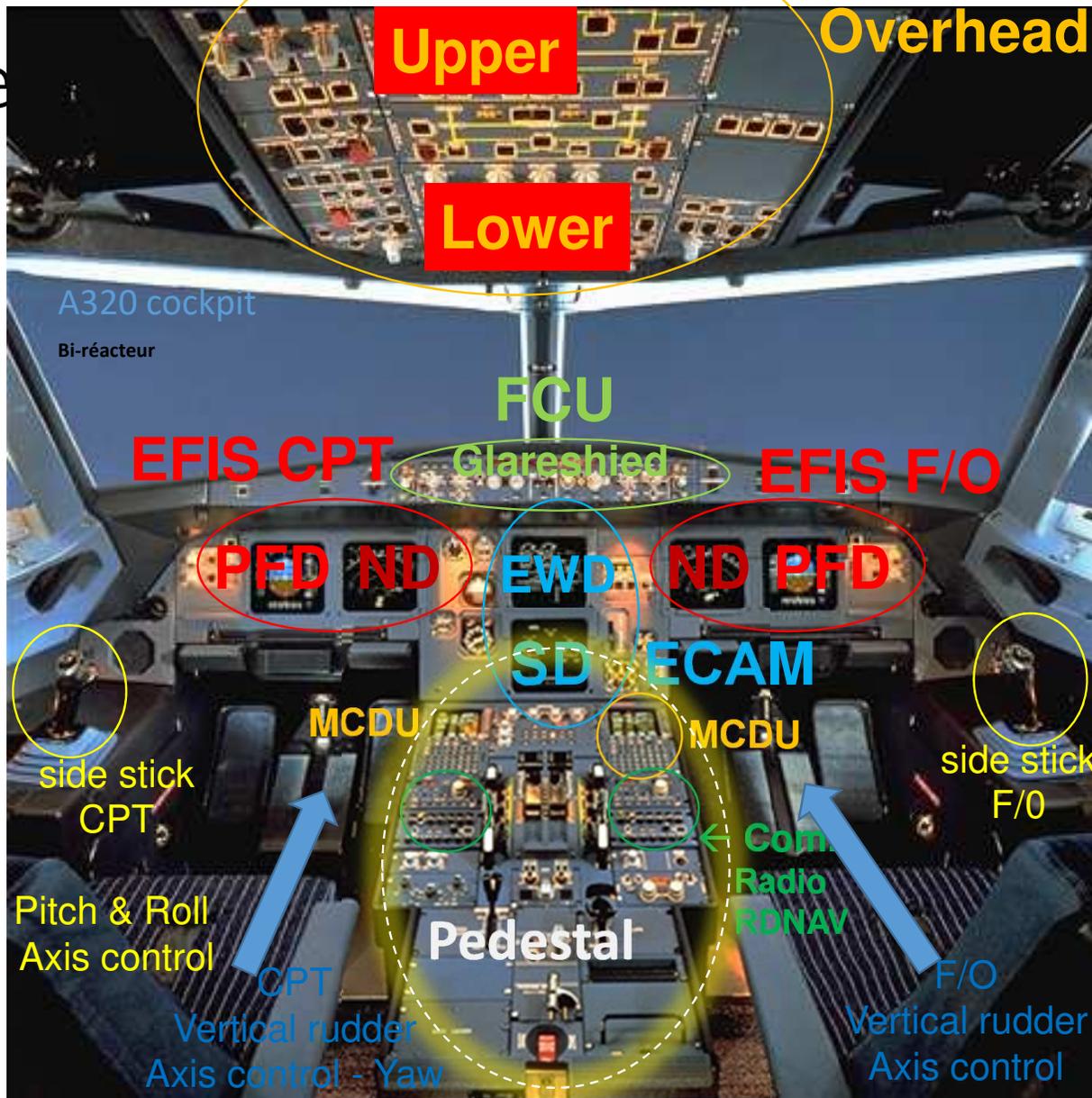
■ **Video 3 Visualisations – Display (40min:25) PWD : Dc9**

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/9704-technologies-avioniques-visualisation-display/>

- À venir :
- → Organisation d'un cockpit
- IFE
- Banc test auto
- Intro bus avionique

DM1
DM2

Cockpit Design



Cockpit A320



Glareshield =
 Flight Control Unit **FCU**
 + Auto-Pilot **AP**
 + Pressure setting **QNH**
 + Range Selector....

PFD
 Primary Flight Display
ND Navigation Display
EFIS Electronic Flight Instrument System
CPT Captain
F/O First Officer

MCDU =
 Multi Control Display Unit
ECAM (EICAS) =
 Electronic Centralized Aircraft Monitor

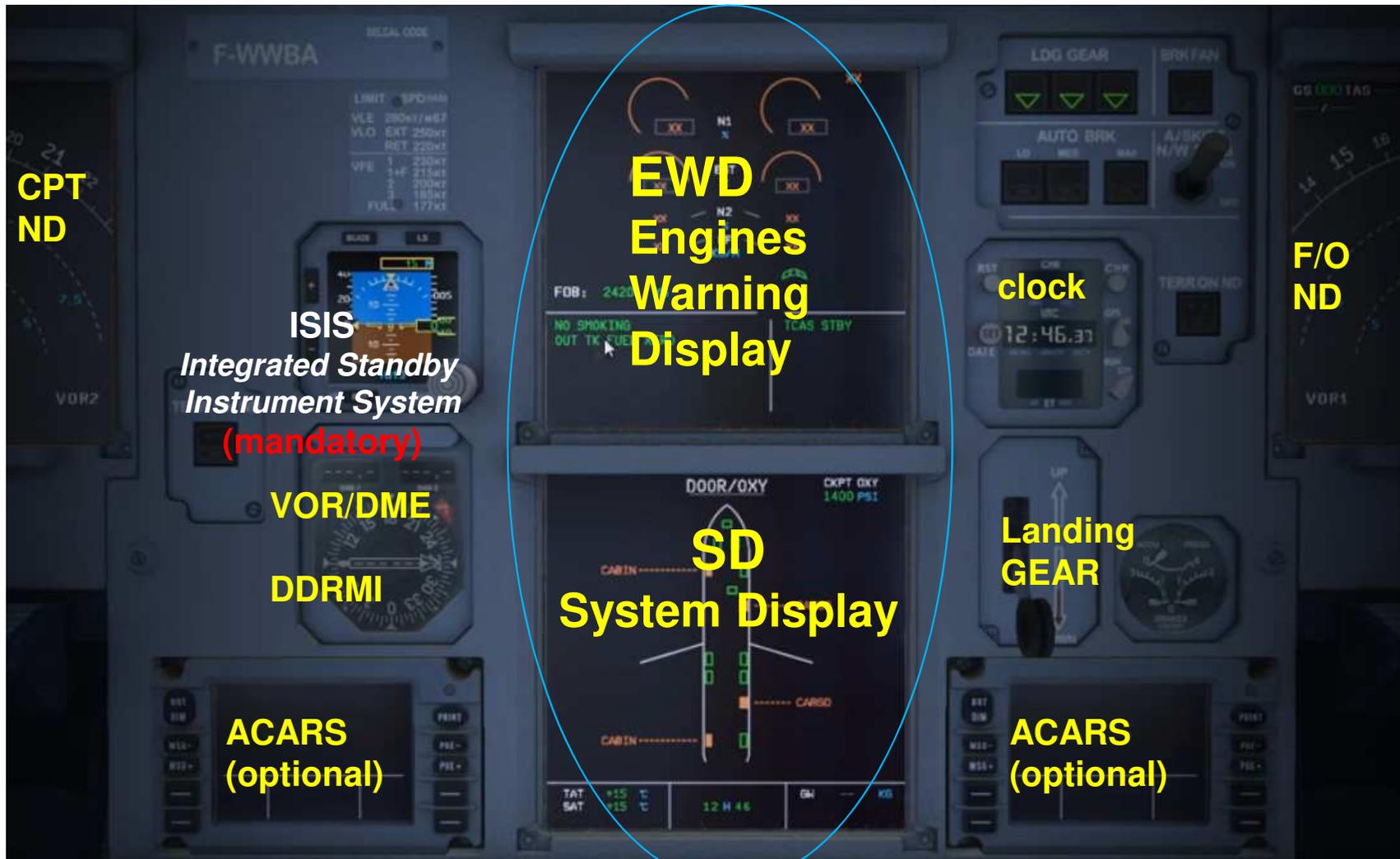
SD System Display
EWD Engine Warning Display

Diapositive 95

DM1 video A320 Side stick 4 min
Denis MICHAUD; 13/04/2020

DM2 https://www.youtube.com/watch?v=t_R45td63qg
Denis MICHAUD; 13/04/2020

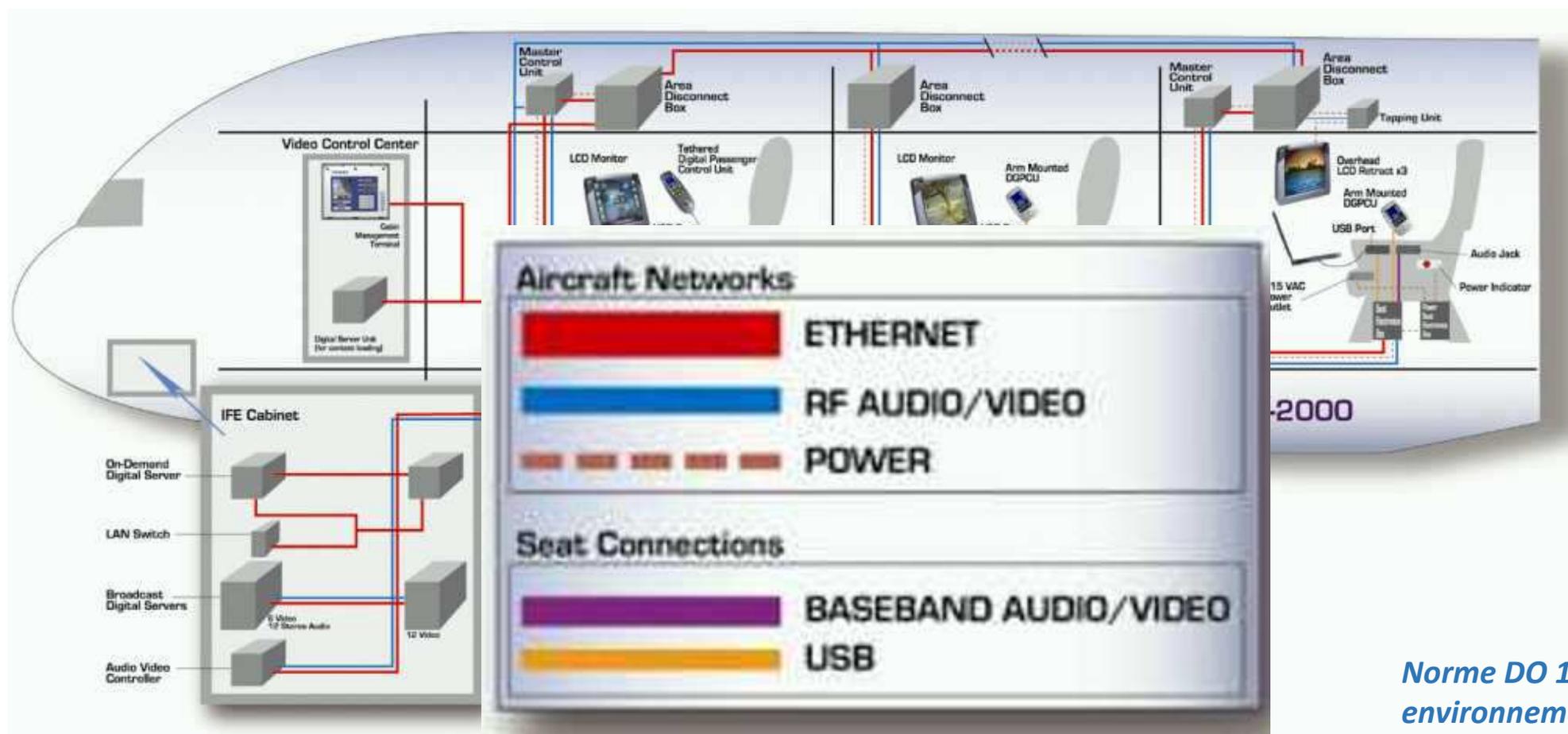
ECAM Electronic Centralized Aircraft Monitor



Video and multimedia Bus for **IFE** (In Flight Entertainment)

ATA 23-30: Communication

Example THALES IFE network: *The figure below shows the IFE network in the aircraft:*



*Norme DO 160
environnemental*

- Fin cours 4

■ **Video 3 Visualisations – Display** (40min:25) PWD : **Dc9**

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/9704-technologies-avioniques-visualisation-display/>

- Banc test auto
- Intro bus



MDSB (Multi-Drop Serial Bus) by Rockwell Collins

This **bus** enables communication between Rockwell Collins **IFE system** controllers.

It is a serial bus consisting of two shielded twisted-pair cables using differential signals (for noise immunity): one pair is dedicated to reception and the second to transmission.

Note: **CSDB** Commercial Standard Digital Bus (Rockwell Collins)



IFE

Honeywell



0) INTERET D'UN BANC AUTOMATIQUE

Banc Manuel:

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

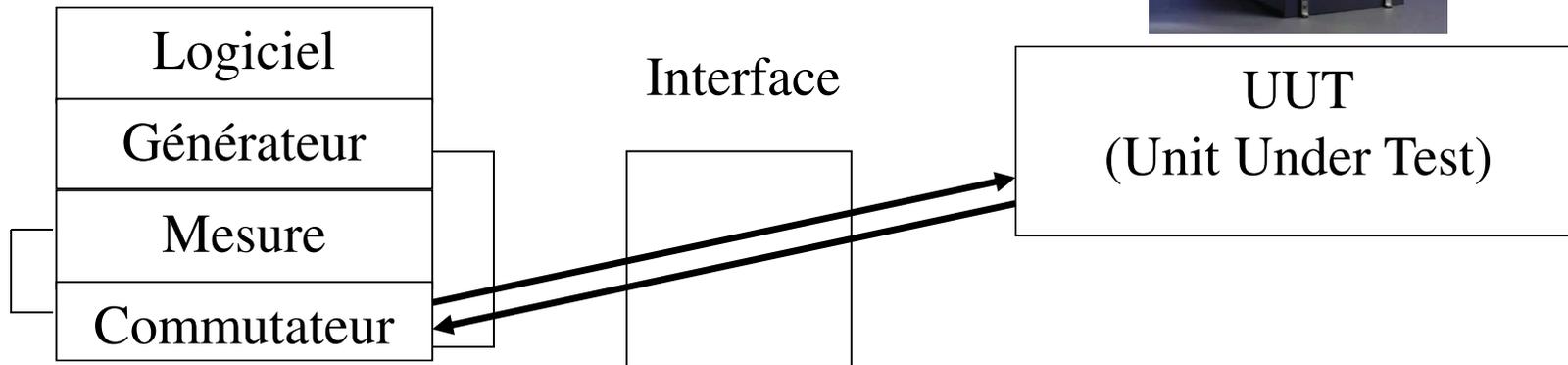
Banc Automatique:

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

1) PRINCIPE DES MOYENS DE TEST

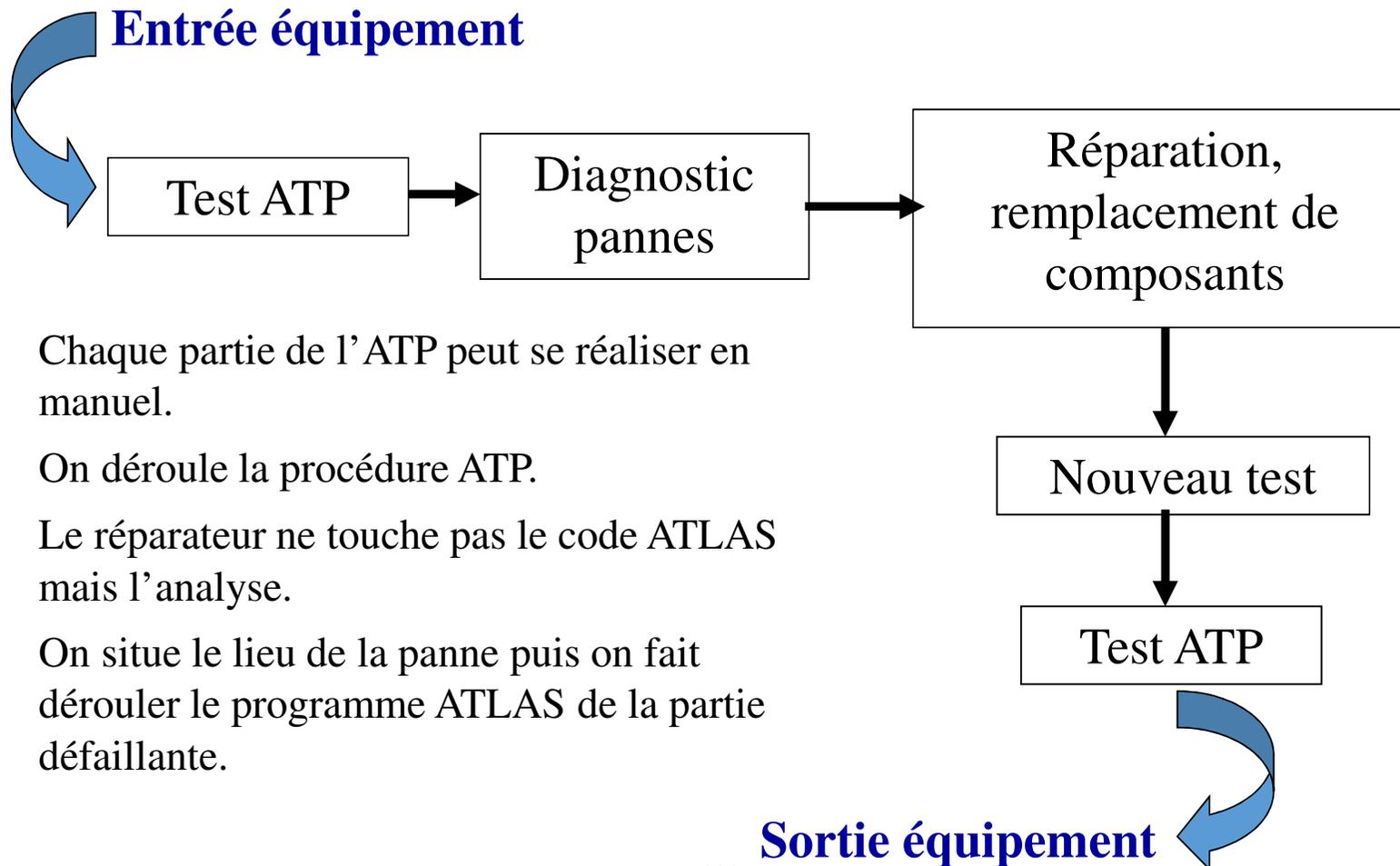
Un moyen de test est composé de :

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



- Baie, châssis 19" largeur standard
- Vxi : carte pilote 1/13 « à gauche » . Châssis 19" x 6U de hauteur
- Pxi (*express*) Châssis 19" x 3U de hauteur
- 1 "U" equals 1.75 " or 1.75 inches or 44.45 mm
- 1 inch = 2,54 cm

2) PROCESSUS DE REPARATION



Chaque partie de l'ATP peut se réaliser en manuel.

On déroule la procédure ATP.

Le réparateur ne touche pas le code ATLAS mais l'analyse.

On situe le lieu de la panne puis on fait dérouler le programme ATLAS de la partie défailante.

4) 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.

ATEC 5000 – Mirage 2000





1989 MT1000

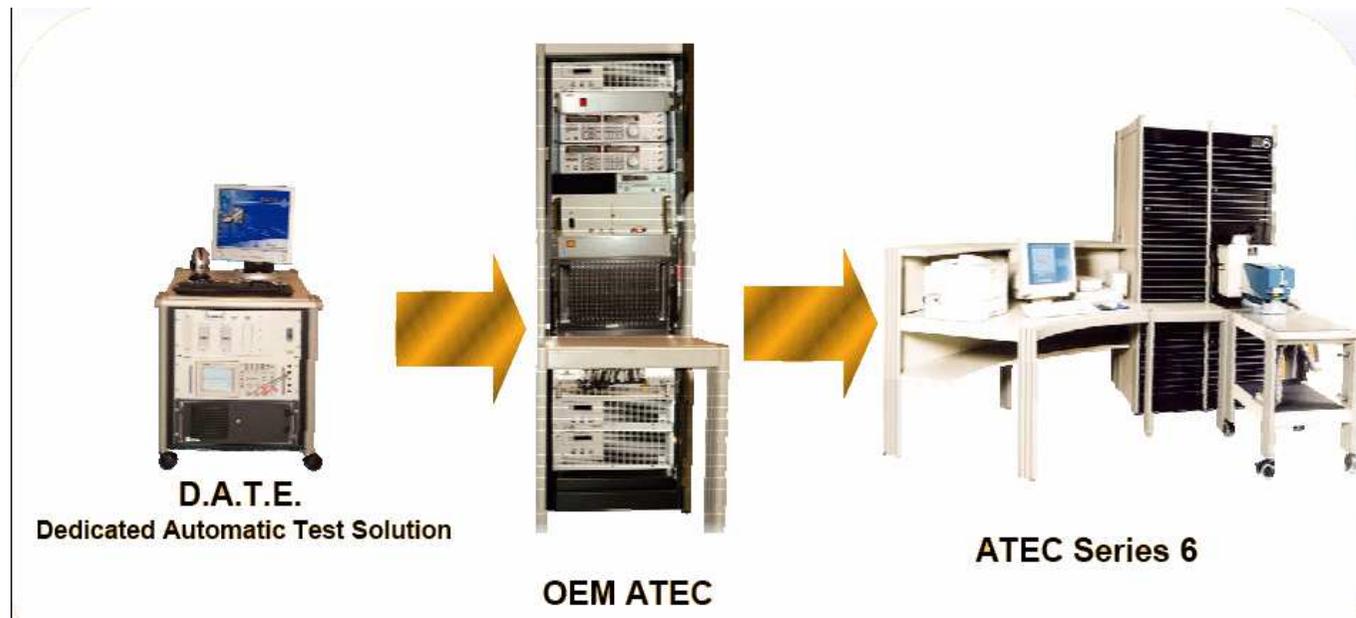
Première génération de testeur universel automatique, les supports sont des disquettes de 5 pouces $\frac{1}{4}$ et/ou de 3 pouces $\frac{1}{2}$.

1998 ATEC 6

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

Banc Mermoz pour l'avionique du Rafale (*hors radar*)

Evolution ATE : Automatic Test Equipment



OEM : Original Equipment Manufacturer

BANC ATEC

Aujourd'hui ⇒ pour la famille ATEC :

chargement de l'ATP (Automatic Test Procedure) et de l'interface.

La partie Software est du Visual ATEC ou TestSTAND.... , logiciels et langage pour le test automatique

Autrefois ⇒ La programmation logiciel Hardware est en langage 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.

ATEC: Automatic Test Equipment → Implementation since "Concorde", **Multi-purpose tester**

DATE: Dedicated Automatic Test Equipment → "Low Cost" tester, **Dedicated tester**

Example EADS T&S (2005)

Example of Products



Test Systems for Civil or Military Application



E.S.A.O.



Real Time ATE



OEM ATEC



D.A.T.E.



ATEC Series 6
SEsar 3000



Integration
Means

Design, Manufacturing
& Integration

Maintenance & Support

SYSTEM
MANUFACTURER

EQUIPMENT MANUFACTURER

END USER

Example EADS T&S

EADS TEST & SERVICES



Multi-purpose testers and comprehensiveness of the proposal

DEVELOPMENT and PRODUCTION

Under study and in production

- OEM Tester
- D.A.T.E



Hardware and software integration benches

- BIM
- BIL



Aircraft assembly on-line test

- FAST

System integration benches

- BIS

MAINTENANCE

First level, electronics

- FLITS, AVITS
- Tests cases



Second level, electronics

- ATEC
- SESAR
- RACE
- DDR

Optronics

- SESAR
- DDR

Engines

- JETI, SETI

Third level

- VALID
- STRATEGY
- PILOT



PROGRAMME ASSEMBLIES

Civil aircraft



Combat Aircraft



Helicopters

Tanks



Missiles

Example EADS T&S

TOWARDS 63 AIRLINES



A 319/A 320



A 340



B 737-300



B 737- NG



A 330



A 321



B 777



A 380

TO EUROPEAN ARMED FORCES



Startbreak



Mirage 2000



Leclerc Tank



Super-Etendard



Rafale



Atlantic 2



Super-Puma



Tiger



Aster

Matériel pour banc de test en piste ou Hangar

- Testeur VHF : VOR, ILS (Loc + Glide), ELT (*VIAVI 20k€*)
- Testeur UHF : DME, XPDR mode S, TCAS (*VIAVI 26k€*)
- Testeur RA : radio-altimeter (*VIAVI, Thales 50k€*)

- Testeur/émulateur satellites GNSS :
GPS, Galileo, Glonass... (*Spectrum 50k€*)
- Test anemo-baro : PS+Pt (*Ateq-omicron, Marconi 10 k€*)
- Test reflectomètre « cuivre » ou fibre optique (*3 à 100 k€*)
- Test bus avionique : MIL1553, Arinc429, AFDX, CAN

TEST de systèmes avec banc de test automatique



Standard
Bay 19 inch

Vxi, VME
Pxi, Pci



The "U" is used to define the height of an element,
a "U" equals 1.75 " or 1.75 inches or 44.45 mm

VIAVI
COBHAM



AVIONICS BASICS



AEROFLEX

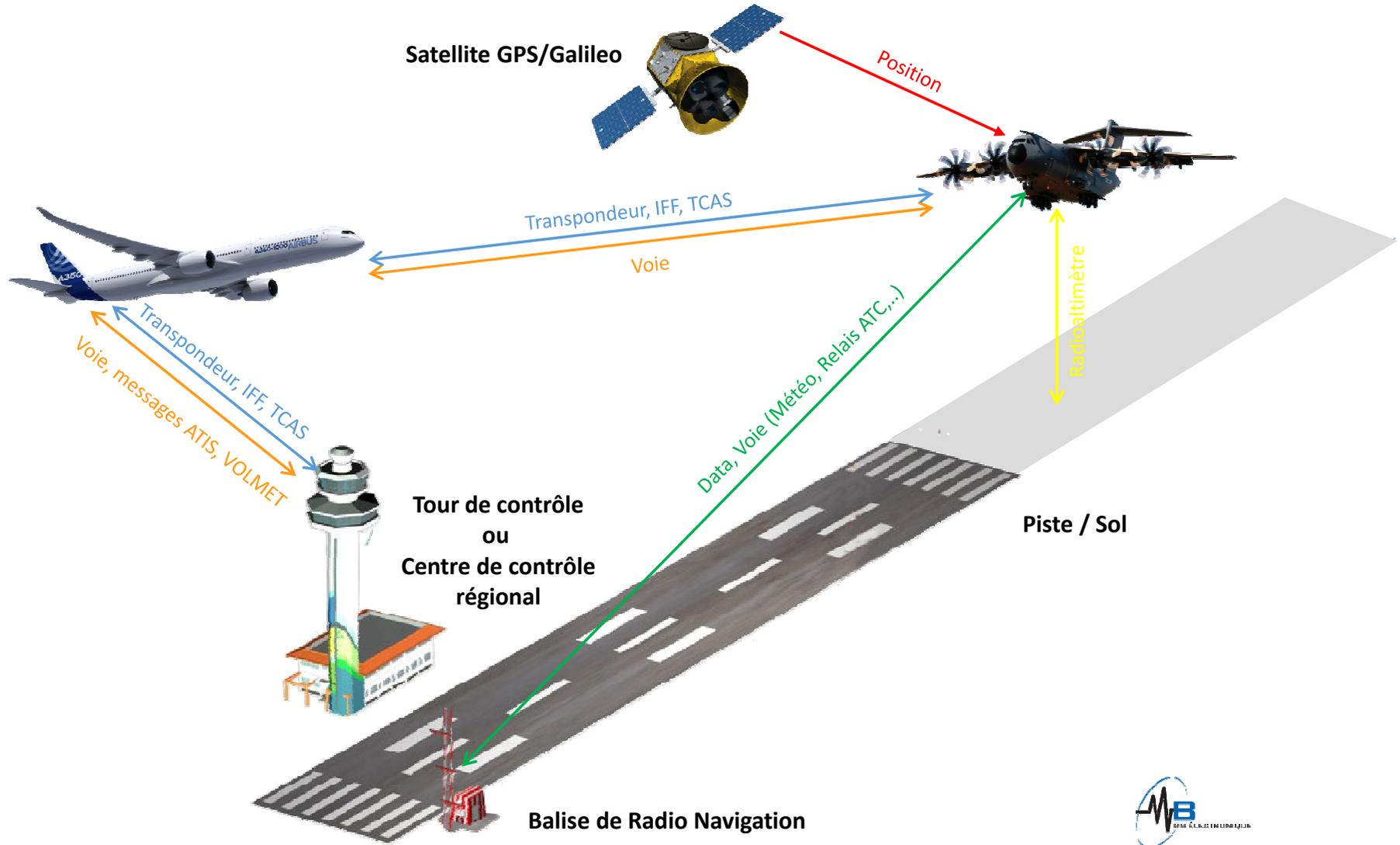


A **COBHAM** COMPANY

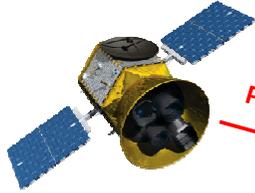
V.I.V.I



LES RADIOCOMMUNICATIONS EN AERONAUTIQUE



LES RADIOCOMMUNICATIONS EN AERONAUTIQUE



Satellite GPS/Galileo

Position: Latitude/Longitude/altitude



GPSG-1000



IFR6000-6015

Transpondeur, IFF, TCAS

Voie, messages ATIS, VOLMET

VOR, ILS, Data, Voie (Météo, Relais ATC,...)



Tour de contrôle
ou
Centre de contrôle
régional

Balise de Radio Navigation



Piste / Sol

Radio altimètre



IFR4000



ALT-8000





Bancs de test en piste



Test du
radioaltimètre



ALT-8000

Test:
• VOR
• ILS
• Markers
• VHF/UHF



IFR4000

Test:
• Transponder
• Interrogator
• IFF
• TCAS
• TACAN
• DME



IFR6000/6015

Test de la
fonction GPS ou
GALILEO



GPSG-1000



POUR QUELS AERONEFS ?



Gros porteurs militaires



Chasseurs Bombardiers



Drones civils & Militaires



Aviation Civile



Aviation d'affaires



Hélicoptères civils



Hélicoptères militaires



Aviation privée



ALT-8000



IFR4000



IFR6000/6015



GPSG-1000

Bus avionique: ARINC

- Développé par *l'Aeronautical Radio INCorporation* en 1977
- 718 = ATC = Air Traffic Control Transponder
- 722 = Projection vidéo
- 723 = GPWS = Ground Proximity Warning System
- 724 = ACARS = Aircraft Communication Arinc
- 725 = E.F.I.S = Electronic Flight Instrument System
- 737 = On board weight and balance
- 739 = M.C.D.U. = Multi Purpose Control and Display
- 744 = Imprimante

- 825 = Bus Can aéro (A350, A380, e-fan)

- **429 = Transmission numérique unidirectionnelle (Fédérée)**
- **629 = Transmission numérique bidirectionnelle (Modulaire)**

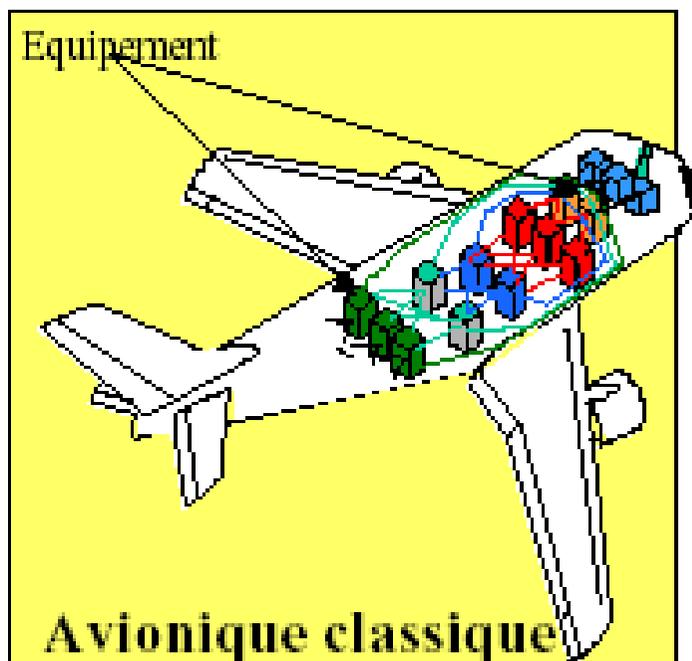
- BUS avioniques civils (ARINC 429, ARINC 664 708, 717, Dataloader 615-3, AFDX, CSDB)
- BUS avioniques militaires (MIL-STD-1553, MIL STD 1760, STANAG 3910, MMSI).

[Video 9 : init aéro : bus avionique : ARINC](https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/6753-initiation-aeronautique-9-bus-avionique-arinc/)

<https://mediapod.u-bordeaux.fr/video/6753-initiation-aeronautique-9-bus-avionique-arinc/>

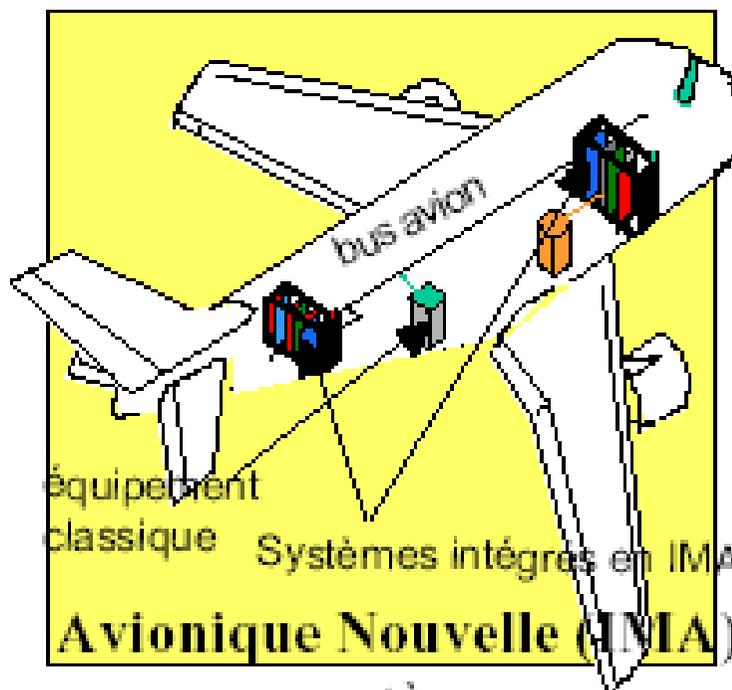
- Fin avant-dernier cours 5 ?

Architecture : De fédérée à modulaire



• vue équipement

old Arinc 429
Fédéré



• vue système

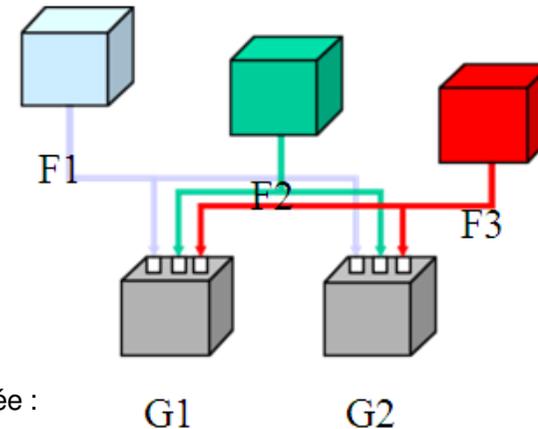
New Arinc 629
IMA integrated Modular Avionics

L'Avionique fédérée : Arinc 429

L'avionique fédérée est l'architecture celle qui équipe nombre de modèles d'avions à travers le monde depuis des décennies. On peut notamment citer les avions de la famille A320, du constructeur Airbus, ou encore l'A340, le B737 de son rival américain Boeing. Mais l'hélicoptère de combat NH90 est aussi équipé de cette architecture. On peut également citer l'avion de transport régional ATR.

On peut résumer l'avionique fédérée en quelques mots : à une fonction correspond une 'boite'. Cette boite est, en terme technique, est une LRU, ou Line Replaceable Unit (Unité Remplaçable en Ligne en français). Chaque fonction implique la duplication de nombreuses ressources :

- Processeur
- Mémoire (vive et de masse)
- Composants d'entrée/sortie
- Composants liés à la puissance électrique



On peut également citer d'autres caractéristiques propres à l'avionique fédérée :

- Pas de partage de ressources. Ce qui implique :
 - Autant de calculateurs que de fonctions avioniques (comme vu précédemment)
 - Chaque calculateur est associé à un ensemble de bus numériques mono-émetteurs (ce qui implique que chaque calculateur est propriétaire de ses bus)
- Les architectures fédérées sont asynchrones :
 - Il n'y a pas de repère temporel commun (une horloge) et il n'y a pas non plus de mécanisme de synchronisation d'horloges
 - Il n'existe pas de synchronisation entre fonctions

L'Avionique fédérée: intérêts

Passons maintenant aux intérêts que présente ce type d'architecture :

On peut tout d'abord citer le fait que l'avionique fédérée, notamment en comparaison à l'avionique modulaire, présente une simplicité de conception et d'intégration. Cela se traduit par le fait qu'il existe peu de difficultés pour maîtriser le comportement temps réel du système. D'autre part il existe un autre avantage notable à l'architecture fédérée qui se situe dans la phase de développement du système, à savoir le fait que ce type d'architecture permet un développement dit 'séparé'.

Mais cette architecture, bien que robuste, comme nous venons de le voir, présente des inconvénients (que l'avionique modulaire est venue palier) que nous allons maintenant développer.

Tout d'abord l'architecture fédérée doit faire face à l'une de ses principales caractéristiques : elle nécessite des fonctions robustes à l'asynchronisme (en termes de délais et variations de délais), cela étant dû au fait qu'il n'existe pas de référence temporelle commune.

D'autre part cette architecture présente un point faible du fait même de sa complexité. En effet le nombre de calculateurs et de bus présente un problème d'encombrement (poids, volume, énergie consommée), mais également un problème en termes de maintenance : nombres de références de pièces détachées ...etc.

Exemple: BUS **ARINC 429**

Federated Avionics

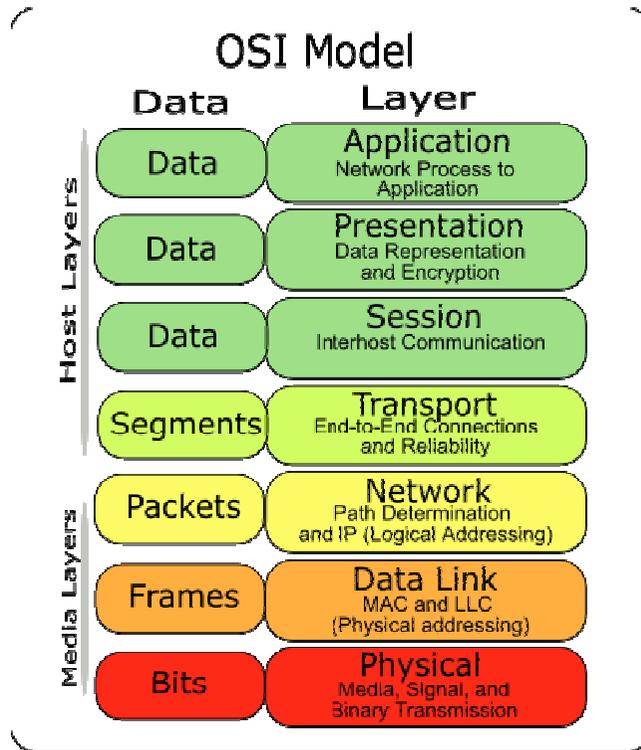
ARINC 700-series

- Black box avionics largely self contained
 - One function One box
 - Line Replaceable Unit
- For each function duplication of :
 - processing
 - memory
 - I/O components
 - Power component

Federated avionics limitations

- Safety and reconfiguration needs
 - Duplication of entire LRU in the system
 - Even if only one small component is involved
- Lots of extra weight
- Loss of place
- Loss of power
- Increase cost of maintenance
- Lots of part number and spares inventory
- Dedicated HW and SW for each LRU

OSI model



The **Open Systems Interconnection Reference Model (OSI Model or OSI Reference Model** for short) is a layered abstract description for communications and computer [network protocol](#) design, developed as part of the [Open Systems Interconnect](#) initiative.

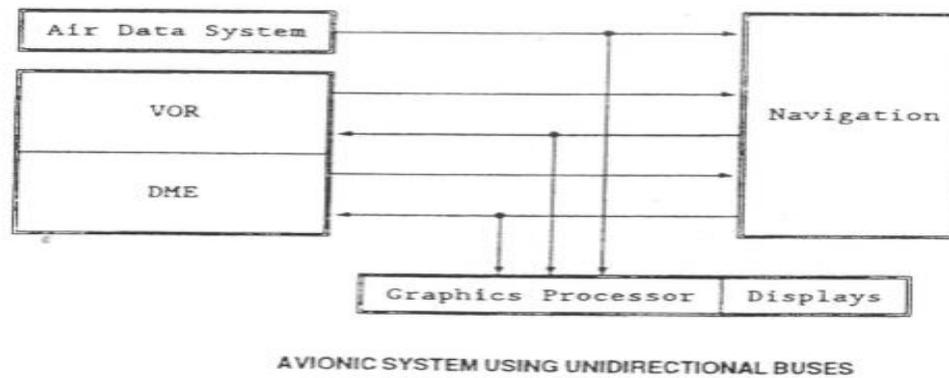
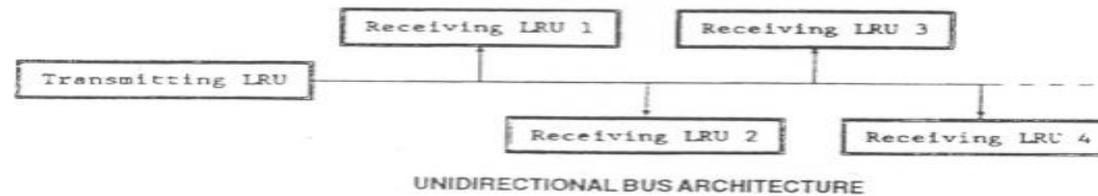
It is also called the **OSI seven layers model**.

Avionic Databusses

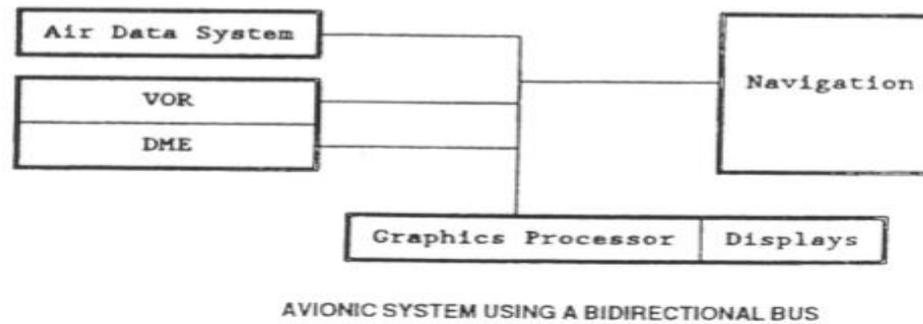
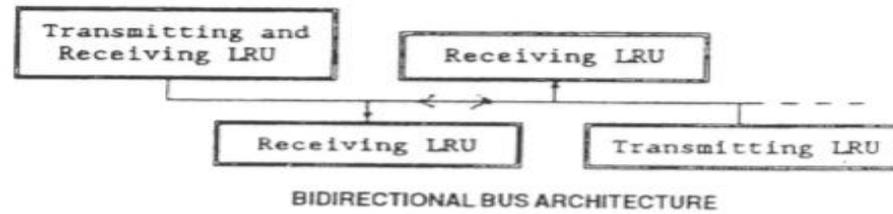
- **A. Introduction to Datacom Systems**
 - General computer architecture and interfacing
 - Data processing
 - Serial Datacommunication
 - Data Protection
- **B. Data Formats and Excercices: ARINC 429**
 - Binary, Octal and Hex Number Formats and Operations
 - BCD format
 - ISO/ASCII – format
 - Excercises

Avionic Databusses : unidirectional BUS

Avionic Systems Architectures



Avionic Databusses: bidirectional BUS



Avionic Databusses

Aircraft	Data Bus
Airbus A310/A320	ARINC 429
Airbus A330/A340	ARINC 629
Bell Helicopter	ARINC 429
Boeing 727	CSDB has been used in retrofits
Boeing 737	ARINC 429 DATAC was retrofitted to the NASA TSRV 737 CSDB has been used in retrofits
Boeing 747	ARINC 429
Boeing 757	ARINC 429
Boeing 767	ARINC 429
Boeing 777	ARINC 629
Cessna Citation	ASCB
Dassault Falcon 900	ASCB
DeHavilland-8	ASCB
Gulfstream IV	ASCB
McDonnell-Douglas DC-8	CSDB has been used in retrofits
McDonnell-Douglas MD-11	ARINC 429

DATA BUSES, LISTED BY AIRCRAFT

Avionic Databusses

GOAL: The use of digital data buses in an aircraft supports an efficient, safe and fast communication means between the different avionic systems for navigation, communications, flight control, engine control, flight management...

>>> Since 1977, a number of bus standards have been developed, mainly based on the principle of serial datacommunication.

OVERVIEW:

TYPE	PRINCIPLE	SPEED	USAGE	REMARKS
MIL-STD-1553	Digital Time Division Command/Response Mux Bus	1 M Bit/s	Military	31 users - bidirectional - central control
MIL-STD-1773	Fiber datacommunication	2 M Bit/s	Military	128 users (ex. F22) - *HSDB/LTPB
LTPB*	Linear Token Passing Bus	50 M Bit/s	Military	SAE - AS4074.1
HSRB*	High Speed Ring Bus	100 M Bit/s	Military	SAE - AS4074.2
ARINC 429	Mark 33 DITS (Digital Information Transfer System)	12-14,5 k Bit/s	Civil	Most popular - 20 users (Rx)
ARINC 629*	Multitransmitter Data Bus System	100 k Bit/s 2 M Bit/s	Civil	120 users Integrated Avx + Arinc 659 B-plane
CSDB	Commercial Standard Data Bus	12,5 k Bit/s	Civil	GA-10 Rx - C/R- Asynchr.-unidirectional
ASCB	Avionics Standard Communications Bus	666 k Bit/s	Civil	GA-48 users - HoW - Synchr RS422 - HLDC

* recent

Avionic Databusses

MIL-Std-1553

Le MIL-STD-1553, qui signifie Military Standard, est comme son nom l'indique, un standard militaire, qui a été développé par l'armée américaine pour l'avion militaire F-16 en 1973. Une deuxième version appelée MIL-STD-1553B a été développée en 1978 et est utilisée pour tous les systèmes avioniques militaires. C'est cette deuxième version que nous décrivons ici.

Ce bus est un bus série asynchrone qui permet les communications bidirectionnelles sur un bus simple. Les connections terminales ne sont pas autonomes, elles sont gérées par un contrôleur de bus.

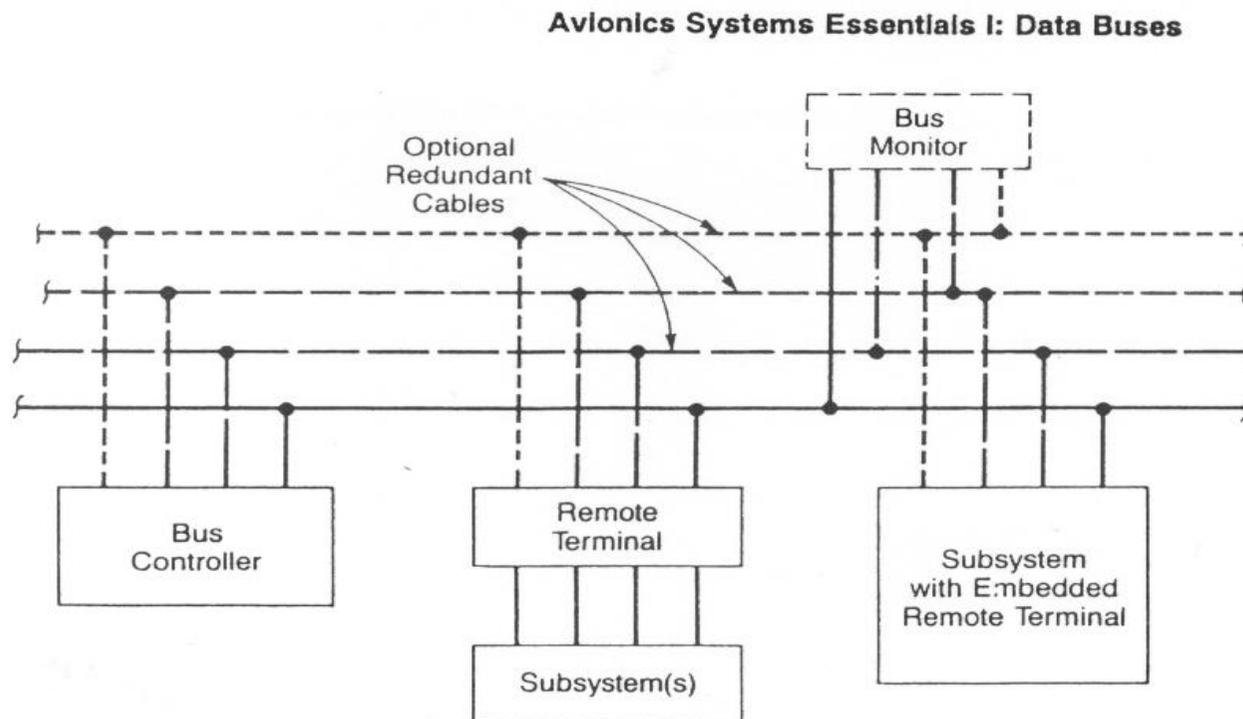


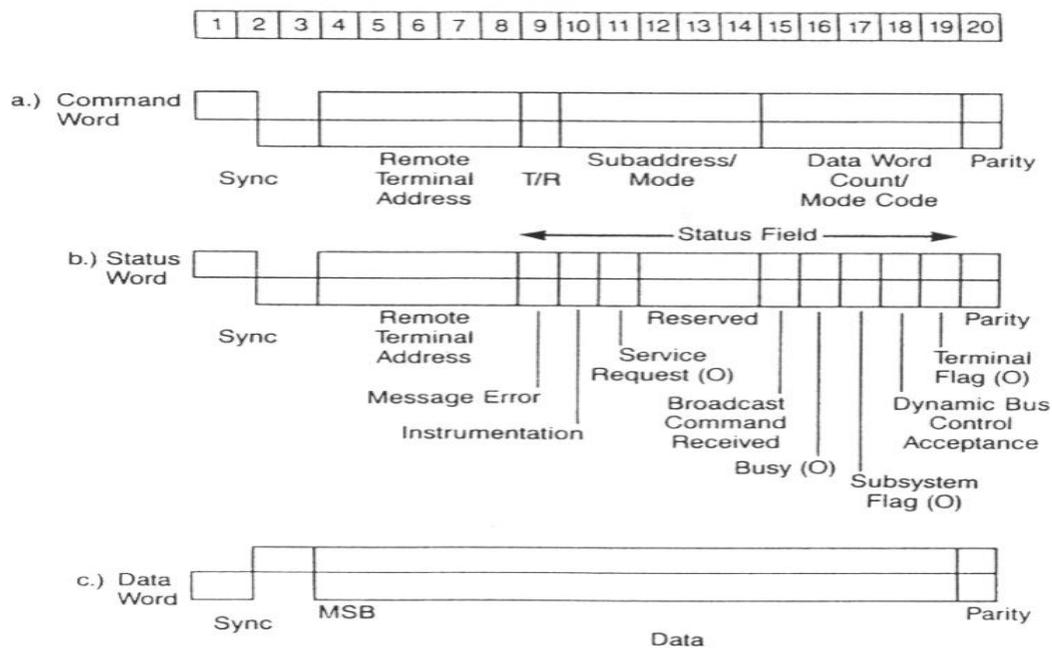
Figure 2.1 Typical MIL-STD-1553 bus structure.¹

Avionic Databusses: MIL-STD-1553

Présentation d'une trame typique d'un bus MIL-STD-1553 B :

	MSB											LSB				LSB	MSB		
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
P	DONNEES											Synchronisation							

Format d'une trame MIL-STD-1553B



(O) = Use of this bit is optional. If not used, set to logic zero.

Figure 2.2 MIL-STD-1553 word formats.¹

Avionic Databusses MIL-STD-1553

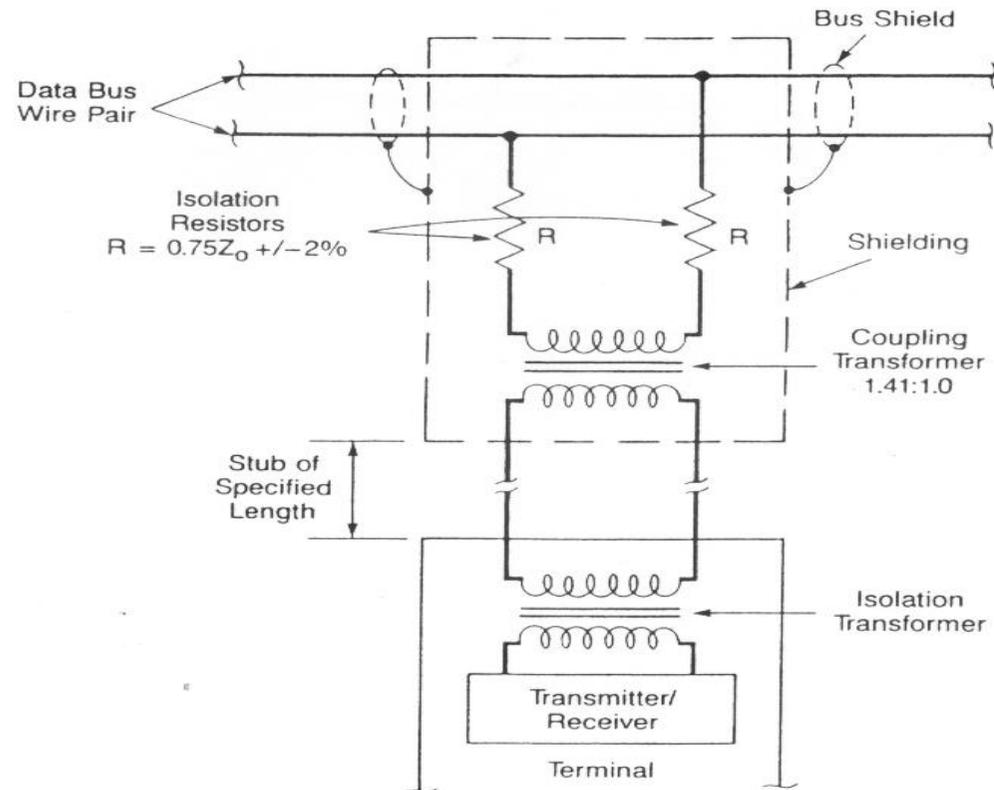
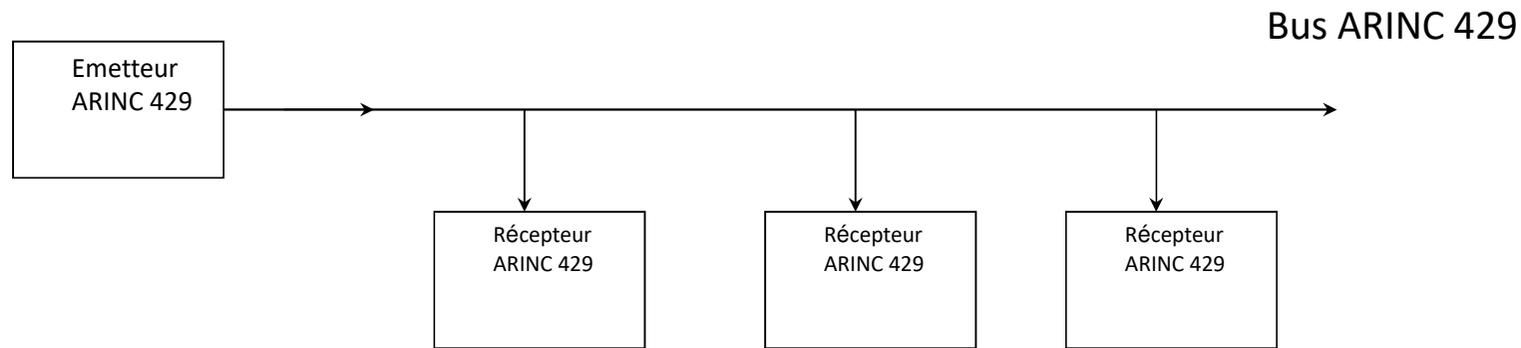


Figure 2.3 MIL-STD-1553 Standard Transformer coupled stub.¹

Architecture du bus ARINC 429

Liaison série 32 bits Asynchrone unidirectionnelle codage RZ
Jusqu'à 20 récepteurs



Format des mots : 32 bits avec parité impaire

P : bit de parité (impaire) , bit 32.
SSM : Sign/Status Matrix , bit 31 (MSB) et bit30 (LSB).
Données: bits 11 à 29.
SDI : Source/Destination Identifier , bit 10 (MSB) et bit 9 (LSB).
LABEL : identifiant des données , MSB bit 1 à LSB bit8.

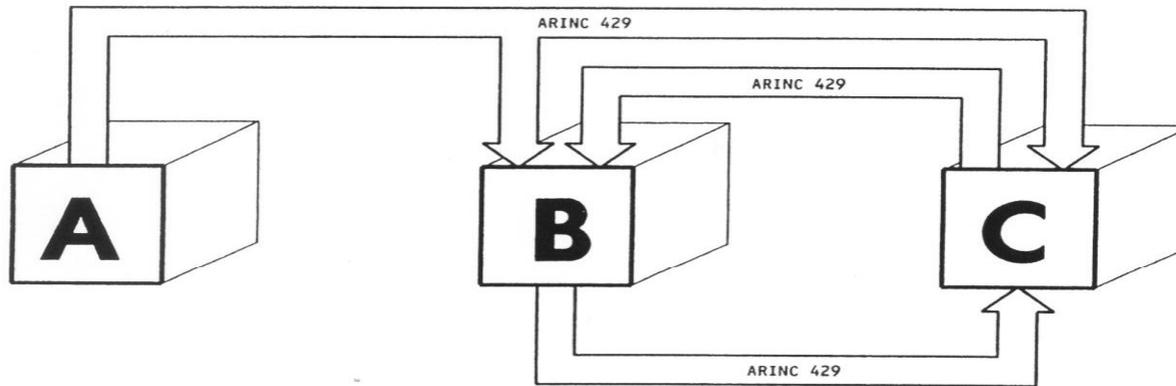
De part la simplicité de sa topologie et des protocoles utilisés, ce bus est d'une très grande fiabilité.
Et comme il n'y a **qu'un seul émetteur par paire de fils**, l'ARINC 429 est bien évidemment déterministe.

ARINC
Aeronautical Radio INCorporated
(Collins)

Architecture avionique Fédérée

Avionic Databusses

Arinc 429

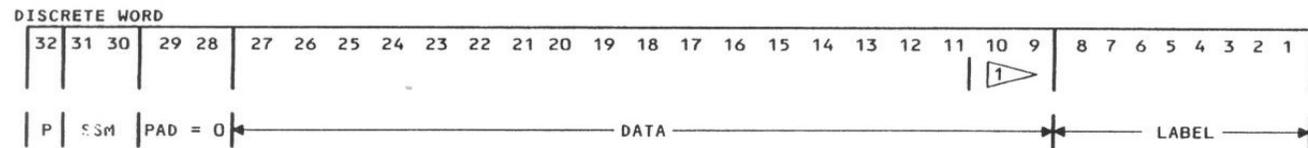
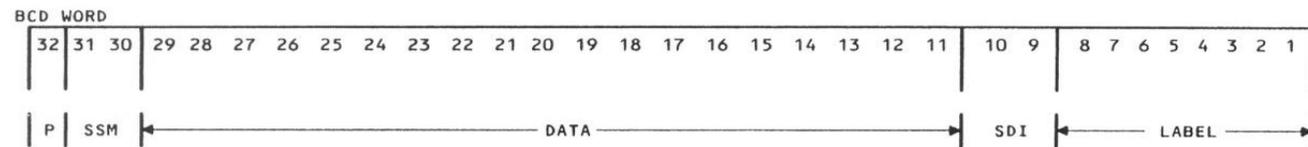
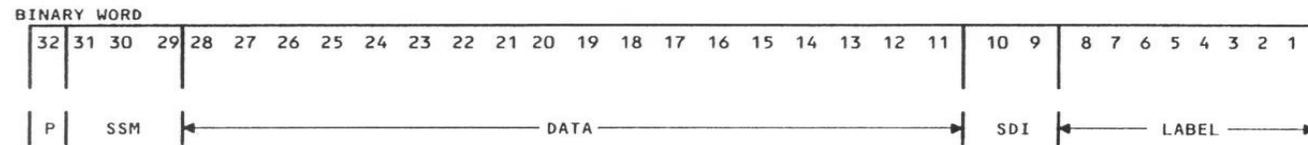


DATA TRANSMISSION SPECIFICATIONS

767
OCT 01/91

C34.02.134.001
PAGE 005

Avionic Databusses: ARINC 429 format word 32 bits



1 WHEN THE SDI FUNCTION IS NOT USED, 0'S OR VALID DATA ARE TRANSMITTED IN BITS AND 9 AND 10

ARINC 429 - WORD FORMAT

11/25/92

426184

767
OCT 01/91

C34.02.135.001
PAGE 009

Avionic Databusses: ARINC 429

BOEING 767
MAINTENANCE TRAINING MANUAL

DITS TRANSMISSION CHARACTERISTICS

General

Digital data is transmitted on a shielded, twisted pair of wires by combining the binary data with bit and word timing, to produce a modulated waveform containing all the information necessary to decode the data at the receiver.

The bipolar return to zero (RZ) modulation method is used in the MARK 33 DITS. This is a tri-level state modulation consisting of HI, NULL and LO states. This transmission format is a self clocking, self synchronization system.

The digital data word format developed, consists of a 32 bit word in bipolar form containing logic 1 and logic 0. These words are separated by interword gaps, consisting of a null period for a specific number of bits.

The clock function is to establish a time base to trigger the receive decoding activities. Clocking is accomplished by pulse transition at the beginning and middle of each bit transmission. The first half of the cycle contains the data. The voltage

returns to zero, or null value, during the second half of each bit time to maintain self clocking.

The synchronization establishes a fixed point in time to enable identification of the beginning or end of transmission events. The digital word is synchronized by reference to a gap of 4-bit-times, a NULL value, between the periods of word transmission. The beginning of the first transmitted bit following this gap signifies the beginning of the new word.

767
OCT 01/91

C34.02.546.001
PAGE 006

Avionic Databusses : ARINC 429

BOEING 767
MAINTENANCE TRAINING MANUAL

ARINC 429 - LABEL AND SDI

Label

The first eight bits of each word are used as labels. The label identifies the measured parameters as specified in ARINC. There are 256 possible label combinations. Decode the label bits in the reverse octal order of (1 2 4) (1 2 4) (1 2) beginning from the most significant bit (MSB). Read the engineering (decimal) decoded label in the reverse order starting from the least significant bit (LSB). Many words may be transmitted on an ARINC 429 bus. The receiver decodes the labels and selects only those words it requires.

Source/Destination Identifier (SDI)

The SDI serves to identify either the source or destination of a word.

Source Identification - May be used to identify the source of a word. When words with the same label are sent from two or more installations, the source of each word is identified by the SDI, as shown in the chart below.

Destination Identification - Is used when a word needs to be directed to one of several installations. Bits 9 and 10 identify 1, 2 or 3, as shown in the chart below. The ALL CALL code directs the word to all installations.

767
OCT 01/91

C34.02.543.001
PAGE 010

Avionic Databusses : ARINC 429

BOEING 767
MAINTENANCE TRAINING MANUAL

ARINC 429 - DATA

General

Data is encoded in the data field. When all available bits in the data field are not used they are filled with pad bits. Pad bits are logic 0s and have no significance in the data transmitted.

Binary Word

The data field for a binary word consists of bits 11-28. To decode the data use the first bit to the left of the pad bits as the least significant bit (LSB). Convert the binary number to decimal in order to obtain the word value.

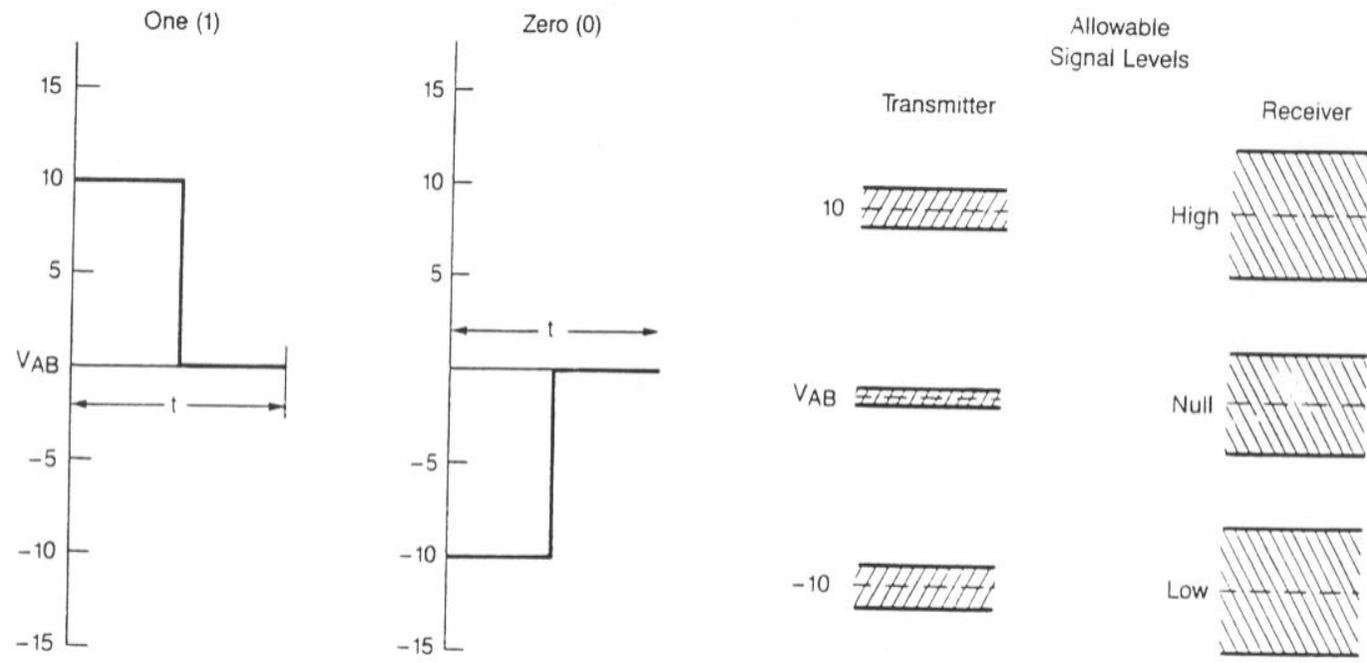
BCD Word

The data field for a BCD word consists of bits 11-29. To decode the data, start with the first bit to the left of the pad bits. Divide into 4-bit groups and decode the BCD data with the LSB at the right.

767
OCT 01/91

C34.02.537.001
PAGE 012

Avionic Databusses ARINC 429



$t = 10\mu\text{sec}$ for 100 kbps rate
 $= 83\text{--}70\mu\text{sec}$ for 12–14.5 kbps rate

Figure 2.9 ARINC 429 waveforms and allowable signal levels.⁷

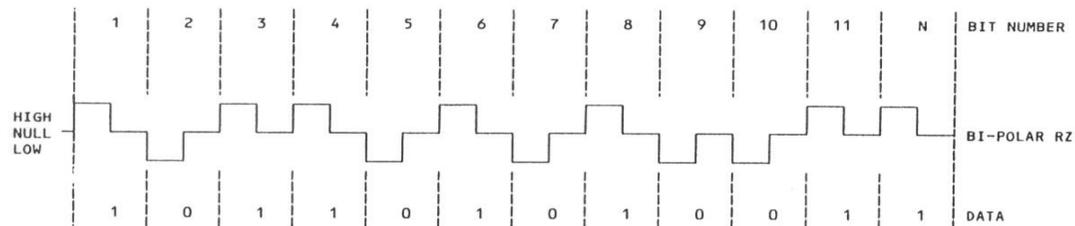
10

Avionic Databusses ARINC 429 ou MARK DITS 33 specification

Codage RZ on 3 level

32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	1
P	SSM		0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	SDI		LABEL	
	0	0	2		5			7			8			6											

Exemple de mot en format BCD



03/11/92

25/8/92

767
OCT 01/91

DITS TRANSMISSION CHARACTERISTICS

C34.02.146.001
PAGE 007

Avionic Databusses ARINC 429

Paire torsadées

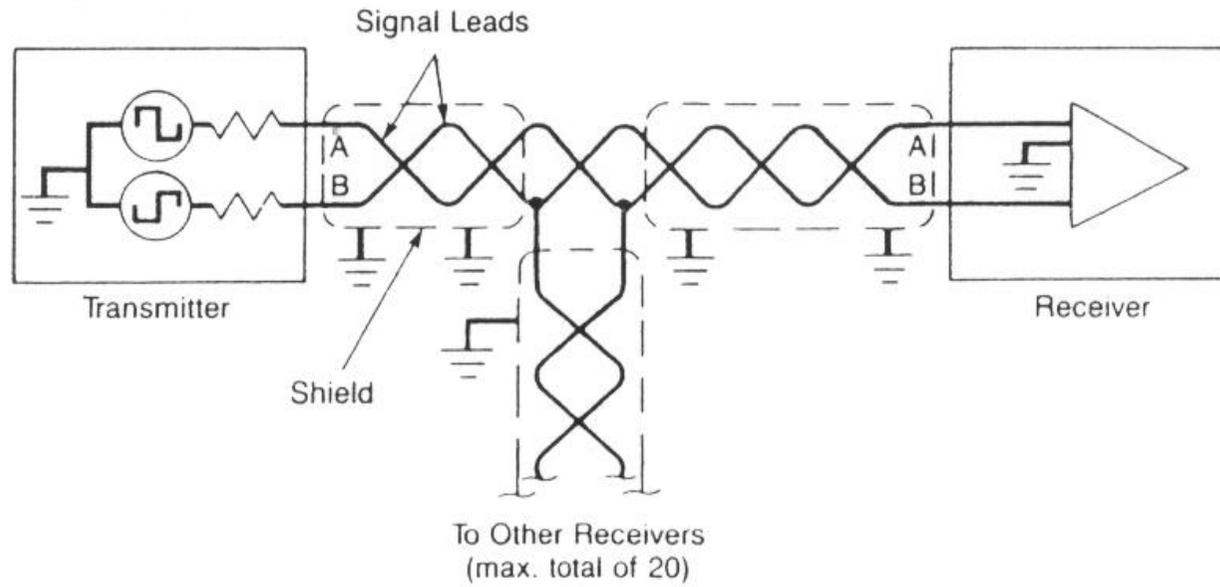
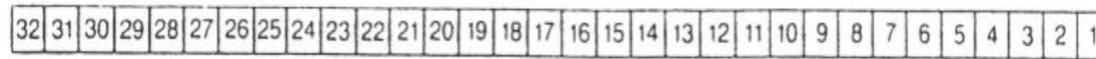


Figure 2.8 Generalized ARINC 429 bus.⁸

Avionic Databusses ARINC 429

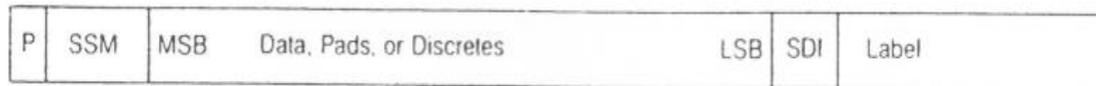
codage 32 bits

Parity ODD bit 32 *parité impaire*



BCD Binaire codé Décimal

a.) Generalized BCD Word Format

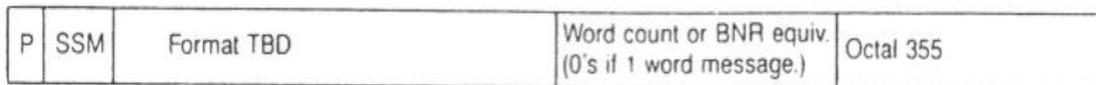


BNR Binaire signé (bit 29)

b.) Generalized BNR Word Format



c.) Discrete Word Format



d.) Acknowledgement: Initial Word Format

Avionic Databusses: ARINC 429 resume

- **Catégorie** : BUS AVIONIQUE pour architecture fédérée
- **Exemple d'utilisation**: Airbus A310,.. A340, Boeing du 727 au 767
- **Débit**: Deux débits sont normalisés:
 - * Lo speed 12.5 kbits/seconde.
 - * High speed 100 kbits/seconde.
- **Support physique**: Paires torsadées.
- **Codage RZ** Bipolaire avec retour à zéro.
- **Format** d'un mot : 32 bits
- **LABEL** : 8 premiers bits codés en octal de 000 à 377
- **Parité IMPAIRE** sur le 32^{ème} bits
- **Niveaux** de tension par rapport à la masse « ground » : +5V, 0V, -5V : AOUT et BOUT
- **Niveaux** de tension de sortie différentielle : +10V, 0V, -10V : (AOUT - BOUT)
- **Niveaux** logique RZ : 1 , NULL, 0

L'**Arinc 429** est un bus doté d'une liaison point à point: La communication est **unidirectionnelle**.

Il peut y avoir jusqu'à 20 récepteurs pour chaque émetteur.

Les messages sont émis et reçu sur des ports distincts, ce qui nécessite deux bus pour une communication bidirectionnelle.

Avionic Databusses ARINC 429

TABLE 2.3 Sign-Status Matrix.

Part A: BCD Numeric; Discrete; Acknowledgment, ISO, and Maintenance (AIM) Data; and File Transfer Words

Bit no.		BCD numeric and discrete	AIM	File transfer
31	30			
0	0	Plus, north, east, right, to, above	Intermediate word	Intermediate word, plus, north, east, right, to, above
0	1	No computed data	Initial word	Initial word
1	0	Functional test	Final word	Final word
1	1	Minus, south, west, left, from, below	Control word	Intermediate word, minus, south, west, left, from, below

Avionic Databusses ARINC 429

Part B: BNR Numeric Data Words

Bit no.			
31	30	29	
0	0	0	Failure warning, plus, north, east, right, to
0	0	1	Failure warning, minus, south, west, left, from
0	1	0	No computed data, plus, north, east, right, to
0	1	1	No computed data, minus, south, west, left, from
1	0	0	Functional test, plus, north, east, right, to
1	0	1	Functional test, minus, south, west, left, from
1	1	0	Normal operation, plus, north, east, right, to
1	1	1	Normal operation, minus, south, west, left, from

Avionic Databusses ARINC 429

REPLACEMENT PAGE

REVISED: July 1, 1990

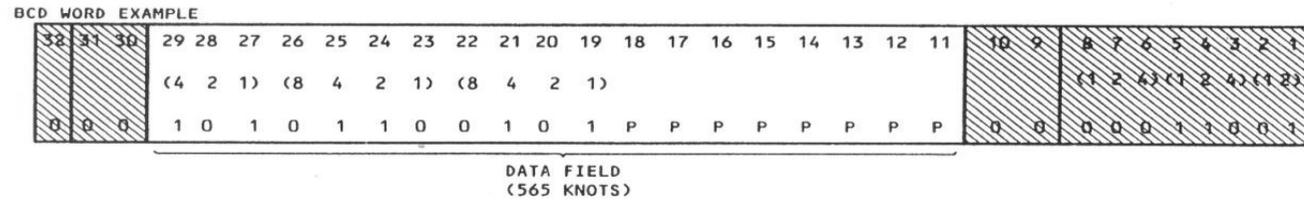
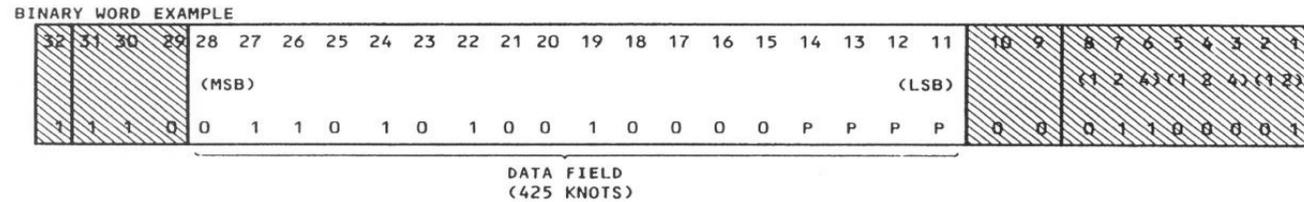
ARINC SPECIFICATION 429 - Page 26

ATTACHMENT 1 (cont'd) LABEL CODES

CODE NO. (OCTAL)	EQPT. ID (HEX)	TRANSMISSION ORDER BIT POSITION				PARAMETER	DATA	
		1 2	3 4 5	6 7 8	BNR		BCD	
054	0	00	101	100	Spare			
055	0	00	101	101	Spare			
056	002	00	101	110	Estimated Time of Arrival		X	
	005	00	101	110	Wind Direction-Magnetic		X	
	037	00	101	110	Gross Weight (Kilograms)		X	
057	0	00	101	111	Spare			
060	037	00	110	000	Tire Loading (Left Body Main)		X	
	03C	00	110	000	Tire Pressure (Left Inner)	X		
061	037	00	110	001	Tire Loading (Right Body Main)		X	
	03C	00	110	001	Tire Pressure (Left Outer)	X		
062	037	00	110	010	Tire Loading (Left Wing Main)		X	
	03C	00	110	010	Tire Pressure (Right Inner)	X		
063	037	00	110	011	Tire Loading (Right Wing Main)		X	
	03C	00	110	011	Tire Pressure (Right Outer)	X		
064	037	00	110	100	Tire Loading (Nose)		X	
	03C	00	110	100	Tire Pressure (Nose)	X		
065	003	00	110	101	Gross Weight		X	
	037	00	110	101	Gross Weight		X	
066	002	00	110	110	Longitudinal Center of Gravity		X	
	037	00	110	110	Longitudinal Center of Gravity		X	
067	037	00	110	111	Lateral Center of Gravity		X	
070	002	00	111	000	Reference Airspeed (Vref)	X		
	029	00	111	000	AC Frequency (Engine)	X		
	037	00	111	000	Hard Landing Magnitude #1	X		
	0C C	00	111	000	Brakes - Metered Hyd. Press. L (Normal)	X		
071	002	00	111	001	Take-Off Climb Airspeed (V2)	X		
	029	00	111	001	AC Frequency (Alt. Sources)	X		
	033	00	111	001	VBV	X		
	037	00	111	001	Hard Landing Magnitude #2	X		
	0C C	00	111	001	Brakes - Metered Hyd. Press. L (Alt.)	X		
072	002	00	111	010	VR (Rotation Speed)	Y		
	002	00	111	010	Rotation Speed (VR)	X		
	01C	00	111	010	Stator Vane Angle	X		
	020	00	111	010	AC Voltage (Engine)	X		

Avionic Databusses

G. Exercises



03/11/92

A26185

767
OCT 01/91

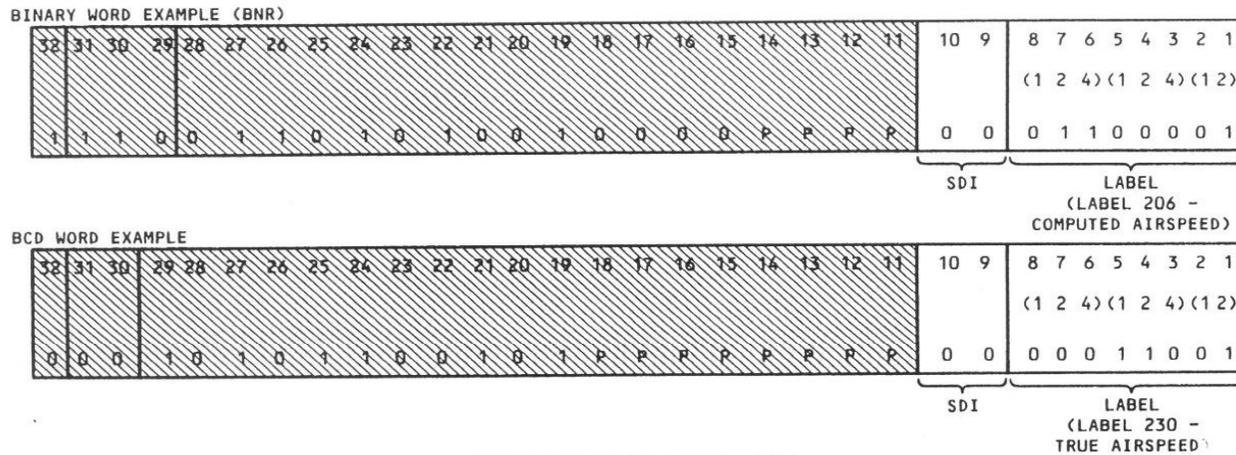
ARINC 429 - DATA

C34.02.137.001
PAGE 013

Avionic Databusses ARINC 429 Label & SDI

r

1



BIT NO.		INSTALLATION NO.
10	9	
0	0	ALL-CALL*
0	1	1
1	0	2
1	1	3

*IN CERTAIN APPLICATIONS OF THE SDI FUNCTION THE ALL-CALL CAPABILITY MAY BE FORFEITED SO THE "00" IS AVAILABLE AS AN "INSTALLATION NO. 4" IDENTIFIER.

ARINC 429 - LABEL AND SDI

03/11/92

A26189

767
OCT 01/91

C34.02.143.001
PAGE 011

Exemple Codage BNR pour ARINC429

Exemple : La figure ci-dessous montre un encodage en BNR, le message utilise le label 103 qui correspond à la vitesse de l'air.

32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	1
P	SSM		Data																		SDI		LABEL		
0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103

Exemple d'encodage en BNR

En ce référant aux spécifications de l'ARINC 429, on sait que le facteur d'échelle pour cet exemple est de 512 (2^9) et 10 bits sont utilisés (bits 29 au 20).

Un zéro dans le bit 29 montre que le signe de la valeur de la vitesse de l'air est positive.

La valeur numérique transmise est obtenue en multipliant le facteur d'échelle, déterminé par le type de donnée associée au label, par le ratio indiqué par chaque bit successif et en additionnant l'ensemble des valeurs obtenues.

Le bit 28 est la moitié du facteur d'échelle, le bit 27 et le quart du facteur d'échelle, le bit 26 est le huitième du facteur d'échelle et ainsi de suite.

$$\text{Vitesse de l'air} = 512 \cdot \frac{1}{2} + 512 \cdot \frac{1}{64} + 512 \cdot \frac{1}{128} = 268 \text{KNotes}$$

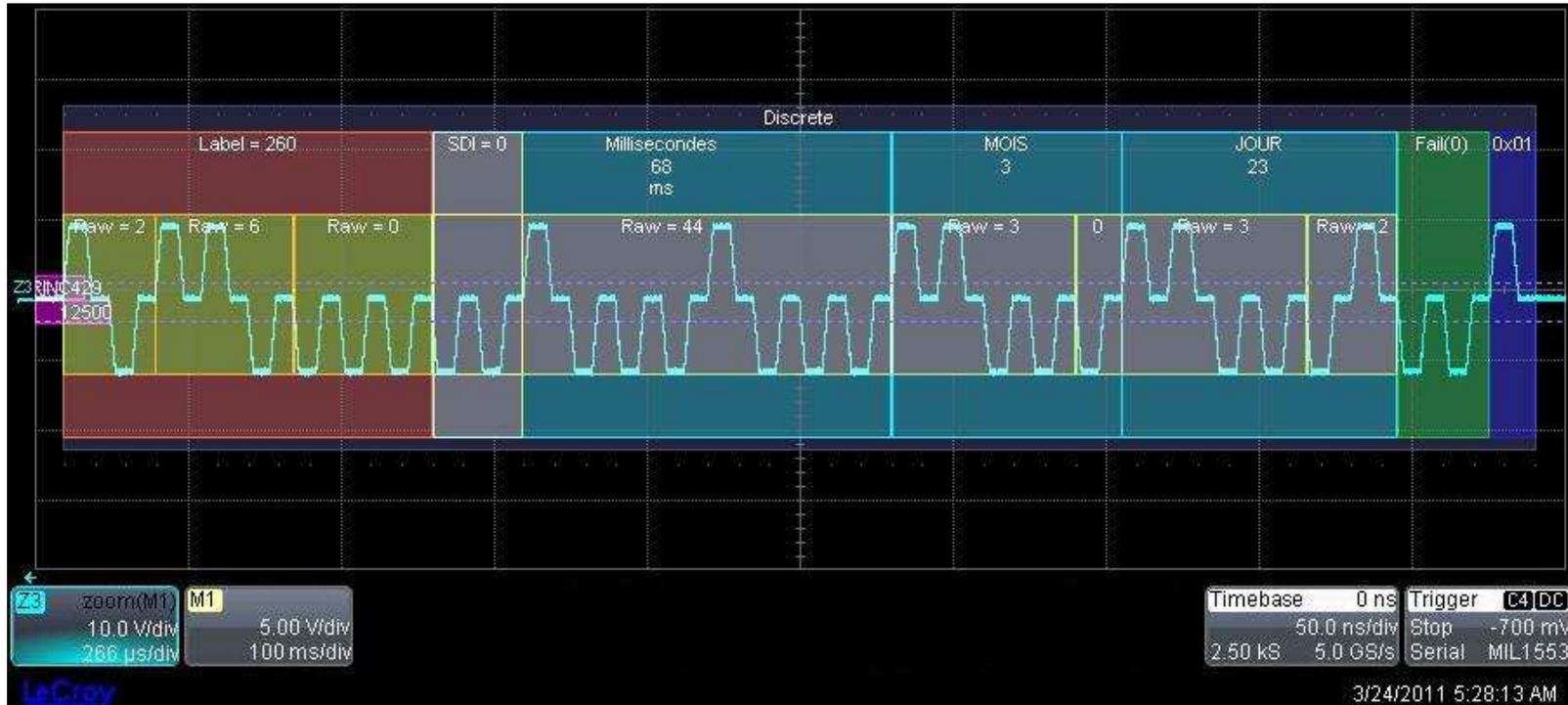
Exercices ARINC 429

32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	1
P	SSM	Data																			SDI	LABEL			

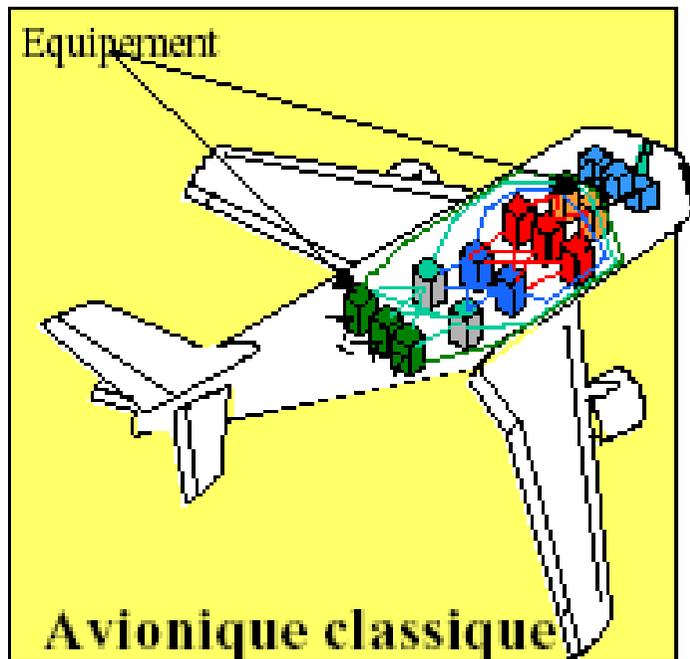
32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	1
P	SSM	Data																			SDI	LABEL			

32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	1
P	SSM	Data																			SDI	LABEL			

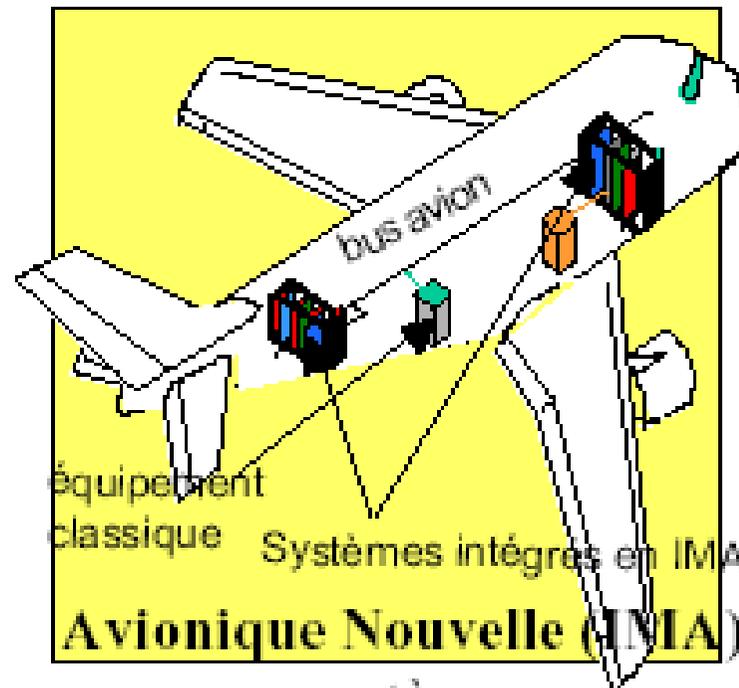
Exemple décodage avec oscilloscope Lecroy



De fédérée à modulaire

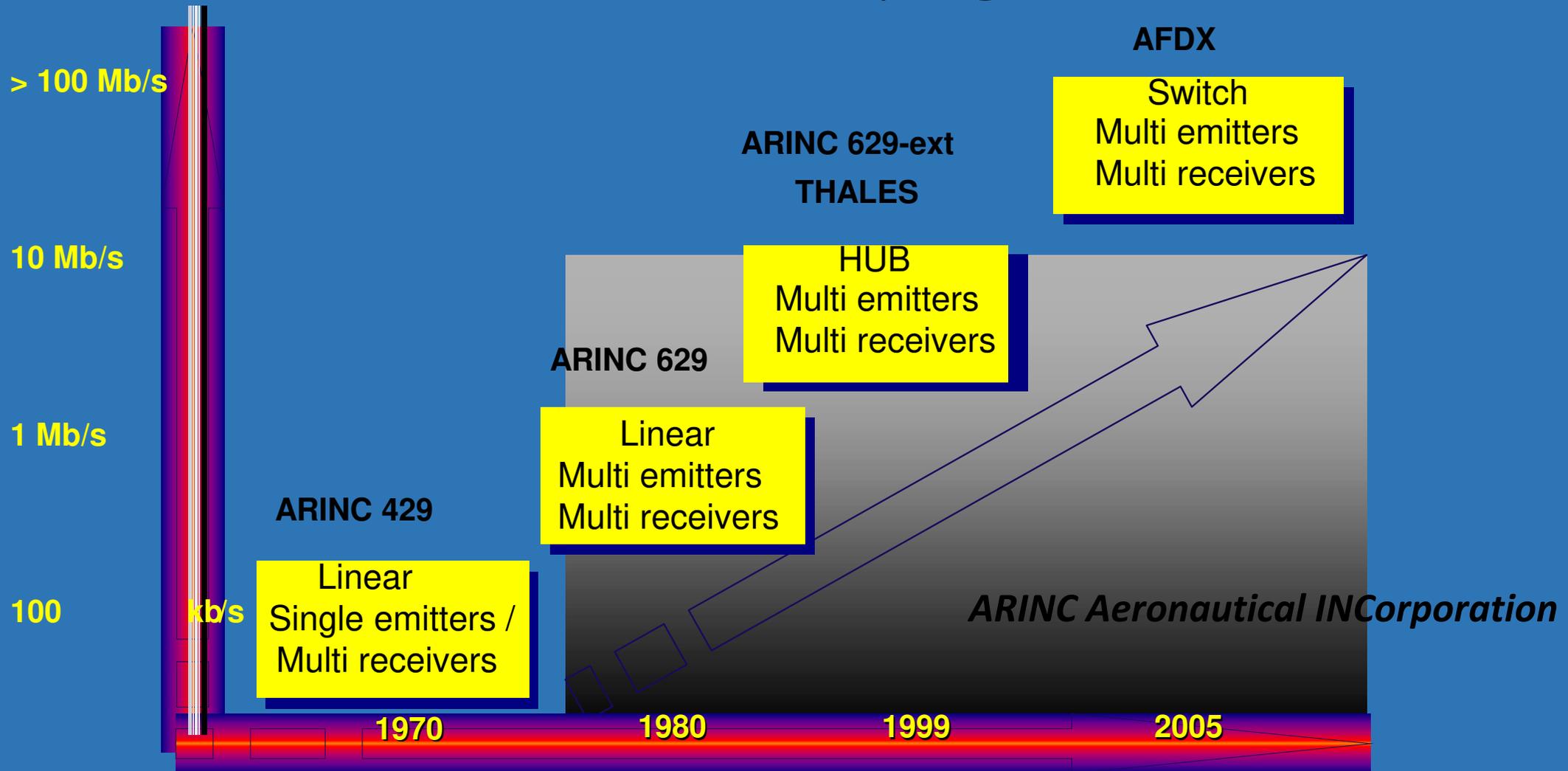


• vue équipement



• vue système

Avionics commercial bus - progress



Architecture modulaire intégrée: IMA INTEGRATED MODULAR AVIONICS

Cette architecture, moderne, équipe les derniers modèles des deux grands constructeurs mondiaux ainsi que les modèles en développement. Ainsi Airbus l'a mise en valeur sur son A380 et Boeing sur son B777. On peut également citer des avions d'armes, Rafale standard F2, Airbus A400M, et des hélicoptères, Eurocopter EC145, Sikorsky S76D.

Cette architecture peut se résumer de la façon suivante : partage des ressources sur un réseau Ethernet de haut niveau (sécurisé + résolution des problèmes de collision + résolution des problèmes de ségrégation temporelle et spatiale).

L'avionique modulaire s'est avérée être la meilleure réponse à l'augmentation du nombre de fonctions, au besoin croissant d'intégration des systèmes, à l'augmentation des échanges entre ces différentes fonctions et à l'augmentation des besoins en ressources de calcul et de communication.

Néanmoins, de part ses caractéristiques intrinsèques, l'avionique modulaire a dû faire face à de nombreux problèmes : par exemple, la mise en place d'un bus multiplexé a amené à résoudre le problème des collisions car en aéronautique il est nécessaire de travailler avec des signaux déterministes.

Ce même domaine d'application qu'est l'aéronautique implique de travailler en 'temps contraint' ou plus communément appeler '**temps réel**'. Cela amène donc à gérer et résoudre le problème de ségrégation temporelle (chaque application doit s'exécuter dans le temps qui lui est imparti) et également le problème de ségrégation spatiale (les données de l'espace d'une application ne doivent pas déborder (side effect) sur l'espace de l'application voisine).

Il est à noter qu'à l'heure actuelle l'avionique modulaire est défini par différents standards de la norme ARINC et que les différents constructeurs qui les ont mis en œuvre ne les ont pas tous appliqués de la même façon ou, plus exactement, ces derniers ont parfois eu l'opportunité d'appliquer une norme plutôt qu'une autre sur un point particulier définissant l'architecture modulaire (partie software, partie liaison de données...etc).

Architecture IMA sur l'A380

- **Présentation de l'architecture Modulaire, IMA :**
- On peut facilement constater l'augmentation de la complexité des systèmes avioniques pour les aéronefs tant civils que militaires. Face à l'accroissement de cette complexité, de nouvelles architectures avioniques, appelées architecture modulaire intégrée (**IMA**), sont apparues (Boeing 777, Airbus 380).
- Ces architectures visent à améliorer l'efficacité globale du système avionique, en partageant toutes les ressources embarquées entre plusieurs fonctions.
- Aussi le but principal de l'**IMA** est de réduire les ressources matérielles, de limiter les types de cartes électroniques des systèmes avioniques et de les rassembler dans différents endroits répartis dans l'avion afin aussi de réduire le poids du câblage.
- Au niveau architecture matérielle, les ressources sont regroupées dans des modules génériques appelés **LRM** (Line Replaceable Module), qui sont à leur tour regroupés dans des cabinets. La communication au sein de ces cabinets est réalisée avec des bus spéciaux tels que le bus ARINC 659 appelé le **backplane** ou **PCI** dans le cas du A380, tandis que la communication entre étagères repose sur des bus à diffusion multiplexés du type ARINC 629, MIL STD 1553B, ou encore sur un réseau du type Ethernet commuté dans le cas du A380 appelé **AFDX**.

AFDX pour Airbus A380

(Avionics Full Duplex Switched Ethernet)

- L'**AFDX** (**A**vionics **F**ull **D**uplex**X**) est un [réseau Ethernet redondant](#) et fiabilisé, développé et [standardisé](#) par les industriels européens de l'[avionique](#) pour équiper l'[Airbus A380](#). Le terme **AFDX** est un terme spécifique à l'A380. Dans l'**IMA**, on l'appelle le **backbone** .
- Il s'agit d'un système destiné à servir de support aux [communications](#) internes à l'[avion](#), et non aux communications avec l'extérieur. Les communications internes sont essentiellement les données échangées entre les divers composants de l'[avionique](#).
- L'**AFDX** est principalement un sous-ensemble de l'ARINC 664 et a été développé par Rockwell Collins pour Airbus. L'ARINC 664 est une norme pour l'adaptation des normes du réseau Internet (ethernet, protocoles IP, UDP ...) pour une utilisation avionique.
- Ce bus est basé sur le concept de l'Ethernet duplex commuté comme son nom complet l'indique : Avionics full Duplex Switched Ethernet.
- L'intérêt d'utiliser un commutateur Ethernet réside dans le fait que l'on peut contrôler les collisions voire les éliminer totalement lors de la phase de la configuration du réseau, garantissant ainsi un délai d'accès au réseau borné.

Unités en aéro

- 1 mille nautique (NM) = 1 mille marin = 1852 m \approx **6076 ft = 1'** arc Terrestre
 - 1 mile Terrestre (mi) = 1609,344 m \approx 5280 ft
- 1 foot (ft) = 0,3048 m = 12 inch
- 1 inch (in) = 0,0254 m
- 1 knot (KT) = 1,852 km/h = 1 noeud = 1 NM/h
- 1 FPM = 1 ft min⁻¹ Exemple : 120 KT = 120 NM/60 min = 2 NM/min
- 1 psi \approx 0,0694 bar = 69,4 mbar \approx **70 hPa** 420 KT = 7 NM/min
- 1 hPa = 1mbar
- 1 bar = 0,1 MPa Hydraulique : Rafale ou A380 = 5000 Psi = 350 bars
- 1 N/m² = 1 Pa and 1013.25 hPa = 29.92 inHg = 14.6 psi A320 ou A330 = 3500 Psi = 210 bars

$$1 \text{ m/s} \approx 200 \text{ ft/min} \approx 2 \text{ KT} \approx 3,6 \text{ km/h}$$

Glossaire

- **Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI)**
- **International Civil Aviation Organization – ICAO**
- **atmosphère standard - [ISA](#)
(International Standard Atmosphère)**

