



Pierre GILLARD/2005-4606

Les systèmes de gestion de la navigation

Avant de débiter le cours ...



Merci !

Présentation du cours



- Introduction.
- Principes de navigation.
- Évolution des systèmes de navigation intégrés.
- Architecture des systèmes FMS.
- Bus de données et protocoles.
- Bases de données.
- Conclusions.

Introduction

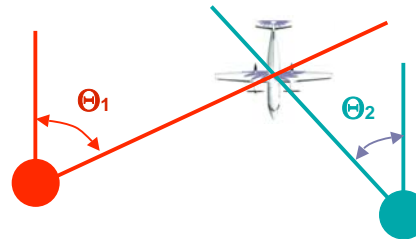


- Avec l'évolution et la multiplication des systèmes d'aides à la navigation aérienne ainsi que la disparition des navigateurs à bord des avions civils, l'intégration des différents systèmes de navigation est devenue nécessaire.
- On parlera, dans ce cas, de systèmes de gestion de la navigation (*FMS-Flight Management Systems* ou *NMS-Navigation Management Systems*).

Principes de navigation

- Lorsqu'on effectue une navigation par rapport à des balises ou des satellites, plusieurs possibilités existent afin de déterminer la position relative d'un aéronef par rapport à ces balises ou satellites :

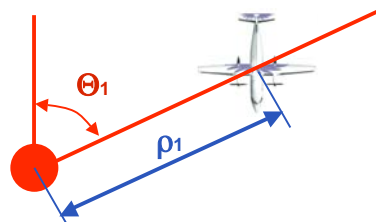
*Deux angles, θ_1 et θ_2 ,
par rapport à deux
balises au sol*



Principes de navigation

- Lorsqu'on effectue une navigation par rapport à des balises ou des satellites, plusieurs possibilités existent afin de déterminer la position relative d'un aéronef par rapport à ces balises ou satellites :

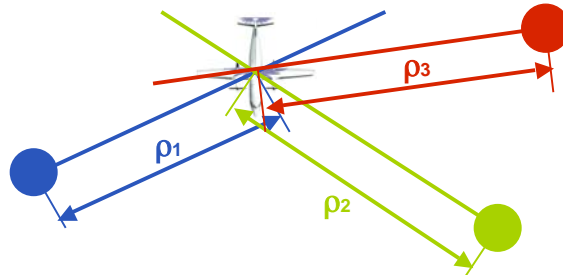
*Un angle θ_1 et
une distance ρ_1
par rapport à une
balise au sol*



Principes de navigation

- Lorsqu'on effectue une navigation par rapport à des balises ou des satellites, plusieurs possibilités existent afin de déterminer la position relative d'un aéronef par rapport à ces balises ou satellites :

Trois distances, ρ_1 , ρ_2 et ρ_3 , par rapport à trois balises au sol ou trois satellites



Principes de navigation

- Lorsqu'on effectue une navigation par rapport à des balises ou des satellites, plusieurs possibilités existent afin de déterminer la position relative d'un aéronef par rapport à ces balises ou satellites :

**Toute
combinaison des
trois précédentes**

Évolution des systèmes de navigation intégrés

- Pour effectuer une navigation, avant l'apparition des FMS, le pilote avait à gérer individuellement les systèmes suivants :

- ✓ Altimètre.
- ✓ Variomètre.
- ✓ Anémomètre.
- ✓ Température extérieure.
- ✓ Cap sur la boussole et le gyroscope directionnel.
- ✓ 2 VOR
- ✓ 2 ILS (LOC+GS+MKR)
- ✓ 1 ou 2 ADF.
- ✓ 1 ou 2 DME
- ✓ 1 système de navigation à longue distance (VLF Omega et/ou LORAN C).

Évolution des systèmes de navigation intégrés

- Un premier pas vers une certaine intégration et simplification de la navigation est venue avec le R-NAV (*Area Navigation*) combinant VOR/ILS et DME.



RNAV



HSI

Évolution des systèmes de navigation intégrés



- Actuellement, tous ces systèmes, auxquels il convient d'ajouter les GNSS, sont gérés au travers des FMS ou NMS.
- La charge de travail pour le pilote ainsi que les risques d'erreurs sont dès lors réduits.

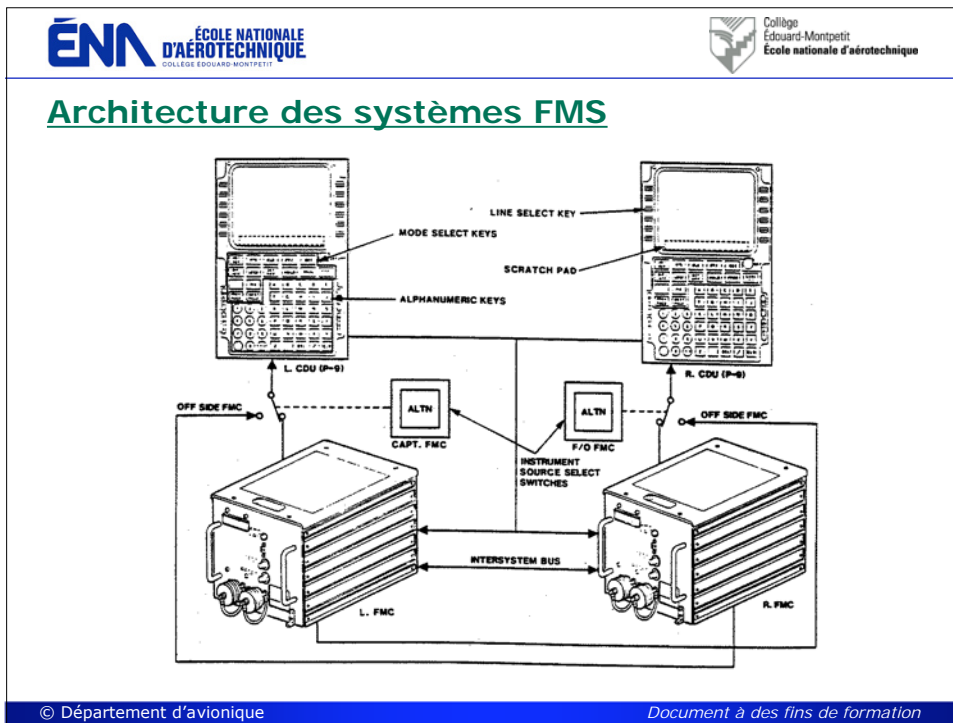
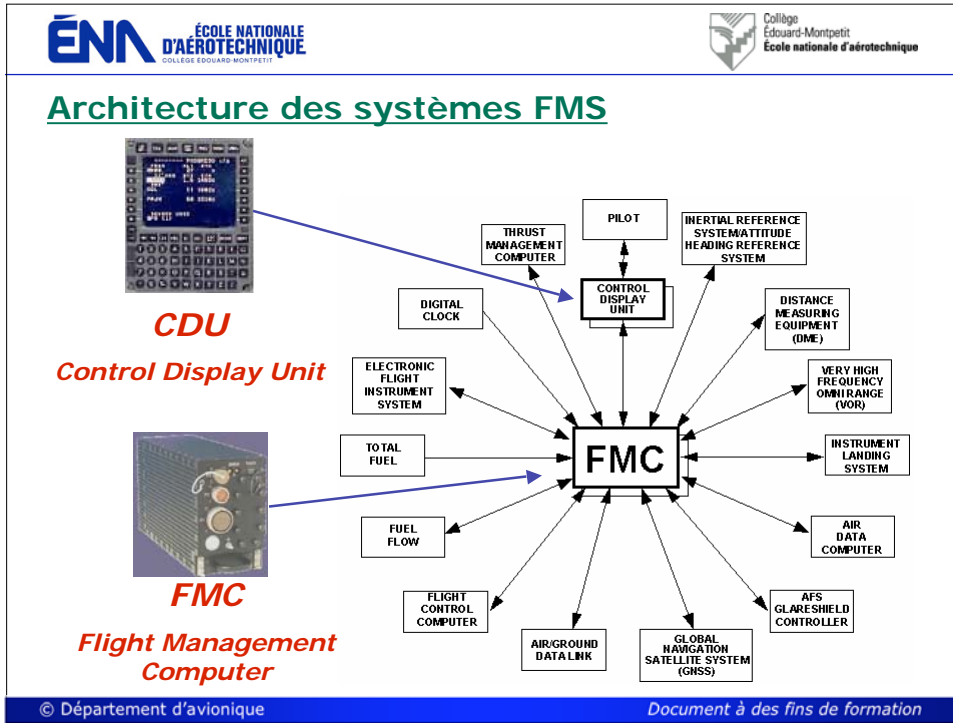
Architecture des systèmes FMS

- Un système FMS ou NMS sera en général constitué de deux composants principaux :



Pierre GILLARD

- Un **CDU** (*Control Display Unit*) : clavier et écran assurant le rôle d'interface « machine-pilote ».
- Un **FMC** ou **NMC** (*Flight/Navigation Management Computer*) : ordinateur assurant la gestion de la navigation et des systèmes associés.



Bus de données et protocoles

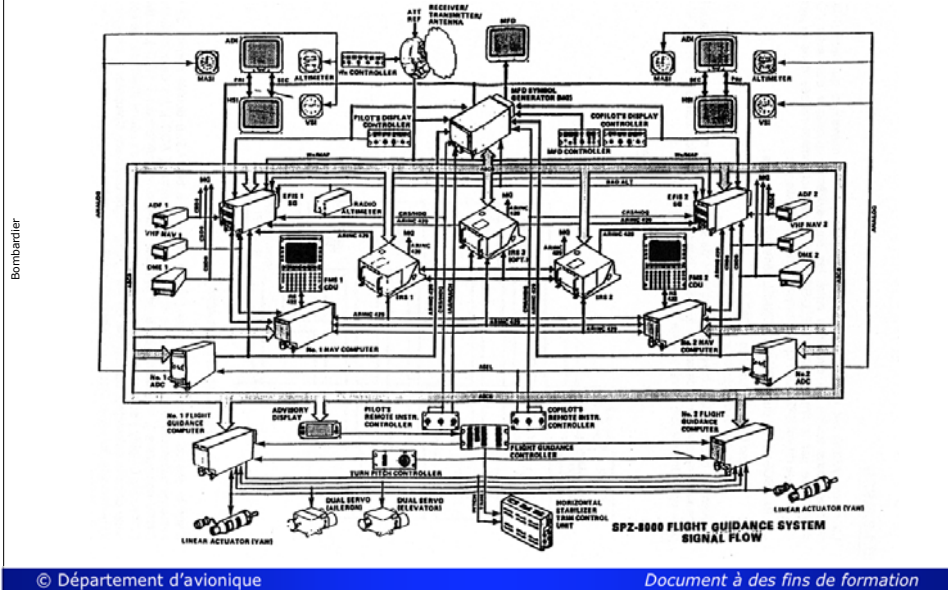
- Pour assurer le dialogue entre les différents systèmes sans à avoir à accroître le nombre de fils électriques, on a développé des bus de données standards.
- Les plus employés sont :
 - ARINC 429 : bus de données série unidirectionnel très largement utilisé.
 - ARINC 629 : bus de données série bidirectionnel (exemple : Boeing 777).
 - CSDB (*Commercial Standard Data Bus*) : bus de données unidirectionnel propriété de Rockwell-Collins.
 - ASCB (*Avionic Standard Communication Bus*) : bus de données bidirectionnel propriété d'Honeywell-Sperry.
 - MIL-STD-1553 : bus de données série bidirectionnel militaire.

Bus de données et protocoles

- Parfois, certains standards sont empruntés au monde de l'informatique comme le RS232, le RS422 ou l'Ethernet.
- Le CL601 Challenger est bon exemple d'un avion utilisant un très grand nombre de standards de bus de données : ARINC 429, ASCB, CSDB et RS422.



Bus de données et protocoles



Bases de données



- Tous les systèmes de gestion de la navigation aérienne disposent actuellement de bases de données informatiques.
- Elles représentent l'équivalent de nombreux volumes de papier.
- En général, elles sont mises à jour tous les 28 jours d'un mercredi à minuit UTC (*Universal Time Coordinates*) à un autre mercredi à minuit UTC.
- Elles contiennent toutes les informations de position, de fréquences, de routes aériennes, de zones contrôlées, etc.

Bases de données

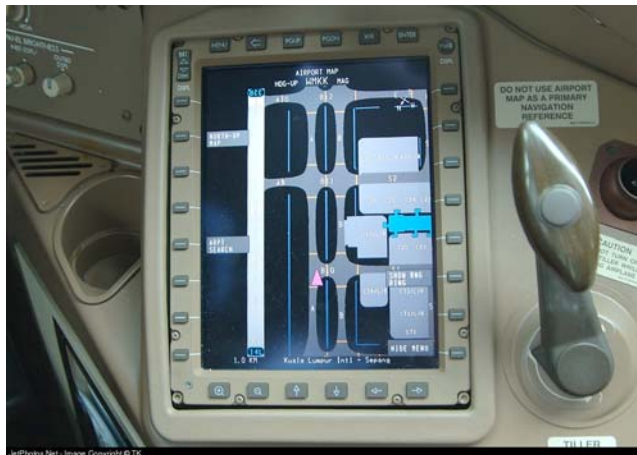
- Afin de remplacer les nombreux documents que le pilote était tenu d'embarquer avec lui, on a développé les EFB ou Electronic Flight Bags.



© Département d'avionique

Document à des fins de formation

Bases de données



- Le principal danger de ces bases de données et des EFB est la négligence de leurs mises à jour régulières.

© Département d'avionique

Document à des fins de formation

Conclusions



Pierre GILLARD/EXTL1602

- Les systèmes de gestions de la navigation sont devenu des équipements essentiels à bord des avions modernes.
- Ils sont le point focal de l'ensemble des moyens de navigation gréant l'aéronef.
- Le technicien en avionique doit comprendre le fonctionnement de ces systèmes afin de pouvoir identifier les causes de pannes éventuelles affectant les équipements de navigation.



Jens KRUGER

Merci de votre attention