

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB BLIDA
DEPARTEMENT D'AERONAUTIQUE



**Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de technicien supérieur
en Aéronautique.**

Option : Avionique

Thème

ETUDE ET MAINTENANCE DU SYSTEME ATIMS

(Air Traffic and Information Management System)

Présenté par :

- M^{elle} OUZNADJI Khadidja.
- M^{elle} BENMAHAMMED Imene.

Encadré par :

Mr: BENOURED. A
Mr: BENNILA. A

Promotion 2007-2008

يتضمن عملنا هذا دراسة شاملة لنظام الإعلام و تسيير الطيران، المركب على طائرة " أر- بوس 200-330"، من خلال دراسة اكسيسواراته و وظيفته في الطائرة متبوع بجزء تطبيقي متعلق بطريقة صيانتة بكيفية البحث عن العطل و إجراء اختبار تجريبي للتأكد من صحة أدائه لوظيفته.

Résumé

Notre travail consiste à faire une étude de système de a gestion de vol et d'information installé sur l'Airbus 330-200, par l'étude de ces composants ces interfaces et son fonctionnement opérationnel, suivie d'une partie pratique (maintenance) où on a établie le test opérationnel pour vérifier le bon fonctionnement du système.

Summary

Our work consists to study the system of air traffic management and information installed in Airbus 330-200, by the studies of their components, interfaces and his operationnel functioning, followed by a practical part (maintenance) where we do the operationnel test to verify the correct function of the system.

Remerciements

Avant tout, louange à Allah de nous avoir donné le courage et la patience jusqu'à l'achèvement de ce modeste travail

Nous tenons à remercier en premier lieu notre promoteur *Mr Benouared*, pour son suivi et son aide ainsi que notre encadreur *Mr Bennila* pour sa compréhension et sa confiance ainsi que les encouragements continuels qui nous ont permis la rédaction du présent mémoire.

Ainsi que le personnel de la base de maintenance et surtout *Mr Zemmouri*, *Melle Besm*, *Mr Labasse*, *Mr Bachta* qui nous ont vraiment aidé. Sans oublier, *Mr benzetta*, *Mr Mdjahed*, *Mr Guemmache*, *Mr Fekhlef* et *Mr Tabarout*.

A tout les professeurs de l'IAB et surtout à *Mr Hertzai*.

Aussi nous n'oublierons pas les personnes qui nous ont aidées de près ou de loin.

Imene & Khadidja.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail chaleureusement et avec un cœur plein d'amour et d'honneur :

A l'*amima* *ta3i* et *dady* qui m'ont soutenu, aidés, encouragés et sacrifiés durant toute leurs belles années de vie pour arriver à ce que je suis maintenant. Que dieu vous protège et garde pour moi

A mon cher frère *Phaouki* qui a été tjr présent à mes cotés et son épouse *Sarah*, à ma sœur *Sandra* que j'aime plus que tout et son époux *Facine*.

A ma grande famille oncles et tantes,

A ma bien aimée *Kady* mon intime, sœur et copine que j'aime énormément,

A mon amie et collègue de travail *Rose* ainsi à sa famille,

A mes amies et voisines de la cité *Simsim*, *Nadou*, *Khadija*, *Soumia*.

A wléd blédi *Laila*, *Imene*, *Dounia*, *Lokmén*, *Tarék*, *Khaléd*, *Rafik*.

A mes camarades *Mérim*, *Zékouche*, *Hayfa*, *Daoudiya*, *Rzala*, *dibaba Asma* et *Imene*, *Bilél*, *Houssém*, *Arbi*, *Mourad*,

A mes chers amis *Lorna*, *Houdhoud*, *Amounti*, *Mouaz*, *Salah*, *Mhamed*, *Iméd*, *Mostapha*, *Général*, *Marichal*, *rabi3*, *Radvén*.

Au personnels d'Air Algérie : *Kamel*, *Hichém*, *Faicél*, *Raouf*, *Hamza*, *Bahbou*, *majid*, et *Rachid*

A toute la promotion de la troisième année aéronautique.

A tous ceux qui j'aime.

Imene...

Dédicace

J'ai l'honneur et la joie de dédier ce modeste travail a :

La mémoire de mes grandes mère *Mamass* et *Mimi* que le bon dieu leurs accorde on vaste paradis.

Mes très chers parents a qui je dois ma vie, pour leurs amour, affection et sacrifice dans mon éducation et mon instruction afin de me voir aujourd'hui devenir ce que je suis.

Mon très cher frère *Mehdi* et sa future épouse *Samira* et a mon adorable frère *Khaled*

Ma grande sœur *Nasiba* et son époux *Boualem* que je remercie pour tout ce k'ils ont fait pour moi.

Ma chère sœur *Fazila* et son fiancer *Sofien*.

Mes deux adorables poupons *Sarati* et *Mouhammed*

Ma deuxième maman *Latifa* a laquelle je dois beaucoup.

Toute ma famille chaque un par son nom.

Mes debdoubates *Asma* et *Imene* que j'aime très fort et a leur famille surtout a *Phaima*.

Ma très chère binôme et amie *Mimoza* et a toute sa famille.

Mes amis chaque un par son nom et surtout *Widedd, Aicha, Meriem, Zakia, Soussou, Ratiba, Souad, Sarah, Soumia, Redouane, Oussama, Adel, Kamel, Rassim* et à tous les étudiants d'aéronautique et surtout a ma promotion 2008.

Un dédicace spéciale a tous ceux que j'aime et qui m'on aidé durant toute ma carrière et surtout a mon *Mr Bennila* et a 3emi *Kamel* et a leurs familles.

Zhadidja ...

SOMMAIRE

SOMMAIRE

RESUME

DEDICACE

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

LISTES DES FIGURE

ABREVIATIONS AERONAUTIQUE

INTRODUCTION

1

CHAPITRE I : Généralité sur le FANS

I.1. Introduction	2
I.2. Définition du concept CNS /ATM	2
I.2.1. Communication	2
I.2.2. Navigation	3
I.2.2. Navigation	3
I.2.3. Surveillance	4
I.2.4. Gestion du trafic aérien	4
I.3. Objectif du concept CNS /ATM	4
I.4. Evolution du FANS	4
I.4.1. Le Pré-FANS	5
I.4.2. Le FANS A	5
I.4.3. Le FANS B	5
I.5. Présentation du FANS	5
I.5.1. Architecture du FANS	6
I.6. Liaison de données de communication	8
I.6.1. Liaison de données air /sol	8
I.6.2. Liaison de données sol/sol	9
I.6.2.1. Les réseaux de communication de liaison de données	9
I.6.2.2. L'interconnexion entre les réseaux	10
I.7. Interface avec le service de la circulation aérienne (ATS)	11
I.7.1. L'AFN	11
I.7.2. CPDLC	12
I.7.3. ADS	14

CHAPITRE II : Etude du système ATIMS

II.1. Introduction	15
II.2. Présentation du système ATIMS	15
II.3. Description et localisation des composants de l'ATIMS	15
II.3.1. L'unité de service de trafic aérien (ATSU):	15
II.3.1.1. Localisation de l'ATSU	16
II.3.1.2. Architecture de l'ATSU	16
II.3.2. Le DCDU	17
II.3.2.2. Localisation de DCDU	19
II.3.3. ATC MSG	19
II.3.4. Le RESET/ATSU 1	20
II.4. Description des interfaces reliées a l'ATSU	21
II.4.1. Interface avec le DCDU	21
II.4.2. Interface avec le FMGEC	22
II.4.3 Interface avec le MCDU	23
II.4.4 Interface avec les modes de communication	23
II.4.5 interface avec le FWC	24
II.4.6 interface avec l'horloge	24
II.4.7 Interface avec le CMC	25
II.4.8 Interface avec le MDDU	25
II.4.9 Interface avec l'imprimante	25
II.4.10 Interface avec le LGCIU	25
II.4.11 interface avec l'ATC MSG	25
II.4.12 Interface avec le GPS	25
II.4.13 Interface avec le DMC	26
II.5. Fonctionnement de l'ATIMS	26
II.5.1 Cas d'un message montant	26
II.5.2 Cas d'un message descendant	27
II.6. Fonctionnement opérationnel	28
II.6.1 La phase pré vol	28
II.6.1.2 Remplissage du plan de vol OACI	28
II.6.1.3 Les vérifications du pré-vol	29
II.6.2 Les procédures de CPDLC	30
II.6.2.1 La connexion de CPDLC	30
II.6.2.2 Transfert de connexion de CPDLC	31
II.6.2.3 Les cas anormaux au moment du transfert de connexion	37
II.6.2.4 END SERVICE	39
II.6.2.5 Les recommandations pour l'échange de message	40
CPDLC	

CHAPITRE III : Maintenance du système ATIMS

III.1.Définition de la maintenance	44
III.2.Les objectifs de la maintenance	44
III.3.Les différents types de maintenance	45
III.4.Etapes de dépannage	45
III.5.Organigramme des étapes de dépannage	46
III.6.Philosophie de maintenance	47
III.6.1.Généralité	47
III.6.2.Message de maintenance	47
III.7.Philosophie de TSM	48
III.7.1.Comment utiliser le TSM	48
III.7.1.1.Types de fautes	48
III.7.1.2.Entrée dans le TSM	49
III.7.3. Exemple de procédures d'utilisation du TSM	50
III.7.4. Le test de maintenance de l'ATSU	56
III.8.Organigramme de maintenance	59
CONCLUSION GENERALE	60
Annexe A	
Annexe B	
Annexe C	
Annexe D	
BIBIOGRAPHIE	

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

Chapitre I : Généralité sur le FANS

Figure I.1 Navigation en utilisant le RMP	3
Figure I.2 Evolution du FANS	5
Figure I.3 Architecture du FANS	7
Figure I.4 communication avec les deux réseaux	10

Chapitre II : Description de l'ATIMS

Figure II.1 le bloc ATSU	16
Figure II.2 Localisation de l'ATSU	16
Figure II.3 Architecture de l'ATSU	18
Figure II.4 Le DCDU	19
Figure II.5 Localisation des composants de l'ATIMS	20
Figure II.6 Interfaces reliés a l'ATSU	21
Figure II.7. Schéma synoptique représentant une transmission de liaison de données montante	27
Figure II.8. Schéma synoptique représentant une transmission de liaison de données descendante	28
Figure II.9 procédure de l'AFN	30
Figure II.10 La connexion CPDLC	31

Figure II.11 Notification de transfere d'ATC	32
Figure II.12 : Transfert a un autre ATC	
Figure II.13 : Déblayage de départ	

Chapitre III : Maintenance de système

Figure III.1 : Organigramme des étapes de dépannage	44
Figure III.2 : Tableau explicatif des informations sur la panne.	47
Figure III.3 : L'affichage de la panne sur l'EWD	48
Figure III.4: Tableau démontrant L'information sur le travail à effectuer en cas de panne de l'ATSU	49
Figure III.5 : Tableau démontrant l'information sur le travail à effectuer pour faire un BITE test de l'ATIMS	50
Figure III.6 : Tableau démontrant les circuits breakers	51
Figure III.7. Tableau représentant les actions du technicien au cour du test et leurs résultats affichés	53
Figure III.8. Les étapes de maintenance.	56
Figure III.9. Organiframme de maintenance.	57

ABREVIATIONS AERONAUTIQUES

ABREVIATIONS AERONAUTIQUES

Abréviations	Signification en anglais	Signification en français
ACARS	Airline Communication Addressing and Reporting System.	Système de Communication et de Localisation de la compagnie.
ADS	Automatic Dependent Surveillance.	La Surveillance Automatique Dépendante.
ADS-B	Automatic Dependent Surveillance Broadcast.	La Surveillance Automatique Dépendante-Diffusion.
ADS-C	Automatic Dependent Surveillance Contract.	La Surveillance Automatique Dépendante-Contrat.
AFN	ATS Facilities notification.	Moyens de Notification ATS.
AMM	Aircraft Manual Maintenance	Manuel de Maintenance d'Aéronef
AOC	Airline Operation Center.	Le Centre de Communication de la Compagnie aérienne.
ARINC	Aeronautical Radio INC.	La Radio d'Aéronautique INC.
ATA	Air Transport Association of America	Association du Transport Aérien Américain
ATC	Air traffic Control.	Le control du trafic aérien.
ATIMS	Air trafic Information and Management System	Système de la Gestion de Vol et d'Information
ATM	Air Traffic Management.	La Gestion du Vol.
ATN	Aeronautical Telecommunication Network.	Le réseau de télécommunication aéronautique.

ATS	Air Traffic Service.	Le Service du Trafic Aérien.
ATL	Aircraft Technical Log	Rondin Technique Avion
ATSU	Air Traffic Service Unit.	L'Unité de Service du Trafic Aérien
BITE	Built In Test Equipment	
CMC	Central Maintenance Computer.	L'Ordinateur du Centralisateur de Maintenance.
CMS	Centralized Maintenance System	Système de Maintenance Centralisé
CNS	Communication Navigation Surveillance.	Communication Navigation Surveillance
CPDLC	Controller/Pilote Data Link Communications.	Liaison de Données de Communication Contrôleur/Pilote.
DCDU	Data Link Control and Display Unit.	L'Unité d'Affichage et de Control de Liaison de Données.
DSP	Data Service Provider.	Fournisseur du service de Données
ECAM	Electronic Centralized Aircraft Monitoring	Contrôlant d'avion Centralisé Electronique
EFIS	Electronic Flight Information System.	Système électronique de vol.
EIS	Electronic Instrument System.	Les instruments de Systems électroniques.
EWD	Engine and Warning Display.	Afficheur des paramètres moteur et alarme.
FANS	Futur Air Navigation System.	Futur Système de Navigation Aérienne.
FIR	Flight Information region.	Region d'Information de Vol.
FMS	Flight Management System.	Système de la gestion de vol.
FMGEC	Flight Management Guidance and envelope computer.	Calculateur de la gestion de vol, l'Assistance et l'Enveloppe.
FWC	Flight Warning Computer.	Calculateur d'Alarme de Vol.

GES	Ground Earth Station.	Station Sol.
GLS	GPS landing System.	Système d'atterrissage par GPS
GNSS	Gobal Navigation Satellite system.	Le système de satellite global.
GPS	Global Positioning System.	Système Global de positionnement.
HF	High Frequency.	Haute Fréquence.
HFDL	HF Data Link.	Liaison de données HF.
HFDR	HF Data Radio.	Liaison Radio HF.
HMI	Humain Machine Interface.	Interface Homme Machine.
ICAO	International Civil Aviation Organisation.	Organisation internationale de l'Aviation Civil.
IR	Inertiel	Inertiel.
LRU	Line Remplacable Unit.	Equipement remplaçable en escale.
MCDU	Multifunction Control and Display Unit.	Afficheur de Control Multifonction.
MDDU	Multi Disk Drive Unit.	Unité de chargement de Soft.
MMR	Receiver.	Récepteur Multi Mode.
Mode S	Radar Mode S.	Radar Mode S
NDA	Next Data Authority	Autorisation de la Prochaine liaison.
NOTAM	Notice To Air Men.	Avis aux aviateurs.
RMP	Manuel Pannel.	Boite de sélection de fréquence.
PFR	Post Flight Report	Rapport de Poste de Pilotage.
RGS	Radio Ground Station	Station Radio Sol.

RNAV	Regional navigation	La navigation régionale.
RNP	Required Navigation Performance.	Performance nécessaire a la navigation.
SDU	Satellite Data Unit.	Unité de liaison satellite.
SITA	International Society of Telecommunication aeronautical.	Société Internationale de télécommunication aéronautique.
TSM	Trouble Shooting Manuel	Manuel de dépannage.

INTRODUCTION

L'amélioration des systèmes aéronautique est en plein développement qui facilite de plus en plus les tâches du travail, que se soit pour le pilote, le mécanicien, ou pour le contrôleur aérien, tout en augmentant la sécurité dans la circulation aérienne afin d'éviter les collisions.une solution possible est un concept appelé FANS (Futur Air Navigation System).

Airbus a développé sa flotte d'un système appelé ATIMS qui fait parti de ce concept.

Pour notre projet de fin d'étude on a opté de présenter le fonctionnement et les procédures de maintenance de ce système embarqué sur l'avion Airbus 330-200.

Ce projet a été effectué grâce à un stage pratique au niveau de la compagnie AIR ALGERIE afin de mettre en exergue les connaissances acquises durant notre cursus universitaire. Et aussi s'enrichir en informations concrètes, en commençant par une généralité sur le concept FANS ensuite une description de système ATIMS et son fonctionnement opérationnel suivit d'une partie maintenance.

Le volume de développement nous a conduit a présenté ce travail en quatre chapitre :

- Chapitre I : Généralité sur le FANS.
- Chapitre II : Etude du système ATIMS.
- Chapitre III : Maintenance du système.

En fin on terminera par une conclusion générale.

INTRODUCTION

CONCLUSION

CHAPITRE I

GENERALITE SUR LE FANS

CHAPITRE II

ETDUE DU SYSTÈME ATIMS

CHAPITRE III

MAINTENANCE

I.1. Historique :

En 1983 le conseil de l'OACI a fait la tâche d'un comité spéciale sur le FANS (Futur Air Navigation System) à faire des recommandations pour améliorer le système de communication, navigation et de surveillance afin de suivre l'évolution du trafic aérien mondial. En 1989, basée sur des travaux précédents, un second comité a créé une vision à l'application du concept CNS/ATM (Communication, Navigation, Surveillance/ Air Traffic Management). Ce concept était dominait par 10 compagnies aériennes réunis en 1991. Il est construit principalement sur des technologies satellites et des communications digitales visant à augmenter la capacité de l'espace aérien, et le rendre plus flexible opérationnelle et aussi rendre la sécurité du trafic aérien plus valeureux.

AIRBUS développe et certifie le logiciel FANS A en 2000 sur ses avions A330/A340, largement utiliser sur les espaces isolés et océaniques tel que le sud pacifique. Depuis l'année 2005, un rehaussement du FANS A, appeler FANS A + est disponible à la fois sur A320 et A330/A340.

L'application du FANS dans des espaces à haute pression mène à un réducteur encombré aborder dans les chaînes vocales pour la communication ATC. Néanmoins, l'application du FANS mène à réaliser une communication saine dans les deux environnements.

I.2. Définition du concept CNS/ATM

Le système CNS / ATM est basé sur des systèmes de communication, systèmes mondiaux de navigation et de surveillance dépendante automatique (ADS). La gestion du trafic aérien (ATM) est une suite intégrée de ces systèmes qui sont utilisés pour fournir une gamme de services de la circulation aérienne. Ces systèmes sont définis comme suit :

I.2.1. Communication

L'opération de télécommunication, a eu un grand changement par le FANS. En additionnant au vocal VHF et HF classique, et au plus récent satellite vocal, le CPDLC (Controller Pilot Data Link Communication) augment les moyens de communication entre les pilotes et les contrôleurs.

Les communications sol-sol servent pour relier et coordonner entre les différentes organisations de service ATC (ou les services de même ATC) et AOC (Airline Operational Center).

Sous les pressions commerciales et financières, les compagnies aériennes ont demandé l'utilisation du FANS sans attendre la disponibilité complète de tous les instruments appropriés comme le réseau ATN (Aeronautical Telecommunication Network). C'est pourquoi des opérations du FANS A ont déjà commencé à utiliser les réseaux de communications existants et les protocoles qui sont moins performants que l'ATN (tel que l'ACARS), mais ont été acceptés par l'OACI comme un pas de valeur vers une première introduction d'applications de l'ATM.

I.2.2. Navigation

Pour profiter complètement du concept CNS/ATM, l'avion doit atteindre un certain niveau de performance de navigation de point de vue de l'exactitude et cela en utilisant les satellites GPS, qui donnent la position exacte de l'avion. Un nouveau service est ajouté à la navigation qui est le RNP (Required Navigation Performance). Il est prévu d'affecter la structure d'espace aérien existante. Et conduit à un nouveau concept entier dans la navigation aérienne, son principe est de survoler dans des couloirs bien serrés et cela dépend de la précision de l'avion. La **figure I.1** montre les types d'avions et leurs niveaux de vol.



Figure I.1 Navigation en utilisant le RNP.

I.2.3. Surveillance

Des différents types de surveillance peuvent être trouvés; où la couverture radar soit possible. Pour assurer une bonne connexion ATC, les personnes ou les systèmes au sol doivent connaître la position de l'avion sur une base continue et être en mesure d'estimer leur position future. La surveillance fournit au contrôleur les informations nécessaires pour assurer et préciser l'espacement entre les aéronefs, à gérer l'espace aérien et d'aider le pilote dans la navigation.

I.2.4. Gestion du trafic aérien

Sous ce terme est groupé un grand ensemble de méthode pour améliorer la gestion de toutes les parties du trafic aérien : la gestion de la fluidité du trafique stratégique (à long terme) et tactique (à court terme). De nouvelles méthodes sont développées et exécutées progressivement pour fournir la plus grande capacité d'espace aérien pour assurer l'augmentation de la demande du trafic aérien.

I.3. Objectifs du concept CNS/ATM

Ses objectifs sont :

- Avoir une capacité aérienne supérieure.
- Augmenter la sécurité du trafic aérien.
- Améliorer la communication aérienne et gérer des informations de communication et de la navigation.

I.4. Evolution du FANS

Le programme du Système de Futur de la Navigation Aérienne a été désigné pour répondre au concept CNS/ATM. Il permet, étape par étape la transition en vue d'un « FANS mondial » possible, à travers une avionique améliorée modulaire et flexible.

Il a été amélioré en passant par :

I.4.1. Le Pré-FANS

Le pré-FANS comprend deux fonctions principales, l'Airline Operation Center (AOC) et la communication air/sol. Il travaille dans les zones océaniques et isolées en utilisant le réseau ACARS et les trois modes de communication (VHF, HF et le SATCOM dans cet ordre).

I.4.2. Le FANS A

Le FANS A incorpore toutes les fonctions du pré-FANS et introduit une utilisation vaste des moyens de communication entre le pilote et le contrôleur du trafic aérien. Cette possibilité est appelée CPDLC (Controller Data Link Communication).

I.4.3. Le FANS B :

La grande densité du trafic aérien aura besoin d'une technologie plus avancée que celle du pré-FANS et du FANS A. Un nouveau système du FANS sera développé : C'est le FANS B qui travaille avec le réseau ATN.

Voir la **figure I.2** montre les étapes de l'évolution du FANS.

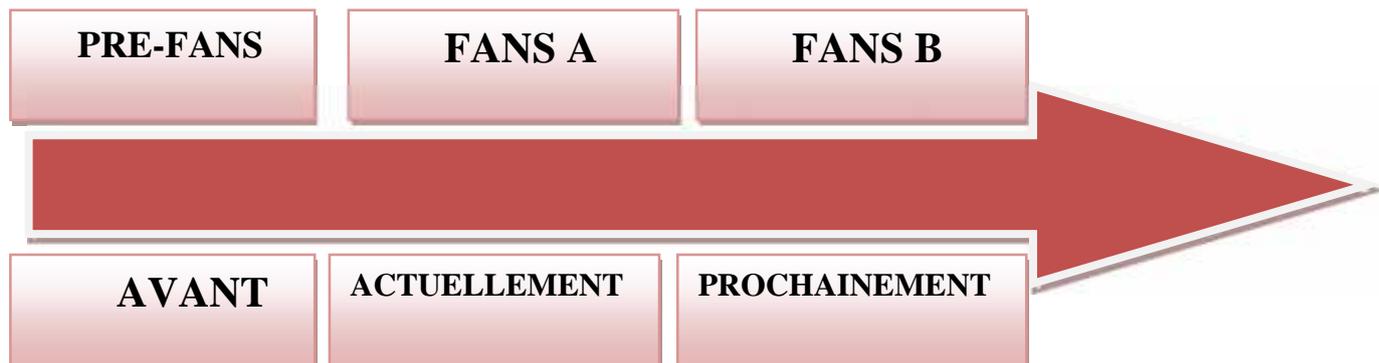


Figure I.2 Evolution du FANS

I.5 Présentation du FANS

Les Espaces aériens varient beaucoup d'une partie du monde à une autre : Certains sont déjà encombrés (par ex. La région d'Europe) alors que d'autres sont toujours relativement vides (par ex. L'océan Pacifique). Les exigences pour changer la façon dont nous opérons dans différentes régions ne sont pas les mêmes.

Le fait d'exécuter les dernières technologies, qui sont maintenant disponibles, et pour soutenir ces changements attendus, on ne peut le faire sans le rôle de nombreuses parties. Les États, l'ATS (Air Traffic Service), services de communications des fournisseurs sont affectés ainsi que les compagnies aériennes, les fabricants d'avion ou les fabricants d'équipements avioniques.

C'est pourquoi le concept CNS-ATM peut seulement être développé régionalement ou même sur une base de trajet-par-trajet. Des trajets du FANS ont été régionalement ouverts dans la région Pacifique, dans l'Atlantique Nord, dans la Baie de Bengale etc...

I.5.1. Architecture du FANS

Le FANS utilise le réseau ACARS pour échanger des données entre les systèmes avion/sol. Ce réseau ACARS peut être accessible par satellite, communication HF ou VHF et les différents réseaux terrestres, sont raccordés pour fournir les services ATC/ATM à tous les avions équipés du FANS. Cette transmission de données est assurée par l'ATSU de l'avion (l'Unité de Service de Trafic aérien), qui gère toutes les communications et choisit automatiquement des meilleures communications disponibles (par exemple la VHF, HF et SATCOM, dans cet ordre).

L'architecture de la liaison de données du FANS A se compose de :

- **La partie aéroportée** : composée de l'ATSU qui est une plate-forme modulaire qui centralise toute la transmission de données (ATC et AOC) et gère la relation entre l'être humain et la machine HMI (Humain machine Interface).
- **La liaison de données air/sol** : (VDL mode A/2, SATCOM ou HFDL) sont utilisés pour transmettre les données AOC ou ATC au sol.
- **La liaison de données sol/sol**, qui garantit la connexion à la partie terrestre a travers soit :

- GES (Ground Earth Satellite Stations) chaque fois que la couverture de la VHF et de l'HF n'est pas disponible.

Comme le montre la **figure I.3** l'architecture du FANS permet à l'avion de communiquer avec les deux stations sol AOC qui permet de fournir à l'équipage :

- NOTAM, climat, vent en altitude,
- L'échange des messages de free text,
- Détournement, retard, avitaillement, le rapport de vol,
- Les paramètres de l'aéronef à partir du CMS, ACMS...etc

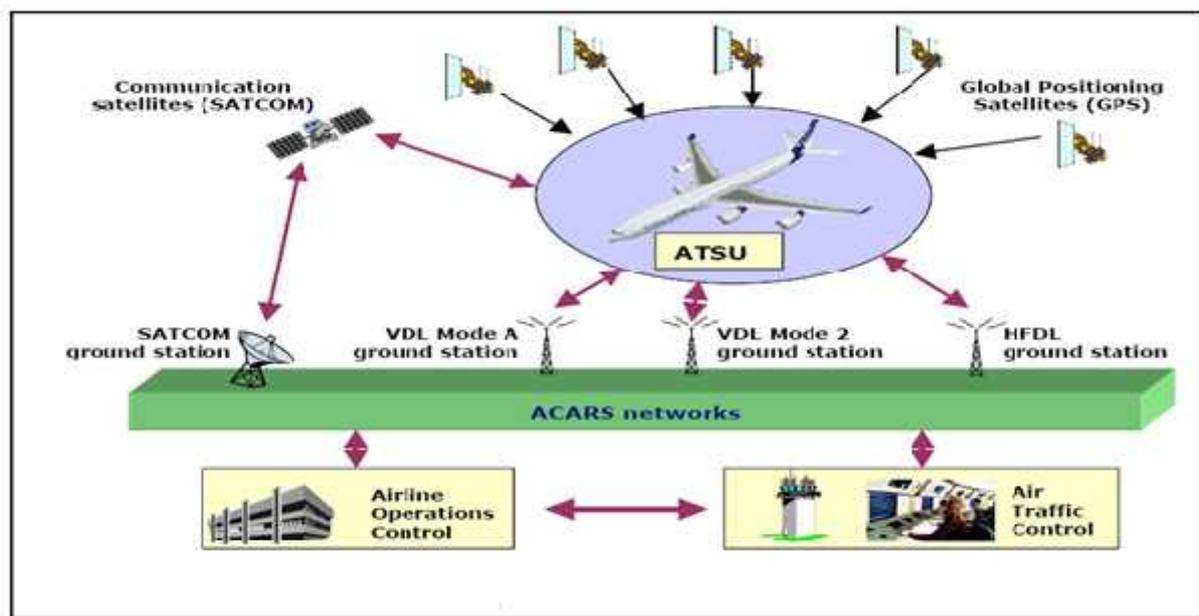


Figure I.3 Architecture du FANS.

Et la communication avec l'ATC permet à son tour le transfert de liaison de données en utilisant le VHF Data Radio (VDR), HF Data Radio (HFDR) et le SATCOM, entre les centres ATC et l'aéronef. Cela améliore la communication au-dessus des régions océaniques et isolées. Ces fonctions sont :

- ❖ CPDLC
- ❖ ADS

I.6.Liaison de données de communication

Elles sont divisées en deux grandes parties.

I.6.1.Liaison de données Air/Sol

a)VDL

VHF Data Link est une transmission de liaison de données (comme on l'appelle **mode VDL A**) a été utilisé pendant des années pour transférer des données avec l'AOC puis avec le FANS A. Ce dernier est amélioré en VDL mode 2 qui est un protocole de communication VHF entre l'avion et les stations terrestres en utilisant les réseaux du service fournisseur (SITA et ARINC par ex). Évidemment, l'avion et le destinataire (la station VHF) doivent être équipés à la fois par le mode VDL-2 et VDL A.

b) SATCOM

Jusqu'à la découverte du SATCOM, les communications radio ont souffert des limitations de la ligne de vue d'HF et de VHF, et cela avec le manque de fiabilité et la qualité variable. Les liens satellites surmontent ces faiblesses, et ne soit pas affectés par la distance ou les conditions ionosphériques.

Quels que soit les applications (les services passagers, les communications opérationnelles ou les communications du trafic aérien), le mode voix/données sont transmises via satellite, de l'avion aux stations terrestres GES (Ground Earth Station) et échangées ensuite par les réseaux de télécommunications internationaux (ARINC, SITA, ...) à n'importe où dans le monde (les hôtes de compagnie aérienne, les centres d'ATC, ...).

c) La HF DL :

L'HF Data Link est un moyen de communication entre l'avion et la station sol, elle est certifiée comme un moyen de communication supplémentation.

« *Supplémentaire* » signifie que le processus de certification autorise l'utilisation de l' HF DL à condition que VDL et SATCOM soient installés. Durant le processus de certification, la démonstration de performances de liaison de données en incluant HF DL (la mesure de temps de transition du message entre les utilisateurs finaux) n'a pas été exécutée pour les environnements comme les régions polaires. Néanmoins, dans un vol dirigé vers le Pôle Nord

à Edmonton par exemple, l'utilisation de l'HFDDL pour les opérations de liaison de données est possible. Dans un tel cas, l'opérateur devrait remarquer que les performances HFDDL, encore mieux que celle du HF vocal, ne sont pas aussi bonnes que VDL ou les liaisons de données SATCOM. Ainsi, les messages transmis par l'HFDDL peuvent prendre beaucoup plus de temps pour atteindre le destinataire que via VDL ou SATCOM. Quelques messages peuvent même être perdus.

I.6.2. Liaisons de données Sol/Sol

Ces liaisons incluent les réseaux de communication

I.6.2.1. Les réseaux de communication de liaison de données

Plusieurs fournisseurs de service de communications garantissent aujourd'hui l'acheminement des messages ATC entre l'avion et le centre d'ATC. Ceux-ci grandissent progressivement, en soulevant ainsi quelques problèmes pour l'interopérabilité de futur fonctionnement. Parmi les principaux réseaux on a :

a) SITA

C'est un réseau européen qui garantit le SATCOM, le traitement de VHF et HFDDL d'air/sol par de nombreux GES et RGS.

b) ARINC

C'est le réseau American qui garantit le SATCOM et le traitement de la VHF air/sol par de nombreux GES et RGS.

Chacun des réseaux ARINC et SITA fonctionnent avec des services nationaux et sont actuellement raccordés pour fournir une interconnexion de fonctionnement globale d'applications de liaison de données ATS. Cela signifie par exemple, qu'un avion qui utilise une liaison de données de VHF conformément à un accord sur SITA peut quand même marcher dans la région FANS d'ATC en utilisant un contrat d'ARINC.

La **figure I.4** nous montre comment la connexion se fait entre l'avion et le sol en utilisant les deux réseaux SITA et ARNIC.

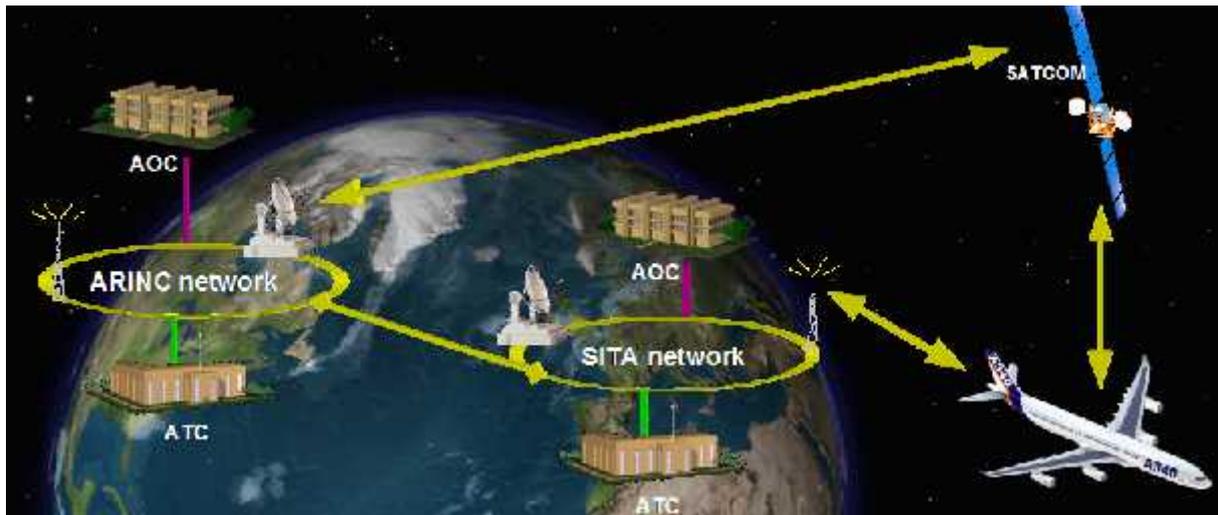


Figure I.4 Communication avec les deux réseaux

I.6.2.2.L'interconnexion entre les réseaux

Elle se fait par :

a) Le réseau ACARS

L'interconnexion du fonctionnement entre les unités centrales de service de données des deux fournisseurs de service de communications principaux (ARINC et SITA) est un élément clé dans la performance générale du système, et garantit l'accès de chaque centre d'ATC à tout les éléments de FANS de l'avion dans sa région.

Chaque fois qu'il y aura un échange par exemple de la VHF à SATCOM (ou vice versa, les environnements d'ACARS seulement), l'ATSU envoie un message MA (Moyen Consultatif) au DSP l'indiquant du statut des communications avec chaque moyen. Une telle fonction automatique est nécessaire pour réaliser la logique qui détermine l'acheminement de n'importe quel message de liaison ascendante. C'est transparent tant au pilote qu'au contrôleur et garantit que les messages de liaison ascendante peuvent être envoyés à l'avion sans tenir compte du moyen ou les fournisseurs de service de communications utilisés.

b) Le réseau ATN : Aeronautical Telecommunication Network (ATN)

Avec le FANS A actuel, la liaison de données des services de la circulation aérienne est basée sur le réseau ACARS, qui ne pourra pas manipuler les volumes croissants de communications d'AOC et d'ATC. Pour cela, un réseau consacré aux communications aéronautiques entre dans des opérations pour agir en tant qu'épine dorsale du concept du CNS/ATM de l'OACI. Ce réseau de télécommunication aéronautique (ATN) reliera sans couture des avions, des centres de contrôle du trafic aérien, des prestataires de service d'équipements d'opérations de ligne aérienne et de communication à l'efficacité, aux possibilités et au sécurité. Pour augmentés l'exécution initiale ; l'ATN reliera des centres de contrôle du trafic aérien et fournira des liaisons de transmission de données entre les centres de contrôle du trafic aérien

À cet effet, Airbus a proposé le paquet de FANS B depuis la fin de 2006

I.7. Interface avec le service de la circulation aérienne (ATS):

Dans l'environnement FANS A, trois applications principales composent la liaison de données comme décrit dans le concept de l'OACI CNS/ATM.

- l'application de L'ATS Facility Notification (AFN) pour situer l'avion sur le réseau ACARS,
- l'application de CPDLC qui permet la communication de données entre ATC et l'équipage,
- Automatic Dependence Surveillance/Contract (ADS-C).

I.7.1. L'AFN :

L'AFN doit être successivement accompli avant n'importe quelle connexion est établi. L'AFN peut être lancé :

- Manuellement par le pilote (par ex. la première notification qui est toujours manuelle);
ou
- Automatiquement par un ATC utilisant le processus d'adresse avancé transparent à l'équipage. Si ce processus échoue, une notification manuelle devrait être faite.

Par cette application, un ATC sait si un avion est capable d'utiliser des communications de liaison de données. Cela sert pour échanger les informations d'adresse entre l'avion et le centre ATC. Ce changement du contexte de liaison de données est nécessaire avant n'importe quelle connexion CPDLC ou ADS d'un point de vue opérationnel.

La notification AFN est un signal pour le centre de réception ATC que l'avion est sur le point d'entrer dans le FIR.

L'équipage lance une notification AFN pour donner la capacité de liaison de données d'avion et les caractéristiques à l'ATC. Au cas où il n'y a aucun transfert automatique de contrôle d'un centre d'ATC à un autre, le centre d'ATC actif peut demander à l'équipage d'exécuter une procédure de notification au centre d'ATC suivant.

I.7.2. CPDLC :

CPDLC est un instrument puissant pour soutenir des communications ATC entre le pilote et le contrôleur dans les régions océaniques et isolées comme un moyen primaire et est devenu, vers la fin de 2006, un moyen de communication supplémentaire de surmonter la congestion de VHF dans un espace continental dense (où média VHF vocal reste le moyen de communication primaire). A bord, les messages de CPDLC sont affichés à l'équipage sur les écrans DCDU (Data Communication Display Unit) spécifique. Ils peuvent aussi être imprimés.

CPDLC permet à l'équipage et aux contrôleurs de communiquer via la liaison de données grâce aux messages écrits composés d'un ou plusieurs éléments choisis dans un lexique international prédéterminé. Ces éléments sont en line avec la phraséologie vocale existante de l'OACI et peuvent être utilisés pour les autorisations, les demandes, les rapports, les négociations et d'autres sortes de dialogue avec ATC (par ex. les messages d'urgence, le transfert d'ATC, le changement de fréquence...).

Les avantages et les inconvénients du CPDLC, comparés aux communications vocales, ont été discutés longuement depuis quelques années. Parmi les principaux, CPDLC est un remède aux défauts des systèmes existants :

a) Avantages :

- Baisse du temps de transmission.
- La suppression des erreurs ou des malentendus se rapportant à la qualité du son médiocre, affaiblissement, et la langue.
- Suppression des fausses actions sur les messages d'ATC destinés pour un autre vol.
- Suppression de la faiblesse de l'écoute permanente du trafic radio.
- La possibilité d'accéder immédiatement aux messages enregistrés auparavant.

- Le chargement automatique dans le FMS ou de déblayages F-PLN, en évitant ainsi des erreurs de transcription, des frappes manuelles longues et méticuleuses.

b) Inconvénients :

- La manipulation des messages CPDLC exige le temps :
 - De la lecture et de l'interprétation d'un message écrit sont moins rapides que l'audition du même message.
 - La préparation et l'envoi d'une demande par la combinaison du MCDU et de DCDU sont plus longs que l'utilisation directe du microphone.
- Les lignes partagées sont perdues (le pilote ne peut plus écouter les transmissions environnantes).

I.7.3. Automatic Dépendant System (ADS)

ADS est un instrument utilisé pour assurer la fonction de surveillance dans le concept CNS/ATM. L'ADS représente la Surveillance Dépendante Automatique :

Automatic: Il est complètement invisible à l'équipage (aucune action de pilote n'est exigée, sauf la procédure AFN pour les ADS-C).

Dépendant : Il utilise la position exacte et les données accélérées des systèmes de navigation (par ex. GNSS).

Surveillance : Il fournit la position de l'avion, l'altitude, la vitesse et d'autres données.

Deux sortes d'ADS existent : ADS-Contract (ADS-C) et l'ADS-Broadcast (ADS-B). Ces deux types d'ADS sont tout à fait différents, comme ils ne comptent pas sur le même système.

On utilise l'ADS-C dans le FANS A, il est basé sur :

- Les rapports d'ADS qui sont automatiquement envoyés au sol sans aucune possibilité à l'équipage de les voir ou modifier.
- Un message CPDLC d'urgence (par ex. MAY DAY) active automatiquement le mode de cas d'urgence d'ADS.

Conclusion :

Comme une conclusion à cet aperçu, des implications de CNS-ATM nous pouvons dire que la transition à cette nouvelle façon d'opérer exige l'exactitude et pour cela le développement de l'ATSU a permis de soutenir les tâches de communications de données.

D'autre part, les fonctions d'ACARS d'aujourd'hui sont incluses dans l'ATSU. Alors on n'a plus besoin d'une unité de management d'ACARS.

Et comme ça l'ATSU est devenu un équipement essentiel pour la sécurité de vol, il doit ainsi être contrôlé en conséquence au cours de sa réalisation et implémentation à bord.

Dans le prochain chapitre on va entamé une étude générale sur l'ATIMS qui est un système de la gestion de vol et d'information embarqué dont l'ATSU représente son composant principal.

II.1.Introduction :

Jusqu'à présent, les pilotes communiquent avec les contrôleurs de la circulation aérienne en utilisant les communications radio de l'HF (High Frequency) et la VHF (Very High Frequency) qui sont soumises à des troubles atmosphériques, ce qui rend la communication difficile.

Pour cette raison, le Système d'Information et de la gestion de trafic aérien (ATIMS), a été développé afin d'améliorer les communications air/sol et l'échange de données complexes et cela se fait par les liaisons de données de communication.

II.2.Présentation du système ATIMS :

Le système de la gestion du trafic aérien et d'information (ATIMS) est un système de bord qui permet la liaison de données de communication entre le pilote et le contrôleur et cela se fait par le CPDLC (Controller Pilote Data Link)

Il permet aussi:

- L'échange de données complexes ou les rapports spécifiques entre l'avion et le sol.
- Les comptes rendus automatiques (la position, l'altitude) pour la surveillance du trafic aérien.
- Les communications spécifiques entre la compagnie aérienne et l'avion (le contrôle opérationnel) pour améliorer les prix opérationnels et la flexibilité de la compagnie aérienne.

II.3. Description et localisation des composants de l'ATIMS :

L'ATIMS est composé de quatre composants qui sont localisés dans la soute électronique et le cockpit, ces composants sont :

II.3.1. L'unité de service de trafic aérien (ATSU):

L'unité avionique, appelée l'unité de service de trafic aérien (ATSU) est la composante principale du système. Elle a été développée pour s'occuper des communications des liaisons de données. Dans le cadre du FANS A, seulement un ATSU est utilisé. Mais prochainement, deux ATSU peuvent être installés, et occupent toutes les évolutions attendues.

Elle est représentée par le symbole **1TX1**. Voir la **figure II.3**



Figure II.1 Le bloc ATSU

II.3.1.1. Localisation de l'ATSU:

L'unité de service de trafic aérien se localise dans la soute électronique coté **B** dans le rack 821UV. voire figure II.2

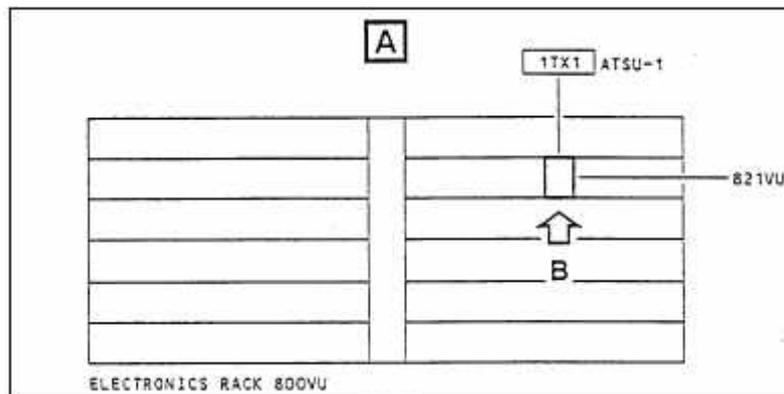


Figure II.2 Localisation de l'ATSU

II.3.1.2 .Architecture de l'ATSU :

L'ATSU est composé de deux grandes parties la partie HARD et la partie SOFT. La partie HARD comprend le matériel, et la partie SOFT est composée de logiciels qui sont :

a)Le logiciel d'interface de l'ATSU A/C (20TX) :

Ses différentes fonctions sont :

- Le contrôle du système (l'alimentation électrique,...).
- L'acquisition des paramètres d'avion pour l'utilisation de logiciel d'application.
- La gestion des communications d'air/sol.

- La gestion de la communication avec les périphériques intégrés.
- La gestion d'interface homme/machine (MCDU, DCDU, imprimante).

a) Logiciel de configuration d'ATSU (21TX) :

Ce logiciel se compose d'un dossier de configuration de l'ATC et d'AOC.

b) Logiciel de paramètre Router d'ATSU (30TX) :

Ce logiciel contient la base de données de la carte mondiale.

c) Le logiciel d'AOC (22TX, 24TX) :

Le logiciel AOC se compose des applications AOC, qui dépendent de la définition de la compagnie aérienne.

Ces applications de liaison de données concernent des opérations rattachées au vol comme les plans de vol, le temps,...

d) ATC ATTISE :

Ces paquets se composent de :

- ATC HMI ; le logiciel d'utilité (**25TX**) : ce logiciel fournit des services pour le HMI de l'application ATC (DCDU, MCDU, l'imprimante et ATC alerte)
- ATSU ATC ATTISE ; le logiciel d'application (**35TX**) : ce logiciel contient l'AFN (Notification d'Équipement d'ATS), et le CPDLC (La liaison de données de Communications pilote-contrôleur) et l'ADS (Automatic Dependante Surveillance)
- Le logiciel d'applications ATSU ATC ARINC 623 (**23TX**).

En plus de ces logiciels Les fonctions d'ACARS d'aujourd'hui sont incluses dans l'ATSU. On n'a plus besoin d'une unité de management d'ACARS.

La **figure II.3** représente le concept de modularité de l'ATSU.

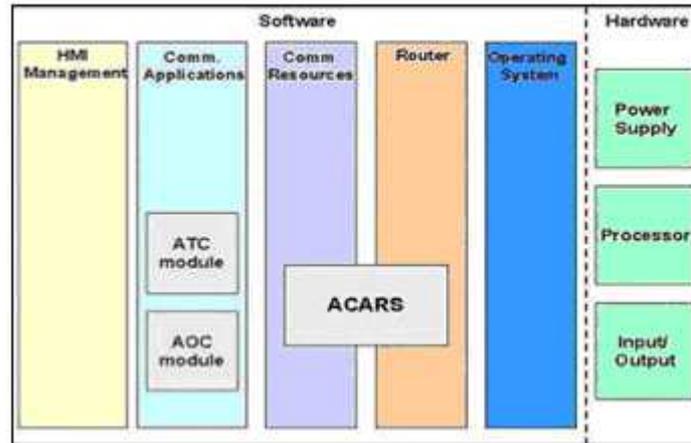


Figure II.3 Architecture de l'ATSU

II.3.2. L'unité d'affichage de liaison de données et de control (DCDU) :

L'interface principale d'équipage utilisée pour les applications du FANS est basé sur les deux Data Link Display Unit (DCDU) qui sont réservés uniquement aux messages de liaison de données d'ATC, ils sont le foyer de communications de liaison de données air/sol. Et ils sont dirigés par l'ATSU qui a son tour traite et organise les données sur l'écran.

Il est recommandé de garder les deux DCDU libre de messages et cela pour permettre l'affichage d'un nouveau message arrivé

Les deux DCDU sont identiques et synchronisés. N'importe quelle opération sur l'un ou l'autre DCDU est valide pour tous les deux et tous les deux DCDU montrent le même affichage.

Leurs symboles sont **2TX1** pour le DCDU 1, et **2TX2** pour le DCDU 2.

II.3.2.1. Composantes du DCDU :

Le DCDU est composé d'un écran LCD et de 10 boutons poussoirs, qui sont représentés dans la **figure II.4**



Figure II.4 le DCDU

Les fonctions de ces touches sont représentées comme suit :

- **BRT/DIM** : Joue sur l'éclairage de l'écran (BRT foncé et le DIM en clair)
- **MSG+** : Aller à la fin du message.
- **MSG-** : Aller au début du message.
- **PRINT** : Imprimer le message.
- **PGE-** : Aller à la page précédente du message.
- **PGE+** : Aller à la page suivante du message.
- Les quatre autres boutons dépendent du message (SEND, WILCO, CLOSE,...)

II.3.2.2. Localisation de DCDU:

Les deux DCDU se trouvent dans la partie centrale du cockpit juste au dessus des deux MCDU. La **figure II.5** représente la localisation des composants de l'ATIMS.

II.3.3. ATC MSG :

Deux boutons-poussoir fournissent à l'équipage une alerte visuelle dans le cas d'une réception d'un message ATC.

La fonction alerte est déclenchée chaque fois qu'un nouveau message venant de la station au sol arrive ou chaque fois qu'un rapport différé ou une autorisation expire.

Les deux boutons-poussoirs MSG d'ATC sur l'écran pare-soleil clignote jusqu'à une réaction de l'équipage (en appuyant sur un des boutons-poussoirs ou en répondant au message de liaison montante sur le DCDU) sont faits pour arrêter l'alerte.

Le son audio spécifique d'ATC peut aussi être activé (5 ou 15 sec de retards selon l'urgence du message). voir **figure II.5**.

II.3.4. Le RESET/ATSU 1 : Il se trouve dans le panneau supérieur, il est utilisé pour le RESET de l'ATSU il se trouve dans le panneau supérieur. Voir **figure II.5**

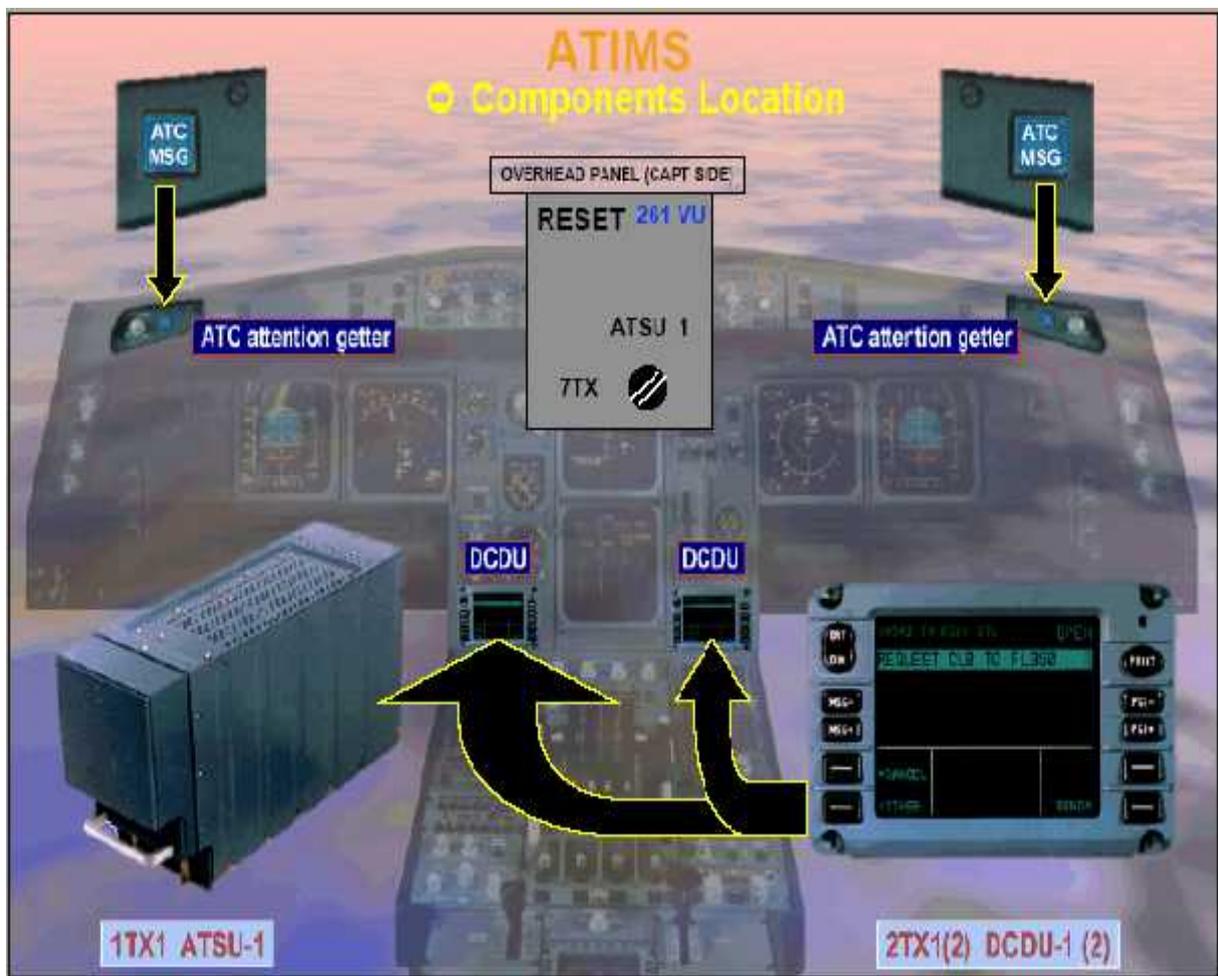


Figure II.5 Localisation des composants de l'ATIMS

II.4. Description des interfaces reliées a l'ATSU:

L'ATSU communique avec les systèmes avioniques en utilisant un protocole de transmission de données ARINC 429 qui est transparent au pilote.

La **figure II.6** montre les différentes interfaces reliées à l'ATSU :

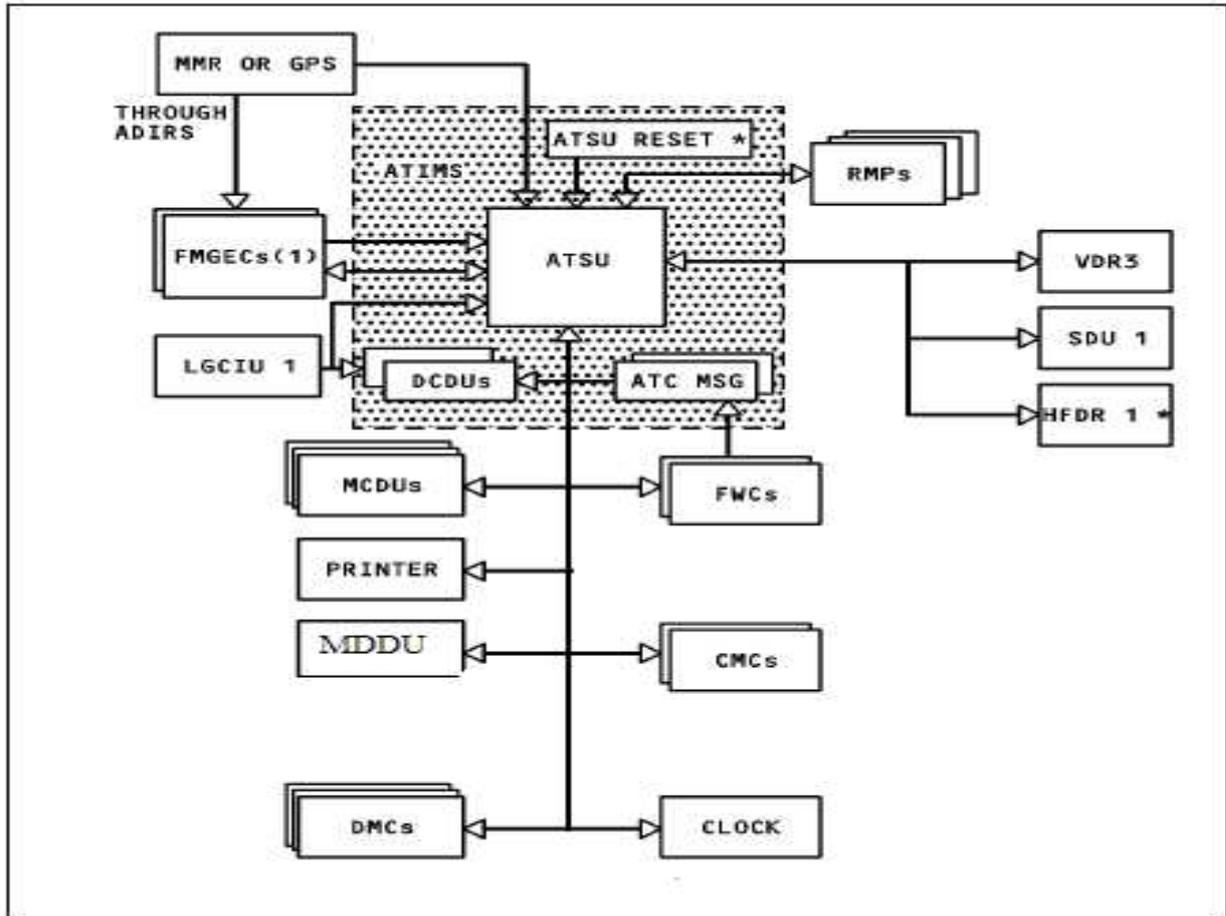


Figure II.6 Interfaces reliées a l'ATSU

II.4.1. Interface avec le DCDU :

Les renseignements affichés sur le DCDU sont dirigés par l'ATSU. Cette interface est utilisée pour :

- Fournir à l'équipage les renseignements rattachés aux applications ATC.
- Transmettre les ordres d'équipage à l'ATSU. Ces ordres sont produits en appuyant sur les boutons poussoirs du DCDU (on utilise toutes les touches sauf la touche BRT/DIM).
- Lancer l'épreuve d'étalage du DCDU.

- Fournir à l'ATSU les données de mémoire concernant les événements spécifiques (problèmes techniques) qui ne se produisent pas dans l'opération normale.
- Les Rapports d'Erreur quand un problème se produit pendant la transmission des renseignements entre l'ATSU et le DCDU pour le but de maintenance.

II.4.2. Interface avec le FMGEC :

Le FMGEC (Flight Management Guidance and Enveloppe System) garantit trois fonctions principales :

- Il fournit des données à l'ATSU.
- Il contrôle les messages ATC et leurs implications ultérieures.
- Il manipule et traite certains messages ATC.

Le FMS peut d'abord être vu comme un fournisseur de données pour les deux messages ADS et CPDLC. À ce titre, il envoie périodiquement tous les paramètres d'ADS, soit pour le groupe fondamental (la position, l'altitude, écart de route...), la route souhaitée ou pour le groupe déterminé. La position prévue, l'altitude, la vitesse ou une séquence aléatoire du temps pour plus que 2 points terrestres suivants le plan de vol, sont ainsi envoyés par le FMS à l'application ADS de l'ATSU.

Des messages de signalisation de position (les messages de CPDLC manuels ou d'ADS automatiques) sont traités par le FMS.

Le FMS contrôle les écarts conditionnels ou reportés d'ATC qui sont reliés à la navigation (par ex. "at Alcoa climb to and maintain FL 350"). Il déclenche le signal pour prévenir le pilote de l'achèvement du déblayage.

Chaque fois que les messages de confirmation sont reçus (par ex. "confirmer la vitesse assignée") il propose automatiquement la réponse au pilote. C'est vrai pour les deux données actuelles (par ex. l'altitude, la vitesse, la route ...) ou les données prévues (par ex. l'altitude, la vitesse, le cap...)

Les routes demandées ou les écarts sont traités par le FMS. Une fois préparé dans F-PLN secondaire, une demande de trajet est envoyée par le FMS à l'ATSU/DCDU avant d'être envoyé.

De même dès qu'un écart de trajet (ou le fait d'une déviation proposée par l'AOC) est reçu, il est chargé dans le FMS, qui admet ou rejette ce nouveau cheminement. Les raisons pour un refus (par exemple un waypoint n'appartient pas la base de données) sont indiquées aux pilotes ainsi il peut résoudre le problème. La coordination et l'échange de F-PLN entre l'ATC, l'AOC et l'avion est traité avec le FMS.

II.4.3. Interface avec le MCDU :

Cette interface est utilisée pour :

- Valider l'application AFN.
- Valider l'application d'activation /désactivation de l'ADS et le mode de sélection.
- Valider l'activation CPDLC pour l'activation /activation de l'ATC, la sélection de menu ATC, la génération des messages, l'entrée des paramètres et l'affichage des messages.
- Les applications AOC accueillis pour valider le menu de sélection AOC, l'affichage de l'information spécifique AOC (messages AOC reçues ,les messages bloc note...)et les paramètres entrées par l'équipages(nom de commandant,quantité de carburant...)
- La fonction de communication air/sol pour valider l'affichage de l'information spécifique du router.

II.4.4. interface avec les modes de communication:

Cette interface est reliée avec :

- La VDR3 pour la transmission de données VHF et le contrôle de mode voix/données de la VHF.
- Le SDU pour la transmission de données du satellite SATCOM.
- La HFDR pour la transmission de données HF.
- RMP 1, 2, 3 pour la sélection de mode données/ vocale.

a) Interface avec la VDR 3 :

L'ATSU utilise les services fournis par la VDR 3 pour communiquer avec le sol dans les deux modes données et vocale.

b) Interface avec le SDU :

L'ATSU utilise les services fournis par le SDU pour communiquer avec le sol dans le mode de données.

c) Interface avec l'HFDR :

L'ATSU utilise la HFDR pour communiquer avec le sol dans le mode de données.

d) Interface avec le RMP :

Quand le pilote change la fréquence, un signal est envoyé à l'ATSU puis un autre signal est transmis de l'ATSU vers le RMP pour valider cette fréquence.

II.4.5. Interface avec le FWC (Flight Warning Computer):

Le FWC est utilisé pour produire l'avertissement à l'équipage (alerte sonore et/ou auditive)

- Pour les alertes ATC : L'ATSU manipule cette alerte, quand un message CPDLC est reçu, il envoie un signal à FWC pour alerter l'équipage.
- La même chose se passe en cas d'un message arrivant de l'AOC.

Dans le cas d'un mauvais fonctionnement de l'ATIMS ou l'un de ses interfaces, le FWC affiche un avertissement sur l'EWD (Engine and Warning Display).

II.4.6. Interface avec l'horloge :

L'horloge fournit à l'ATSU l'heure et la date UTC (Universal Time Clock).

II.4.7. Interface avec le CMC (Central of Maintenance Computer):

Les rapports de pannes sont centralisés dans le CMC et ce dernier les envoie à l'AOC à travers le réseau ACARS.

L'ATSU est relié avec le CMC dans un contexte de maintenance, en cas de panne sur l'un des composants de l'ATIMS, le CMC envoie ce rapport à l'AOC et à son tour prend en charge les procédures de maintenance.

II.4.8. Interface avec le MDDU (Multi Disk Drive Unit) :

Le MDDU est un chargeur de bord, l'ATSU l'utilise pour charger ses logiciels (dans les autres avions on utilise un chargeur portable)

II.4.9. Interface avec l'imprimante :

L'imprimante permet à l'équipage d'imprimer à n'importe quel moment les messages arrivés de sol, si elle est opérationnelle, une étoile est affichée près de l'ordre de caractère sur le menu MCDU.

II.4.10. Interface avec le LGCIU :

Le LGCIU est l'unité qui indique si l'avion est au sol ou en vol, il envoie trois signaux séparés l'un pour l'ATSU l'autre pour le DCDU 1 et le troisième pour le DCDU 2. Et cela permet à l'ATSU de savoir quel est le mode qu'il utilise.

- Un signal de terre indique que l'avion est au sol.
- Un signal ouvert indique que l'avion est en vol.

II.4.11. Interface avec l'ATC MSG :

L'ATC MSG alertent l'équipage de l'arrivée d'un message par un son ressemblant à un ring de téléphone et avec un clignotement, et cela s'arrête en appuyant sur l'un des boutons d'ATC MSG ou en répondant au message.

II.4.12. Interface avec le GPS (Global Positioning System):

Le GPS envoie à l'ATSU l'heure UTC et envoie au sol la position de l'avion, l'altitude...

II.4.13. Interface avec le DMC (Disk Multi Control):

Le DMC gère tout les écrans car il transforme le signal reçu en écriture affichée sur ce dernier.

II.5. Fonctionnement de l'ATIMS :

II.5.1. Cas d'un message UPLINK (liaison de données montante) :

On choisit la transmission par le mode VDL3, le message passe par les étapes suivantes :

- Le message sera préparé puis envoyé de la station sol.
- Le message est envoyé par le mode VDL 3 sous forme d'un signal.
- La réception du message par l'antenne VHF.
- La transmission de ce dernier vers le module VDL.
- Le message sera envoyé à l'ATSU.
- L'ATSU de son tour envoie un signal à l'FWC et envoie ce message au DMC.
- Le FWC envoie une alerte à l'ATC MSG pour informer l'équipage qu'un message sol est arrivé.
- Le DMC gère le message arrivé sous forme d'un signal il le rend sous forme d'écriture et il l'envoie au deux DCDU.

Ces procédures sont transparentes au pilote, il reçoit que l'alerte des deux ATC MSG et l'affichage direct de message sur le DCDU.

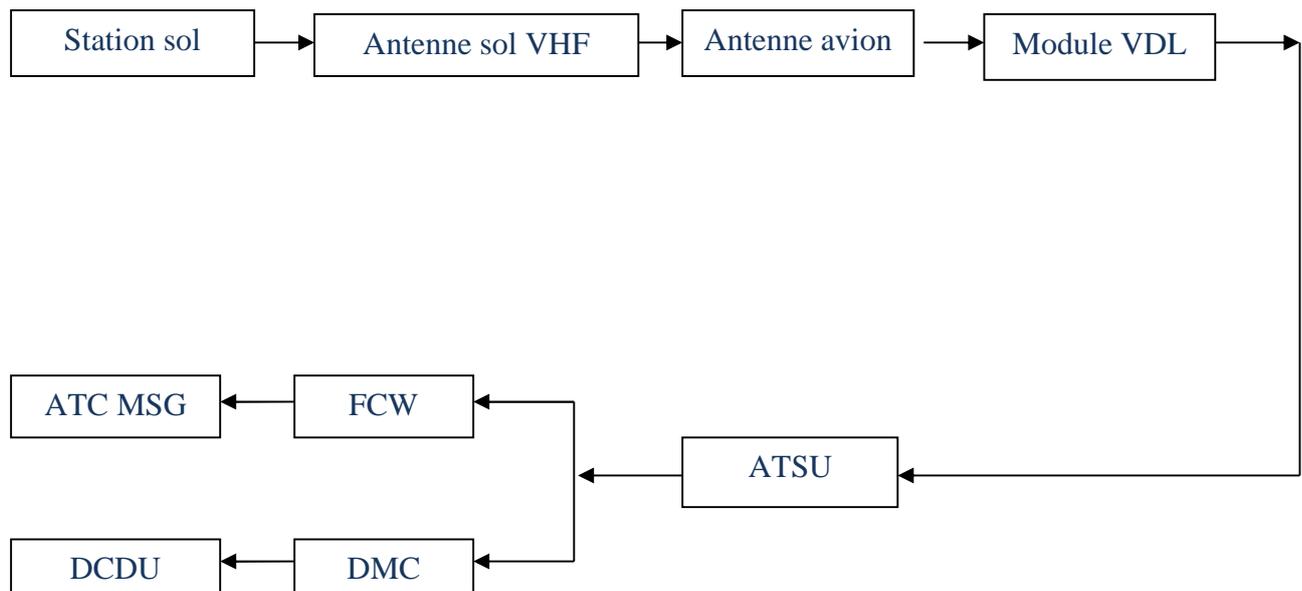


Figure II.7. Schéma synoptique représentant une transmission de liaison de données montante

II.5.2. Cas d'un message DOWNLINK :

Dans le cas où on choisit le SATCOM comme un mode de transmission,

Après la lecture du message par l'équipage, une réponse sera transmise soit en répondant directement en utilisant le DCDU (réponse directe tel que WILCO INABLE,...) ou en utilisant le MCDU (cas des justifications et des free text,...). Et dans ce cas le message passe par les étapes suivantes :

- Le message sera préparé dans le MCDU et envoyé au DCDU.
- L'équipage envoie le message, il sera transmis à l'ATSU.
- À son tour elle l'envoie au DMC pour le rendre sous forme d'un signal.
- Puis il sera transmis au SDU, puis à l'antenne SATCOM de l'avion.
- Il sera transmis au satellite de communication SATCOM qui se trouve dans l'espace.
- Ce dernier l'envoie à la station sol de SATCOM (GES).
- Puis il sera transmis à la station sol (AOC ou ATC).

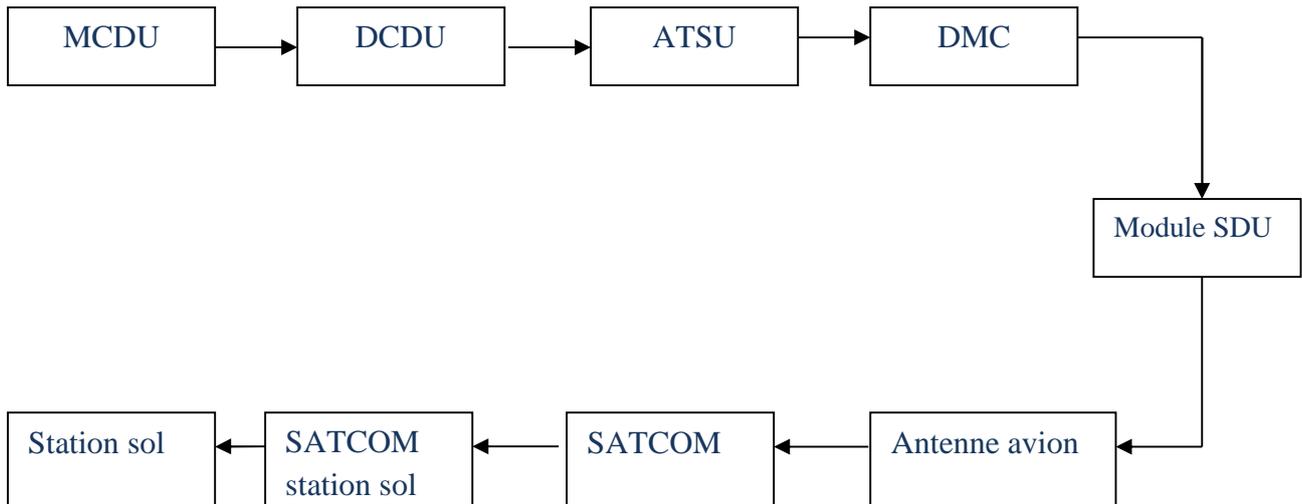


Figure II.8. Schéma synoptique représentant une transmission de liaison de données descendante

II.6. Fonctionnement opérationnel:

Comme déjà expliqué les parcours du FANS sont, et seront, ouvertes régionalement, basées sur la disponibilité des équipements sol et les technologies. Au début des opérations du FANS, des procédures opérationnelles seront définies pour chaque région (ex : pacifique, océan indien et baie du Bengal). Depuis l'année 2004, des procédures opérationnelles ont été normalisées grâce à l'expérience rapportée de la région pacifique. Pour cela, la plupart des régions du monde entier reliées au FANS 1/A se sont jointes à des mouvements normalisés pour publier le FOM (FANS 1/A Operations Manual), qui est basé sur le POM (Pacific Operations Manual). Pour le NAT aérien, des procédures opérationnelles sont restées décrites dans le Guidance Material pour les services de liaison de données d'ATS dans le Nord Atlantique aérien.

II.6.1. La phase pré vol:

Chaque vol est sous la responsabilité du commandant, il doit assurer une formation en vue d'une qualification de l'équipage et le fonctionnement du FANS.

II.6.1.2. Remplissage du plan de vol OACI :

La capacité du CNS/ATM de l'aéronef va être signalé quand le remplissage du plan de vol d'OACI. Une lettre codée est définie pour cette information.

II.6.1.3. Les vérifications du pré-vol:

Avant le départ de l'avion, l'équipage vérifie que les points suivants sont inclus dans ces vérifications :

- La disponibilité de GPS,
- Le calage du temps d'UTC,
- La capacité de RNP,
- La disponibilité de communications de Liaison de données (par ex. SATCOM noté),
- L'initialisation de systèmes de liaison de données (sur la page COMM INIT de l'MCDU):

Si la liaison de données doit être utilisée en un temps court après le départ, la fonction ATS (Facilities Notification AFN) devra être accomplie pour le décollage. Comme une règle générale, il faut noter que **l'AFN devrait être accompli 15 à 45 minutes avant d'entrer dans l'espace aérien CPDLC/ADS. Voir la figure II.9**

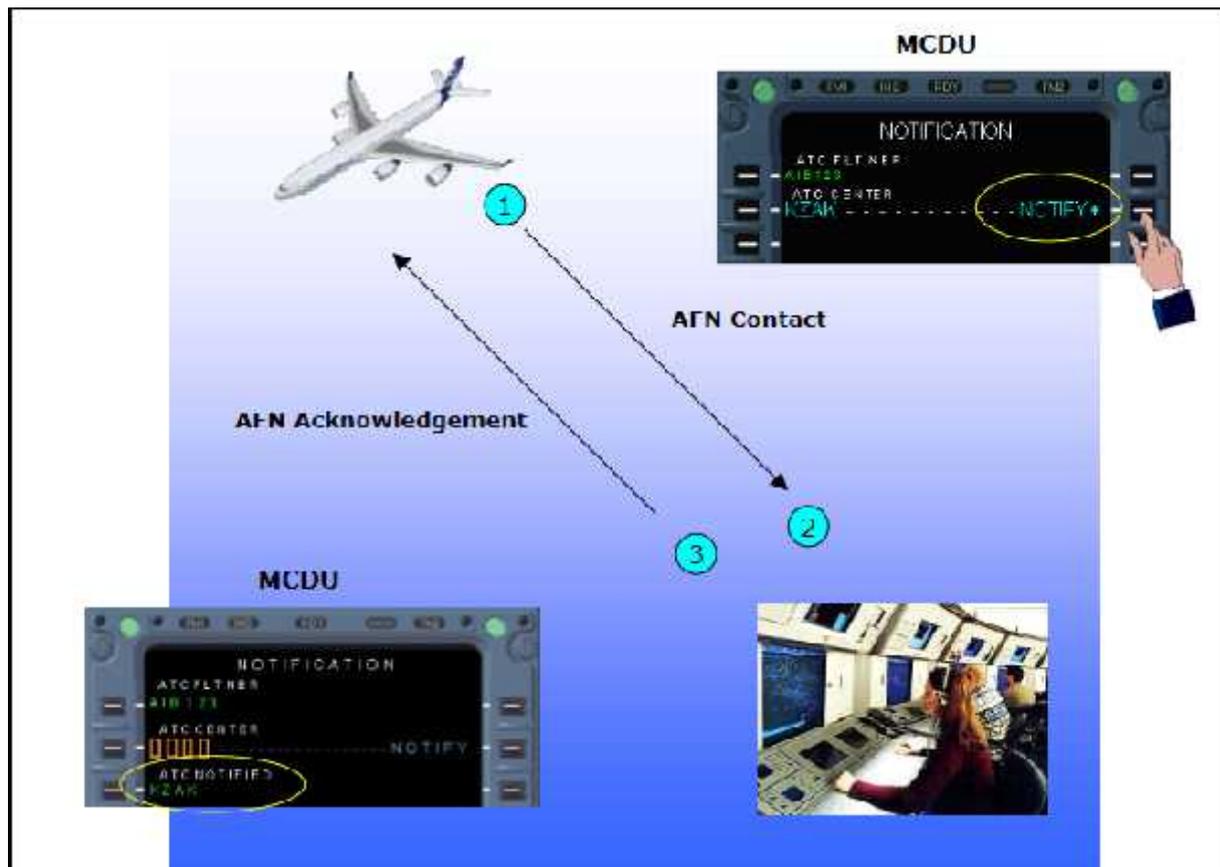


Figure II.9 Procédure de l'AFN.

II.6.2. Les procédures de CPDLC:

II.6.2.1. La connexion de CPDLC :

Une fois l'opération d'AFN a été réalisée avec succès (le code de 4 lettres est énuméré dans la section NOTIFICATION de l'ATC sur la page de NOTIFICATION MCDU pour les avions A320/A330/A340), le centre d'ATC peut lancer une connexion CPDLC.

Pour l'établissement de connexion, le système sol/avion échangent deux messages : **connection request** et **connection confirm**. Pendant cet échange, aucune action d'équipage n'est exigée.

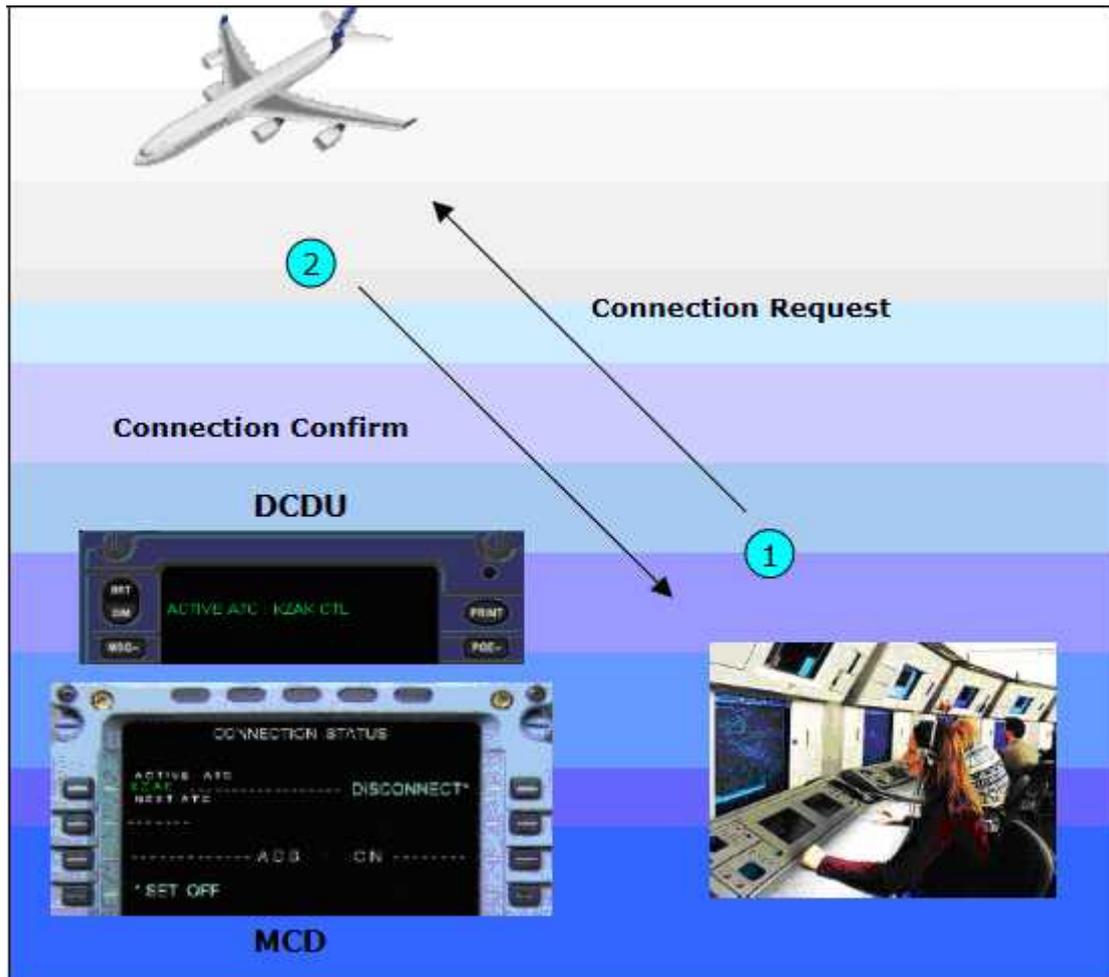


Figure II.10. La connexion CPDLC

Les vérifications sont automatiquement faites par l'ATSU (respectivement les applications d'ATC) pour valider ou rejeter la connexion :

- La connexion est acceptée si aucune connexion précédente n'existe déjà,
- La connexion est acceptée si elle est relative aux liaisons de données d'ATC qui suivent pour contrôler l'avion.
- La connexion est rejetée dans tous les autres cas.

Note : La ligne ATC ACTIVE sur le MCDU (respectivement MFD) est consacrée à l'état de connexion CPDLC. Quand la connexion CPDLC a été établie, ATC actif est indiqué tant sur DCDU que sur MCDU (respectivement la boîte aux lettres d'ATC et MFD).

II.6.2.2. Transfert de connexion de CPDLC :

a) La notification de transfert à l'ATC suivant :

Pour informer l'avionique d'avion (c'est-à-dire. ATSU ou les applications d'ATC) qu'un transfert de contrôle sera fait, l'actuel ATC actif envoie un message NDA (Next Data Authority) à l'avion.

C'est le seul moyen pour l'ATSU (respectivement les applications d'ATC) pour prendre conscience d'accepter la connexion avec le centre d'ATC suivant.

Une fois le message NDA reçu, l'avion attend la connexion avec le centre d'ATC suivant.

Figure II.9 représente la notification de transfère d'ATC .

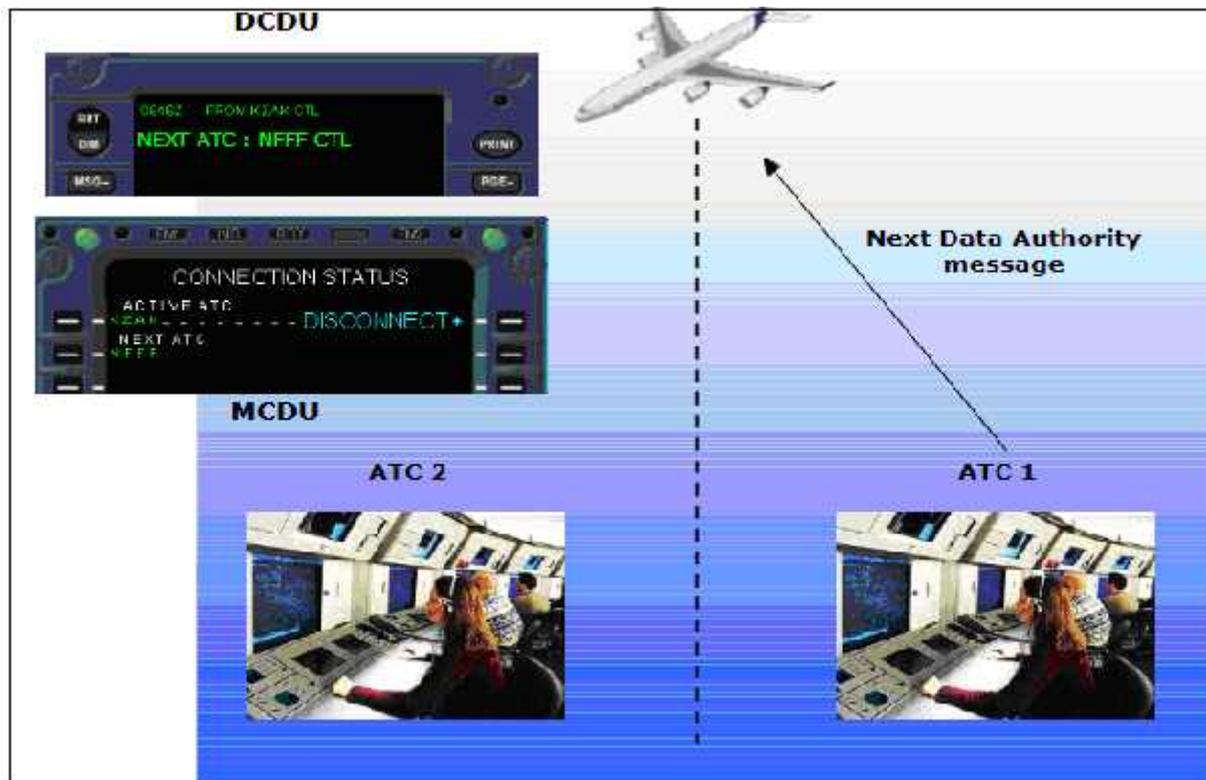


Figure II.11. Notification de transfere d'ATC

b) Transfert pour un prochain ATC :

Un transfert d'une Autorité de Données à la suivante est d'habitude fait automatiquement et reste transparent à l'équipage.

Le transfert automatique à l'ATC suivant est fait par un Processus d'Expédition d'Adresse.

Le but de ce dernier est d'envoyer l'adresse d'ATC suivant à l'avionique d'avion.

- **Procédures de transfert automatisées sur le côté avionique**

L'ordre suivant d'échange de message devrait être lancé par le premier ATC environ 30 minutes avant le temps estimé à la limite de FIR. L'équipage ignore cet échange.

- Premier ATC envoie le message consultatif à un contact d'AFN à l'avion.
- L'avion reconnaît ce message et envoie un message de contact d'AFN à l'ATC suivant.
- Ce second ATC reconnaît la demande par un message FN_ACK.
- L'avion envoie le message (FN_COMP) Complet à un AFN au premier ATC, pour l'informer de l'achèvement de l'AFN.
- A ce stade, deuxième ATC lance une connexion CPDLC.

Pour la résiliation d'une connexion, le message d'END SERVICE est utilisé. Jusqu'à ce que ce message END SERVICE soit reçu par l'ATC, l'ATSU (respectivement les applications d'ATC) supporte deux connexions CPDLC :

- Une connexion active avec l'Autorité de Données Actuelle
- Une connexion passive avec l'Autorité de Données Suivante.
- **Procédures de transfert dans le cockpit**

Dans les circonstances normales, la connexion CPDLC devrait être établie avec l'ATC suivant avant la résiliation de la connexion CPDLC avec l'ATC actuel.

Le processus du transfert de connexion CPDLC est accompli avec le MONITEUR et les éléments de message d'END SERVICE.

Ces éléments de message devraient être envoyés après la réception du dernier rapport de position avant de croiser la limite de FIR; mais pas moins de **5 minutes** avant la borne de FIR. Ce la permettra à la connexion ATC suivante de devenir actif quand l'avion traverse la borne de FIR.

Si le centre d'ATC suivant n'a pas été raccordé à l'avion au moment de la réception du message « END SERVICE », l'avion est laissé sans aucune connexion.

À la réception du message END SERVICE, l'ATSU (respectivement les applications d'ATC) débranche l'Autorité de Données Actuelle. La connexion de l'Autorité de Données Suivante de CPDLC devient alors active.

Trois méthodes peuvent être utilisées pour établir une connexion avec le prochain ATC.

Méthode 1 : Le centre d'ATC actuel envoie au MONITEUR de l'équipage et les éléments de message de FIN DE SERVICE dans un message de liaison de données montant simple.

Quand l'équipage envoie WILCO comme une réponse au message de multiélément, l'ATSU (respectivement les applications d'ATC) débranche la connexion avec le centre d'ATC actuel. Donc, le message de multiélément devrait être reçu intégré pas plus de 10 minutes avant le point de transfert de fréquence.

Méthode 2 : Le centre d'ATC actuel envoie au MONITEUR d'équipage et les éléments de message d'END SERVICE dans les messages de liaison de données montants séparés.

L'équipage envoie WILCO comme une réponse à l'instruction CONTRÔLE/CONTACTE.

Le centre d'ATC actuel envoie le message d'END SERVICE tout de suite après la réception de la réponse WILCO.

Méthode 3 : Le centre d'ATC actuel au MONITEUR et les éléments de message d'END SERVICE dans les messages de liaison de données montant séparés.

L'équipage envoie WILCO comme réponse à l'instruction CONTRÔLE/CONTACTE. Une fois la réponse WILCO est reçue au sol et pendant que l'avion s'approche de la limite de FIR, le centre d'ATC actuel envoie le message d'END SERVICE.

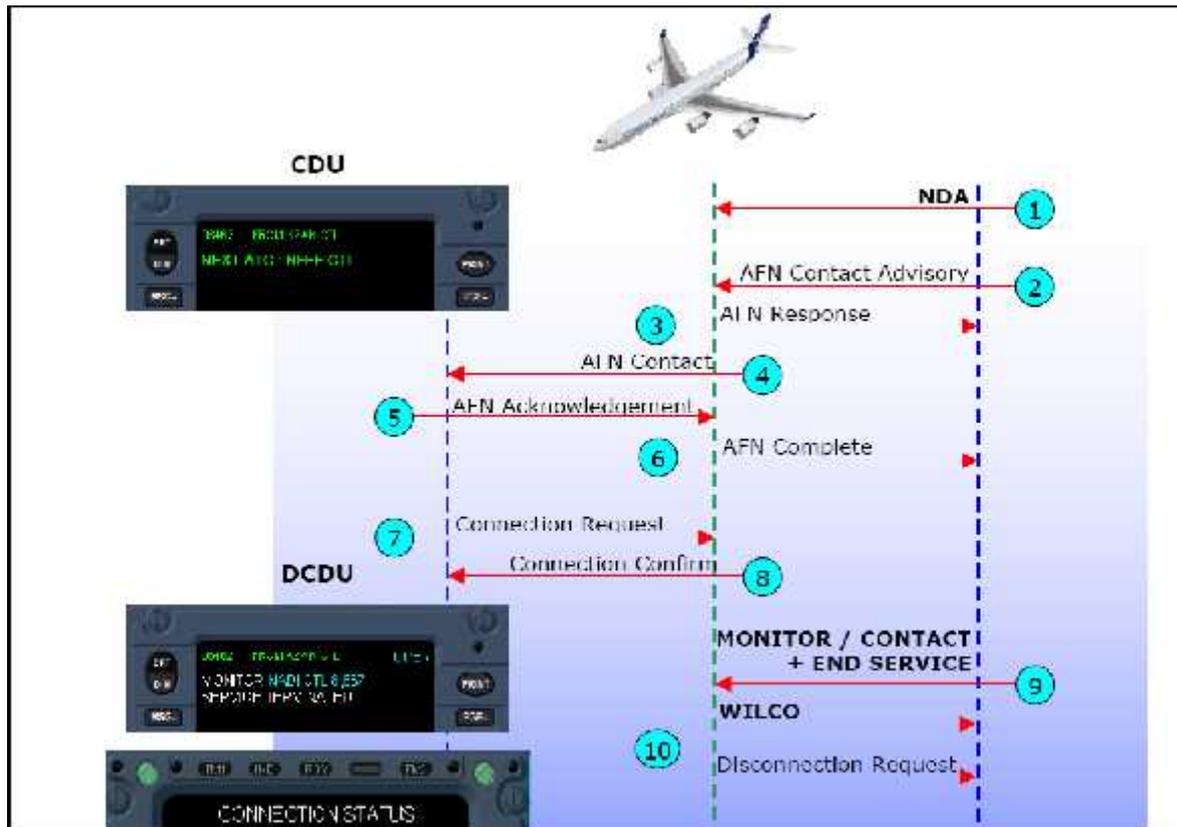


Figure II.12. Transfert à un autre ATC

II.6.2.3. Les cas anormaux au moment du transfert de connexion :

a) La non livraison du NDA :

Si la livraison de NDA n'a pas été réussie, l'ATC actuel devrait réessayer d'envoyer un autre message NDA. Si la tentative est aussi infructueuse, l'ATC actuel donnera l'ordre à l'équipage d'exécuter une notification d'AFN manuelle au centre d'ATC suivant après que la connexion de CPDLC actuelle a été terminée. Dans ce cas-là, le message d'END SERVICE n'est pas exigé vu que l'équipage est instruit pour débrancher l'ATC actuel.

Le vocal ou CPDLC peuvent être utilisés pour cette instruction. La phraséologie suivante est recommandée :

Contrôleur : CONTACT

Select ATC COM OFF then logon to (ATC ICAO code de 4 lettres).

(Note: Si cela se fait à travers CPDLC, ce dernier élément va être un free text)

Le Pilote : WILCO

Pour choisir ATC Com éteint, choisissez la fonction DÉBRANCHE dans la page de CONNETION STATUS sur MCDU (respectivement MFD).

- Le Choix ATC Com éteint déconnectera l'ATC à transférer.
- Le fait de connecter l'ATC choisi lui permettra d'exécuter une connexion CPDLC.

Une telle procédure est lancée par le transférant ATC en s'approchant de la limite de FIR.

b) La non livraison de l'END SERVICE:

Il se peut trouver que la résiliation automatique de la connexion CPDLC échoue (par ex. le message d'END SERVICE n'est pas livré à l'avionique). Dans ce cas, l'ATC devrait renvoyer un message d'END SERVICE. Si cette tentative est aussi infructueuse, l'ATC devrait donner l'ordre à l'équipage d'exécuter une séparation manuelle (c'est-à-dire. La fonction de SEPARATION de la page de CONNECTION STATUS) et à manuellement le passage à l'ATC suivant.

La phraséologie vocale sera :

Contrôleur : Chose ATC Com off and change the level [code de 4 lettres sur ATC OACI].

Pilote : Roger

c) Le transfert de connexion automatique non réussi:

Le transfert de CPDLC peut se produire après que l'avion dépasse le point de transfert de FIR. L'ATC notifie alors à l'équipage avec le free text TIME OF TRANSFER de CPDLC .

Si l'avion traverse la limite de FIR avant le temps notifié dans le free text, la position qui marque la limite sera envoyée à l'ATC avec la connexion active. Si le transfert de CPDLC n'est pas accompli au moment indiqué dans le texte libre, l'équipage est autorisé à débrancher manuellement l'ATC actuel et débiter la connexion à l'ATC suivant.

Si la connexion CPDLC avec l'ATC actuel n'est pas terminée au temps attendu (c'est-à-dire avant la position ou le temps indiqué dans le message CONTACTE/SURVEILLE), l'équipage

envoyera le rapport de position CPDLC à l'ATC actuel. Ce rapport de position CPDLC devrait inciter le contrôleur ATC à terminer la connexion.

Si le message d'END SERVICE n'est pas reçu au cours de trois minutes après que le rapport de position CPDLC a été envoyé, l'équipage devrait manuellement débrancher l'ATC actuel et devrait s'adresser à l'ATC suivant.

II.6.2.4. END SERVICE:

Une connexion CPDLC avec un centre d'ATC est, usuellement, terminée une fois que ce centre a envoyé message d' END SERVICE à l'avion. Ce message est envoyé dès que tous les messages préparatoires pour le transfert automatique ont été échangés. Il est envoyé juste avant la limite de FIR. La séparation est faite automatiquement et n'exige pas d'actions du pilote dans les circonstances normales.

Pour les cas suivants, l'avionique terminera les connexions établies. Dans les deux cas, un message d'erreur est envoyé aux deux centres d'ATC ainsi que la déconnexion se produit avec les deux centres d'ATC :

- Quand n'importe quel message de liaison de données montante reste ouvert et l'avion reçoit un message d'END SERVICE.
- Quand l'élément 'END SERVICE' fait partie d'un message de multiélément de liaison de données montante où aucun des éléments n'exige la réponse MESSAGE REÇU.

Si un message de liaison de données descendant reste ouvert quand l'avion reçoit un message d'END SERVICE, l'avionique fermera le message et terminera la connexion CPDLC avec l'ATC actuel. Cela n'affectera pas la connexion CPDLC avec l'ATC suivant.

II.6.2.5. Les recommandations pour l'échange de message CPDLC :

On donne une liste de tous les messages de liaison de données montant/descendant contenus dans le système CPDLC.

a) Utilisation et le contexte de message :

- **Les codes de couleurs :**

Le code des couleurs suivant est utilisé pour le DCDU :

- Le titre est toujours affiché en **VERT**.
- Les messages descendant sont affichés avec le texte en **BLANC** et les paramètres principaux sont accentués en **CYAN**.
- Les actions exécutées sont toujours en **VERT**.
- La configuration ou l'échec exigeant l'attention mais aucune action immédiate n'est affichée en **AMBRE**.
- LA VIDÉO NORMALE est utilisée pour la liaison de données montante.
- LA VIDÉO CONTRAIRE est utilisée pour la liaison de données descendante.

- **Réponses habituelles**

On peut directement répondre à la plupart des dégagements (autorisations) les touches appropriées sur le DCDU (en respectant la boîte aux lettres ATC). Selon les règles (autorités) internationales recommandées, l'une des 5 réponses qui soit la plus proche doit être utilisée comme approprié : **WILCO, ROGER, AFFIRME, INCAPABLE, NÉGATIF**. Il est alors important que l'équipage soit entièrement conscient de la signification exacte et les implications de ces réponses. Ce qui suit nous donne la signification officielle de ces éléments de messages :

WILCO : Ce message de liaison satellite-terre dit au contrôleur que le pilote se soumettra entièrement au dégagement/instruction contenu dans le message de liaison terre-satellite associé.

UNABLE : Par cela la liaison terre-satellite ou le message de liaison satellite-terre, le pilote ou le contrôleur informent/sont informé que la demande (s) contenue dans le message associé ne peut pas être observée. S'il est utilisé pour répondre à un message multi-élément (la liaison montante ou descendante), cela signifie qu'au moins un des éléments ne peut pas être

observé; donc, le message entier est rejeté, même si quelques éléments pourraient être acceptés.

STANDBY : Par cela la liaison sol-satellite ou le message de liaison satellite-terre le pilote ou le contrôleur sont informés que la demande est évaluée et il y aura un retard à court terme (dans 10 minutes). L'échange n'est pas fermé et on répondra à la demande quand les conditions les permettront.

ROGER : Par cela la liaison sol-satellite ou le message de liaison satellite-sol informe le pilote ou le contrôleur que le contenu du message associé a été reçu et compris. ROGER est la seule réponse correcte à n'importe quelle liaison sol-satellite de message free text. ROGER ne sera pas utilisé au lieu d'AFFIRM.

AFFIRM : Que sa soit la liaison satellite-sol ou la liaison sol-satellite, OUI est la réponse appropriée à la liaison sol-satellite, le message lié de demande de négociation (par exemple can you accept FL 350 at ALCOA ?).

NEGATIVE : La liaison sol-satellite ou la liaison satellite-sol, le NÉGATIF est une réponse appropriée et ne signifie pas la liaison sol-satellite le message lié de demande de négociation (par can you accept FL 350 at ALCOA ?).

- **Réponses ordinaires**

- **ACK (ATS 623 Départ et déblayages Océaniques seulement)** : ACK représente la reconnaissance. Ce message de liaison de données descendant signifie que l'équipage a reçu le départ ou le déblayage océanique contenu dans le message de liaison de données montante associé. Une confirmation ATC devrait suivre.

- **REFUSE (ATS 623 Departure et déblayages Océaniques seulement)** : Ce n'est pas un message de liaison de données descendant. Selon les spécifications d'AEEC623 un départ ou déblayage océanique ne pourra pas être refusé par la liaison de données. L'équipage doit revenir à la procédure vocale. En choisissant l'option REFUSE sur DCDU (respectivement la boîte aux lettres d'ATC), un rappel pour une réversion vocale est déclenché pour l'affichage.

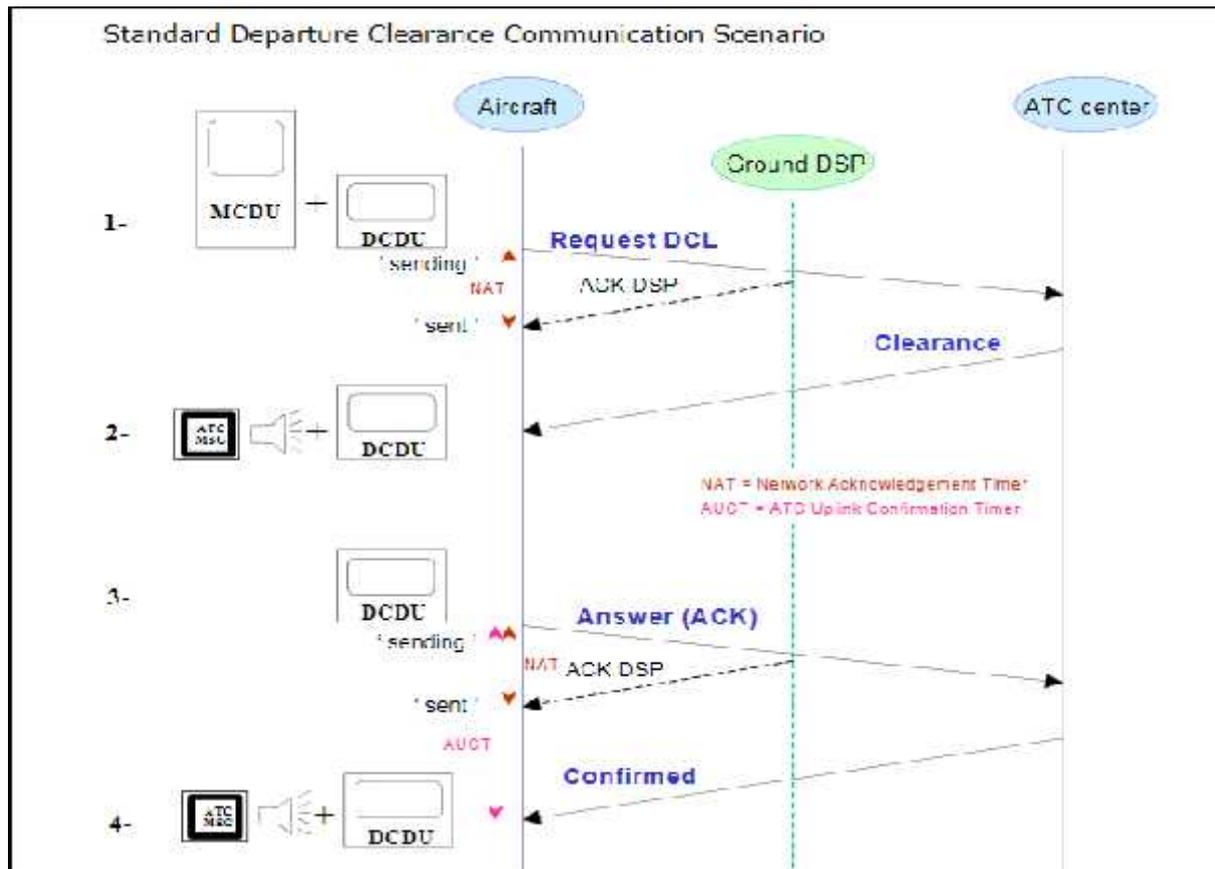


Figure II.13 Déblayage de départ

- 1. Demande de Departure Clearance :** La demande de DEPARTURE CLEARANCE est préparée sur le MCDU, et affiché sur le DCDU et envoyé au sol.
- 2. Réception de Departure Clearance:** un déblayage de liaison de données montante est reçu : les avertissements auditifs et visuels sont activés et le message est affiché sur le DCDU.
- 3. Collationnez le Deaparture Clearance :** si le pilote accepte le déblayage, il choisit la réponse d'ACK proposée sur le DCDU et l'envoie au sol.
- 4. Confirmation de Departure Clearance:** le sol confirme que la reconnaissance pour ce déblayage a été reçue, c'est affiché sur le DCDU.

Si l'équipage préfère de refuser le déblayage reçu (le pas 3), donc aucun message de liaison de données descendant n'est envoyé à la terre et cela doit être fait par le contact vocale : c'est indiqué sur le DCDU quand le REFUSE est choisie.

- **Signification d'autres messages :**

-DISREGARD: Ce message de liaison de liaison sol-satellite signifie que la liaison de liaison sol-satellite précédente sera ignorée. DISREGARD ne devrait pas se référer à une instruction ou à un dégagement (une autorisation). Un autre élément sera ajouté pour se clarifier quel message doit être reconnu.

-CONFIRM: Le paramètre présent (par exemple la position, l'altitude, vitesse ...) est attendu par le contrôleur chaque fois que CONFIRM XXXX est utilisé. Le DCDU proposera automatiquement à l'équipage une réponse au message. L'envoi de cette réponse est fait directement sur le DCDU. Si l'équipage n'est pas satisfait de la réponse proposée, il pourrait être alors modifier avant l'envoi.

-CONFIRM ASSIGNED: Le paramètre actuellement assigné (par exemple l'altitude, la vitesse, l'itinéraire) est attendue par le contrôleur chaque fois que CONFIRM ASSIGNED XXXX est utilisé.

Conclusion :

Le FANS représente une solution potentielle au besoin croissant d'un système de navigation aérienne avec une plus grande capacité. Si tous les éléments du système ont été mis en œuvre, les opérateurs s'attendent à la réduction de carburant et de temps, donc une augmentation de charge utile et de fret ; les améliorations possibles d'opérations résultante du FANS réduit l'espace entre les avions.

III.1. Définition de la maintenance :

L'entretien d'un aéronef peut être défini comme étant l'ensemble des actions destinées à maintenir ou remettre l'aéronef ou certains de ses éléments en état d'être exploiter normalement.

III.2. Les objectifs de la maintenance :

a) La sécurité :

C'est une exigence réglementaire et aussi commerciale, l'aéronef doit au cours du temps conservé les caractéristiques de navigation défini et approuvées sa certification, de plus, il est évidant dans un accident ou une série d'accident peut nuire à l'image de marque d'un transporteur et d'un constructeur.

b) La disponibilité :

Un aéronef représente un investissement couteux. Une compagnie aérienne, donc, recherche des taux d'utilisation élevés pour cela un aéronef de transport doit être en état d'accomplir sa mission au moment voulu. Le retard ou annulation d'un vol constitue non seulement une perte directe pour la compagnie mais nuire peut, aussi, à son image auprès des voyageurs.

Exemple :

Un retard technique : un système ou un équipement est en panne.

Un système = ensemble des équipements.

Un retard extérieur : trafique aérien, météo, passager ...

c) Le coût :

Assurer la sécurité et la disponibilité au moindre coût.

Le coût du carburant ne doit pas excéder 30% de la somme générée par la vente des billets

Pour minimiser le coût d'entretien il faut trouver le meilleur compromis économique possible entre les deux premiers objectifs et le troisième pour répondre à la satisfaction des exigences réglementaires en matière de sécurité et de régularité.

III.3. Les différents types de maintenance

a) Maintenance programmée

C'est l'ensemble des opérations destinées à maintenir ou remettre l'aéronef ou certains de ses éléments en état d'être exploité normalement.

Elle est effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un équipement, pièce...

La prévention doit permettre d'éviter les pannes, en cours d'utilisation, par une intervention de maintenance prévue (visite), présentée et programmée.

b) Maintenance non programmée

La maintenance non programmée est l'ensemble des opérations ayant pour objectifs de remédier (corriger) les avaries ou les anomalies survenues en fonctionnement, en d'autres termes, c'est la remise en état de l'avion après détection d'une défaillance.

III.4. Etapes de dépannage

- Signalisation par l'équipage (panne), ATL (Aircraft Technical Log),
- Recherche de panne,
- Dépose \ montage,
- Test de bon fonctionnement,
- Compte rendu,
- Remise de l'avion à l'exploitation.

III.5. Organigramme des étapes de dépannage

Ces étapes sont exprimées sur l'organigramme ci-dessous :

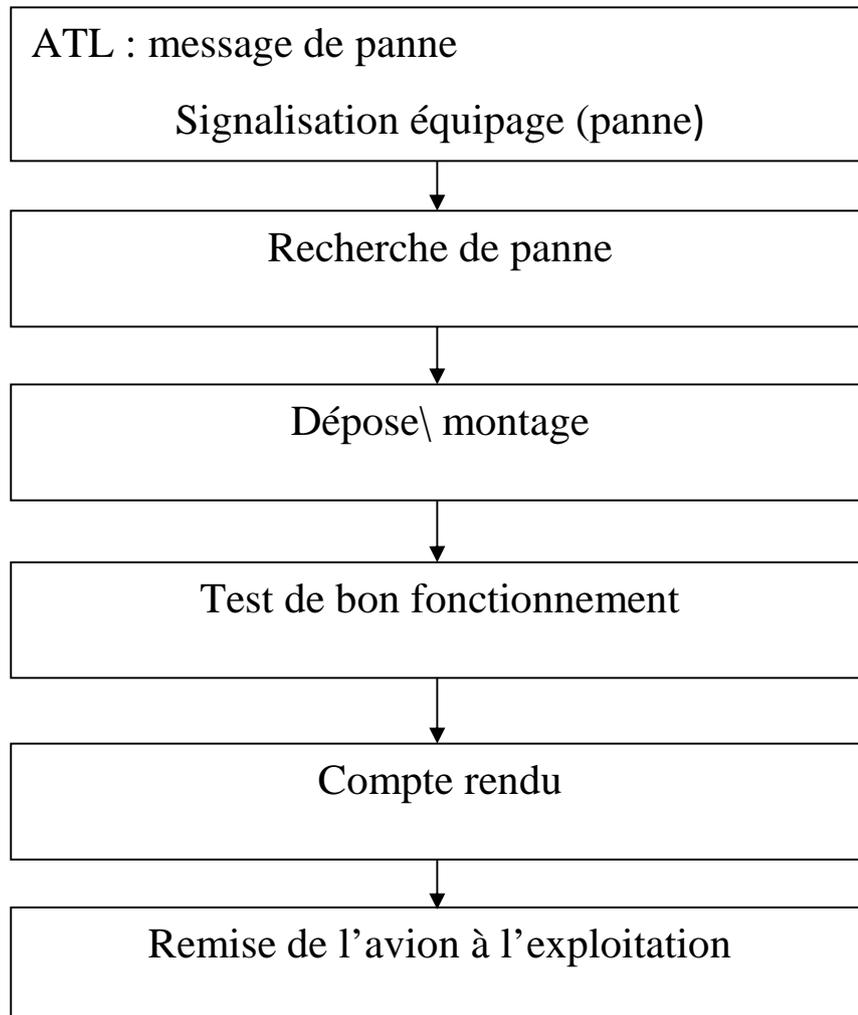


Figure III.1 Organigramme des étapes de dépannage

III.6.Philosophie de maintenance :

III.6.1. Généralité

La philosophie de maintenance est basée sur l'utilisation d'un Système Central de Maintenance (CMS). L'objectif de ce système est de fournir un moyen économique, efficace et facile à utiliser pour maintenir les systèmes d'avion en exploitation. Pour le faire, le CMS surveille directement et identifie les fautes du LRU (Line Replaceable Units) dans les systèmes d'avion et les accessoires identifiés comme défectueux par l'équipe de maintenance. C'est, essentiellement, accompli par l'analyse de tous les événements à partir du cockpit qui sont enregistrés par les différents systèmes de surveillance de l'avion.

Le CMS tient aussi compte d'un objectif important de la maintenance en Line qui doit éviter les déposes non justifiées d'équipements. Pour ces raisons le CMS fait une analyse détaillée pour identifier le LRU responsable; cela permet, aussi, de confirmer que la cause était vraiment en raison d'une défaillance du matériel et non pas une faute intermittente.

Pour accomplir son but, le CMS a plusieurs fonctions importantes que résumons :

- Un PFR (Post Flight Report) qui est imprimé à la fin de chaque vol. Le PFR permet l'association des avertissements d'ECAM et les messages de maintenance CMS.
- L'utilisation directe des messages de maintenance qui identifient le LRU défectueux.

Les messages donnent une pénétration dans l'architecture de signal défectueuse et la mesure de la faute (la reconnaissance d'échec de matériel).

- L'approche facile à utiliser aux épreuves des systèmes d'avion. Les objectifs de l'épreuve et les résultats sont logiques et conséquents pour tous les systèmes.

III.6. 2.Message de maintenance

Un message de maintenance est généré par le BITE (Built In Test Equipment) du système à chaque fois qu'une panne est détectée et identifiée. Elle est mémorisée dans la mémoire du BITE.

Un message de l'entretien doit indiquer, aussi précisément que possible, l'élément remplaçable en ligne (LRU- Line Remplaçable Unit) défectueux.

Chaque message est limité à un maximum de 48 caractères dans 2 lignes de 24 caractères. Il peut être composé d'une ou plusieurs parties, tout dépend du nombre de LRU défectueux.

Pour l'identification des accessoires suspects, les ATA (Air Transport Association of America) donnent un code (6 chiffres). Même si le message (LRU suspect) est composé de plusieurs parties, seulement un élément suspect pourrait être défectueux.

III.7.Philosophie de TSM

La philosophie du TSM est de permettre la détection de toutes pannes probables d'avion. Cela inclut des conseils pour le problème en se basant sur des pannes contrôlées et affichées par les systèmes d'avion. Les systèmes d'incidents non contrôlés par l'avion sont aussi couverts. Une description de types de fautes contrôlées et de fautes non-contrôlées fréquents est donnée dans le paragraphe suivant.

III.7.1.Comment utiliser le TSM

III.7.1.1. Types de fautes

Dans le TSM, il y a deux types fondamentaux de fautes : fautes contrôlées et fautes non-contrôlées. Les fautes contrôlées sont celles qui sont surveillées et affichées par les systèmes d'avion (surtout ECAM et CMS). Les fautes non-contrôlées ne sont pas généralement affichées par les systèmes d'avion et peuvent être d'une nature générale, comme le Nez le palier des portes pour bouger de matériel ralentit.

a)Fautes contrôlées

- Avertissements d'ECAM
- Drapeaux d'EFIS
- Avertissements LOCAUX
- Messages de faute de CMS.

b) Fautes non-contrôlées

- Observations du personnel navigant ou de maintenance.

Tous ces types de fautes sont utilisés comme les points d'entrée dans le TSM sous les titres donnés ci-dessus et sont résumés dans l'index appropriés.

III.7.1.2. Entrée dans le TSM

La recherche de panne est lancée par l'équipe de maintenance suite à un rapport de mal fonction. Le TSM peut alors être entré avec la faute à le Symptômes de Faute, l'Index d'Avertissements/Mauvais fonctionnements, ou l'Index de Messages de Faute CMS - selon le type de faute.

De ces pages le conciliateur est dirigé vers les procédures pour isoler la faute.

Trois types de fautes contrôlées (ECAM, EFIS et local) annoncé par l'équipage est d'habitude associé aux messages de faute CMS. L'association d'un avertissement ou un mauvais fonctionnement et un message de faute CMS est donné. Pour ceux-ci les premiers trois ou quatre chiffres de la référence d'ATA donnée sur le PFR sont utilisés pour entrer directement dans les symptômes de faute de chapitre TSM appropriés.

ATA	MESSAGE	SOURCE	CLASSE
22-83-34	Failure of ATSU	ATIMS	1

22-83-34 (ATA - chapitre - sous chapitre)

Figure III.2 Tableau explicatif des informations sur la panne.

Les messages de faute de CMS ne sont pas normalement annoncés par l'équipage et sont utilisés par les équipages de maintenance. Ils peuvent être affichés seuls sans un avertissement associé ou le mauvais fonctionnement, dans le cas où ils peuvent être le point d'entrée pour le trouble shooting concernant la maintenance. L'entrée de TSM est via les symptômes de faute de chapitre TSM appropriés (P. Bloquez 101), l'utilisation de référence d'ATA, ou l'Index de Messages de Faute CMS en utilisant le texte de message.

L'équipage ou les observations de maintenance sont d'habitude une simple faute sans un message de faute CMS associé. L'entrée de TSM est via TSM approprié symptômes de faute de chapitre (P. Bloquez 101) si le système (la référence d'ATA) est connu, ou l'Index d'Avertissements/Mauvais fonctionnements en utilisant le texte de faute.

III.7.2. Exemple de procédures d'utilisation du TSM

Lors d'une panne de l'ATSU affichée sur l'EWD (Figure III.3), le pilote signale cette anomalie sur l'ATL.



Figure III.3 L'affichage de la panne sur l'EWD.

Le mécanicien à son tour consulte cet ATL et commence son dépannage en utilisant la procédure du TSM.

Selon le message affiché, il commence son test sur le système pour déterminer l'endroit de la faille.

L'exemple 1:

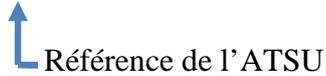
Panne classe 1

ATA	MESSAGE	SOURCE	CLASSE
46-21-00	Failure of ATSU	ATIMS	1

Message : la tache 46-21-00-801-801 panne de l'ATSU

1. Les causes possibles

- ATSU (1TX1)



2.L'information sur le travail à effectuer :

A.Information référencée

REFERENCE	DESIGNATION
AMM 46-21-00-740-801	BITE teste de l' ATIMS
AMM 46-21-34-000-801	Dépose de l'ATSU (1TX1)
AMM 46-21-34-400-801	Installation de l'ATSU (1TX1)

Figure III.4. Tableau démontrant L'information sur le travail à effectuer en cas de panne de l'ATSU

3.Confirmation de la panne

A.Le test

(1)Etablir le test sur BITE de l' ATIMS (test du système) suivant la tache **46-21-00-740-801**

4.Isolation de la panne

A. Si le test donne le message de maintenance ATSU1 (1TX1)

- Remplacer l'ATSU (1TX1)

AMM TACHE 46-21-34-000-801 et AMM TACHE 46-21-00-740-801.

B. Etablir le test donné dans le paragraphe 3.

Message : La tache 46-21-00-740-801 BITE test de l'ATIMS

1.Les raisons de ce travail

Exploitation autonome

2.L'information sur le travail à effectuer

A.Référence de l'information

Référence AMM	Désignation
24-41-00-861-801	Alimenter les circuits électriques de l'aéronef depuis l'énergie externe A
24-41-00-862-801	Eteindre les circuits électriques depuis l'énergie externe A
31-60-00-860-801	Le commencement de la procédure EIS
31-60-00-860-802	L'arrêt de la procédure EIS
34-10-00-860-802	Procédure d'alignement d'IR
45-10-00-860-832	Procédure pour avoir l'accès à la page SYSTEM REPORT/TEST INFORMATION SYSTEM
(Ref. Fig 501/46-21-00-991-005 PAGE 501.1) (Ref. Fig.501/46-21-00-991-005 PAGE 501.2)	
(Ref. Fig.501/46-21-00-991-005 PAGE 501.3)	

Figure III.5. Tableau démontrant l'information sur le travail à effectuer

Pour faire un BITE test de l'ATIMS

3.Le travail à effectuer

Sous carte 46-21-00-861-054

A.Alimenter les circuits électriques de l'aéronef

(Ref. AMM TACHE 24-41-00-861-801).

Sous carte 46-21-00-865-057

B.Mettiez vous sure que ce(s) circuit(s) breaker(s) est (sont) fermé(s) :

Paneau	Désignation	FIN	LOCATION
721 VU	ATSU1 115 VAC PWR SPLY	3TX1	G 09
721 VU	DCDU 1	6TX1	T 20
721 VU	ATSU 1 SWTG	5TX1	T 19
722 VU	DCDU 2	6TX2	R 32

Figure III.6. Tableau démontrant les circuits breakers

Sous carte **46-21-00-860-050**

C. La configuration de la maintenance de l'aéronef

(1)Etablir les procédures pour avoir l'accède à la page SYSTEM REPORT/TEST INFORMATION SYSTEM (Ref. AMM 45-10-00-860-832).

(2)Commencer les procédures de l'EIS (EWD DU, SD DU seulement) (Ref AMM 31-60-00-860-801)

(3)Sur le piédestal central, sur le MCDU1, tourner le BRT knob à la position centre.

(4)Etablir la procédure d'alignement d'IR (Ref. AMM 34-10-00-860-802).

(5)Sur le MCDU, mettiez vous sur que le numéro de vol est affiché sur la page FMGEC INIT.

(6)Si les IR sont alignés totalement, sur le panneau maintenance 285VU, appuie sur le bouton poussoir ENG FADEC GND PWR. Le ON legend de ces boutons devient on.

4. Procédure

Sous carte 46-21-00-740-050

A.BITE test de l'ATIMS ((Ref. Fig 501/46-21-00-991-005 PAGE 501.1) (Ref. Fig.501/46-21-00-991-005 PAGE501.2) (Ref. Fig.501/46-21-00-991-005 PAGE501.3))

NOTE : durant le test, le technicien obéit aux instructions sur le MCDU, il doit suivre les

différentes étapes décrites au TSM. Le tableau suivant explique les différentes actions du technicien et leurs résultats affichés sur l'EWD, MCDU1, MCDU2, DCDU1, DCDU2 :

Actions	Résultats
1. Sur MCDU1 : Mètre le sélecteur sur l'indication ATIMS	Sur le MCDU1 : -La page ATIMS s'affiche
2. Sur le MCDU1 appuie sur le sélecteur SYSTEM TEST	Sur le DCDU1 et DCDU2: -La page ATIMS SYSTEM TEST s'affiche avec le message : SELF TEST IN PROGRESS (max 10s)
	Sur l'Engine/Warning Display(EWD) -L'erreur DATALINK ATSU FAULT s'affiche.
	Sur le DCDU1 et DCDU2: -Le message NO DATA s'affiche puis disparaîtra
	-Le message INVALID DATA s'affiche puis disparaîtra.
	-Le premier écran test (couleurs) s'affiche
	Sur l'EWD L'erreur DATALINK ATSU FAULT disparaîtra
	Sur le MCDU1 : -La page ATIMS SYSTEM TEST relative au premier écran test (couleurs) des deux DCDU s'affiche
3. Sur le MCDU1 :Mètre le bouton correspondant (LSK 4L,5L,4R ou 5R)	Sur le DCDU1 et DCDU2 : -Le second écran test (noire/blanc) s'affiche.
	Sur le MCDU1 : -La page ATIMS SYSTEM TEST relative au seconde écran test (noire/blanc) des deux DCDU s'affiche
4. Sur le MCDU1 :Mètre le sélecteur approprié (LSK 4L,5L,4R	Sur le DCDU1 et DCDU2 :

ou 5R)	-Le troisième écran test (blanc/noire) s'affiche
	Sur le MCDU1 : -La page ATIMS SYSTEM TEST relative au troisième écran test (blanc/noire) des deux DCDU s'affiche
5. Sur le MCDU1 : Mètre le sélecteur approprié (LSK 4L, 5L, 4R ou 5R)	Sur le DCDU1 et DCDU2 : -L'écran du test disparaît
	Sur le MCDU1 : -Le message TEST IN PROGRESS 150s s'affiche sur la page ATIMS SYSTEM TEST
	Sur le MCDU1 : -A la fin du test, l'indication TEST OK s'affiche.
6. Sur le MCDU : - Mètre le bouton correspondant sur l'indication RETURN	-L'arrêt des procédures du test

Figure III.7. Tableau représentant les actions du technicien au cours du test et leurs résultats affichés.

5. La fermeture

Sous carte 46-21-00-860-051

A. Remettre l'aéronef sur sa configuration initial

(1) Sur le MCDU : mètre le sélecteur sur l'indication RETURN une fois la page MAINTENANCE MENU 1\2 est affichée.

(2) Etablir la procédure d'arrêt d'EIS (Ref .AMM 31-60-00-860-802).

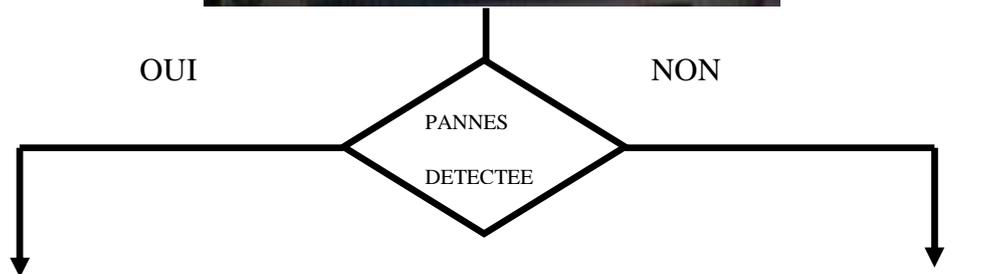
(3) sur le MCDU, remettre le BRT knob sur OFF

Sous carte 46-21-00-862-056

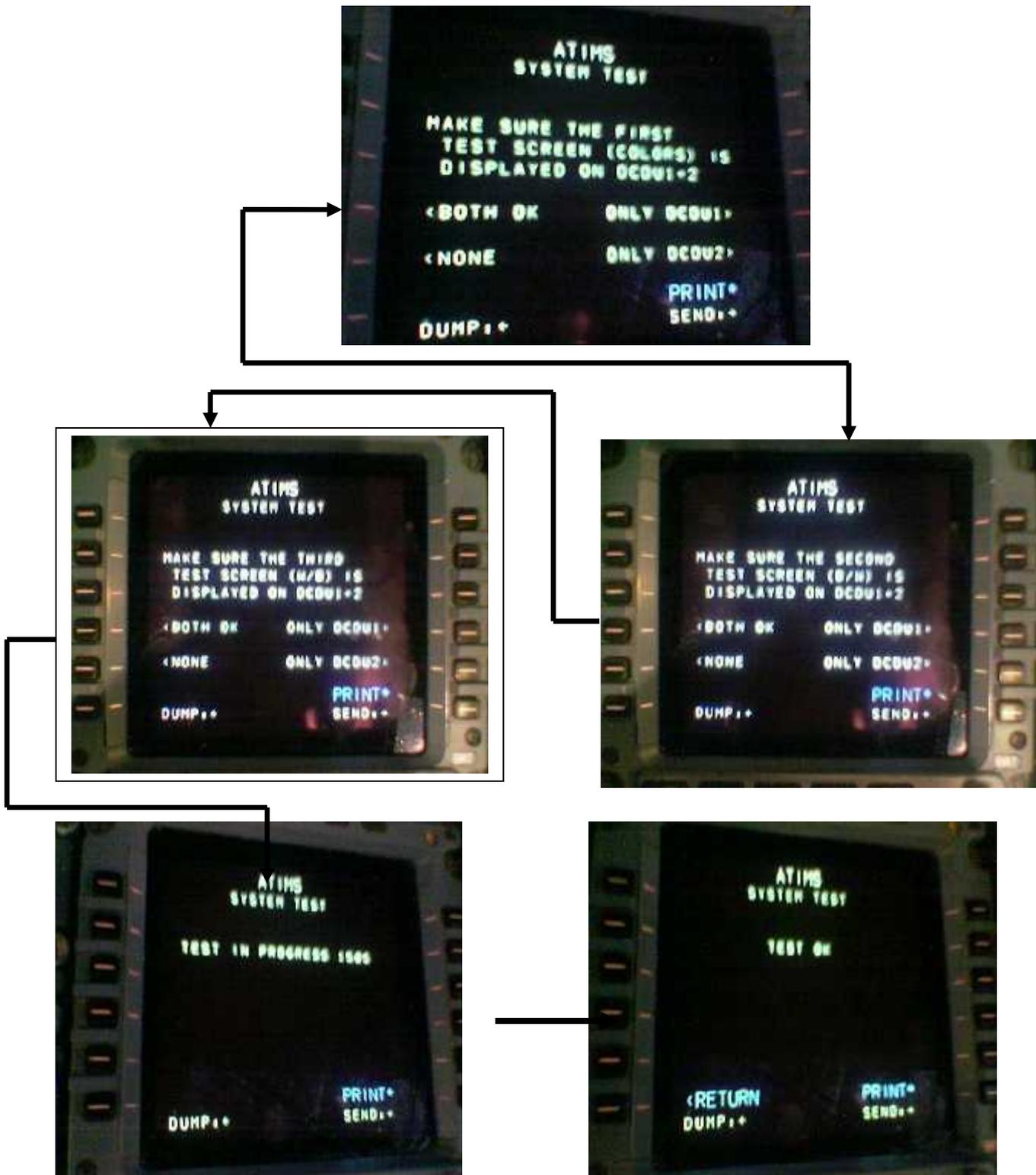
A. Eteindre les circuits électriques de l'aéronef

(Ref. AMM 24-42-00-862-801).

III.7.3. Le test de maintenance de l'ATSU :



ATIMS	
SYSTEM TEST	
UTC ATA	CLASS1
1245 462121	
DCDU1 (2TX1)/ ATSU1 (1TX1)	
RETURN	PRINT



NOTE : si dans un de ces trois pages d'instruction, la réponse est « ONLY DCDU1 », « ONLY DCDU2 », ou « NONE », référer à PAGE 1\2 sur la façon de détecter les fautes ?



Le premier écran test affiché sur le DCDU

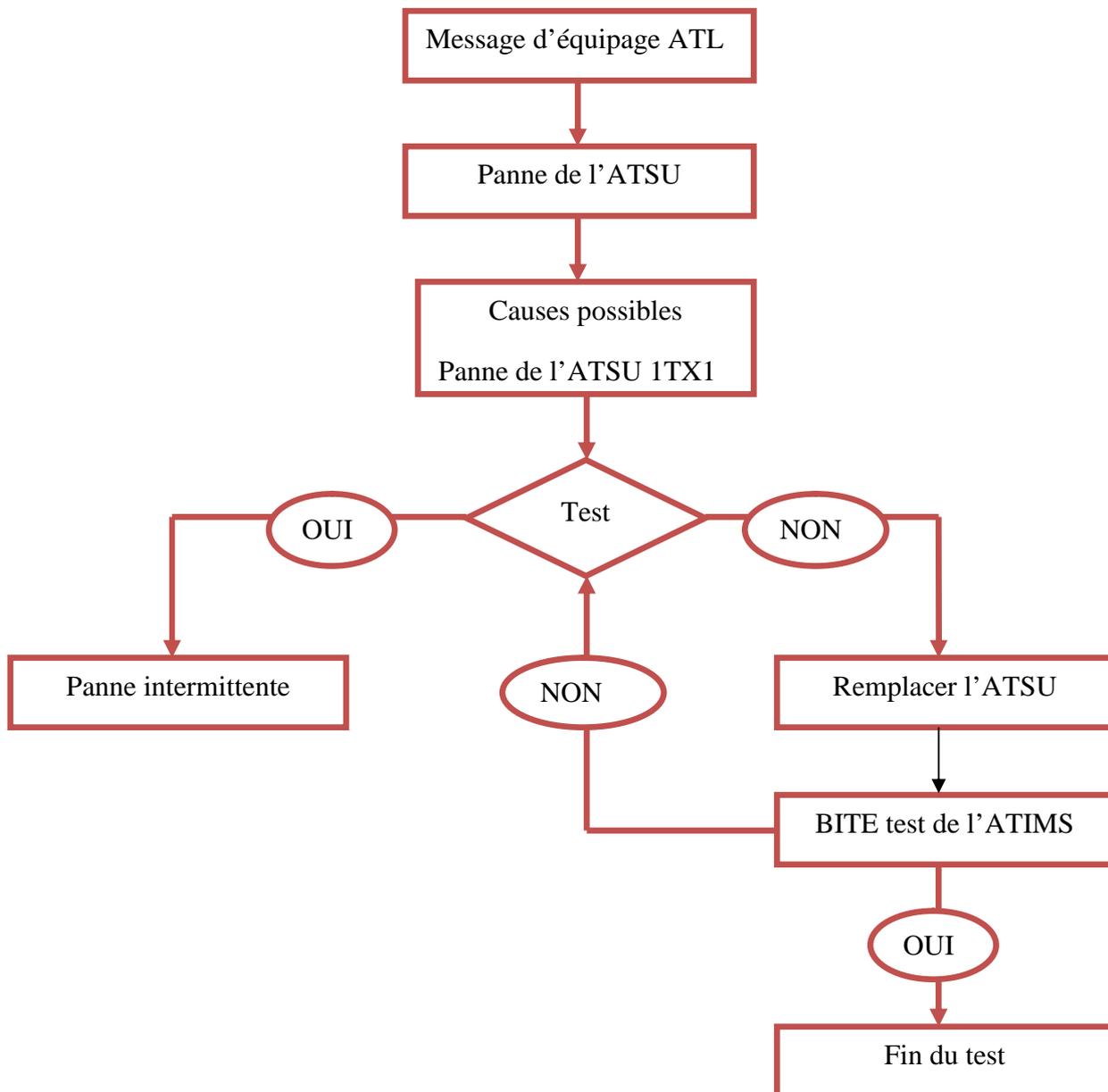


Le second écran test affiché sur le DCDU



Le troisième écran test affiché sur le DCDU

Figure III.8 Les étapes de maintenance

III.8. Organigramme de maintenance :**Figure III.9. Organigramme de maintenance**

CONCLUSION

La partie théorique de ce travail nous a permis d'avoir des connaissances sur le principe de fonctionnement de l'ATIMS ainsi que son environnement.

La partie pratique de notre travail qui a été faite au niveau de la base de maintenance d'Air Algérie durant notre stage nous a permis d'approfondir la recherche théorique sur ce système et de toucher de près ces composants ainsi que la manipulation de la partie maintenance en utilisant les différents manuels d'entretien tel que : AMM ,TSM .

Enfin nous souhaitons que le travail effectué permette d'encourager beaucoup plus nos étudiants, et leur donner la volonté de bien vouloir s'investir sans aucune crainte dans d'autres domaines.

BIBLIOGRAPHIE

MANUELS ET QUALIFICATION AIRBUS :

1. AMM : Aircraft Maintenance Manual de l' AIRBUS 330-200 (46-20-00).
2. TSM : Trouble Shooting Manual de l' AIRBUS 330-200 (46-20-00).
3. ASM : Aircraft Schematic Manual de l' AIRBUS 330-200 (46-20-00).
4. Getting with grip of FANS A (FANS A Issue III) April 2007.
5. Getting to grips with datalink customer service AIRBUS.

OEUVRAGES :

6. Dictionnaire de l' aéronautique et de l' espace de l' AIRBUS 330-200 (46-20-00).
Anglais /Français vol 1.8 Edition Eight Printing
Edition 2004, par Henri GOURASAU
7. Thèse (2005-2006) sous titre :
Etude et fonctionnements du MCDU de l'30-200
8. Thèse (2003-2004) sus titre :
(étude de l' ARINC et la réalisation d' un module de conversion).

CD et DOCUMENTATIONS :

9. CD documentation de l' OACI :
DOC 4444 règles de l' air de l' air et la circulation aérienne.
DOC 9741 règles de la liaison de données HF.
10. CD FANS A et Pré-FANS : cours dessinés aux pilotes.

SITES INTERNET :

11. www.airbus.com.
12. www.smartcockpit.com.
13. www.freetranslation.imtranslator.com
14. www.onbordmaintenance.fr.
15. www.Google.com

ANNEXE : A

Representation de tableau
de bord
d'un AIRBUS 330-200

A.1. Cockpit de l'A330-200 :

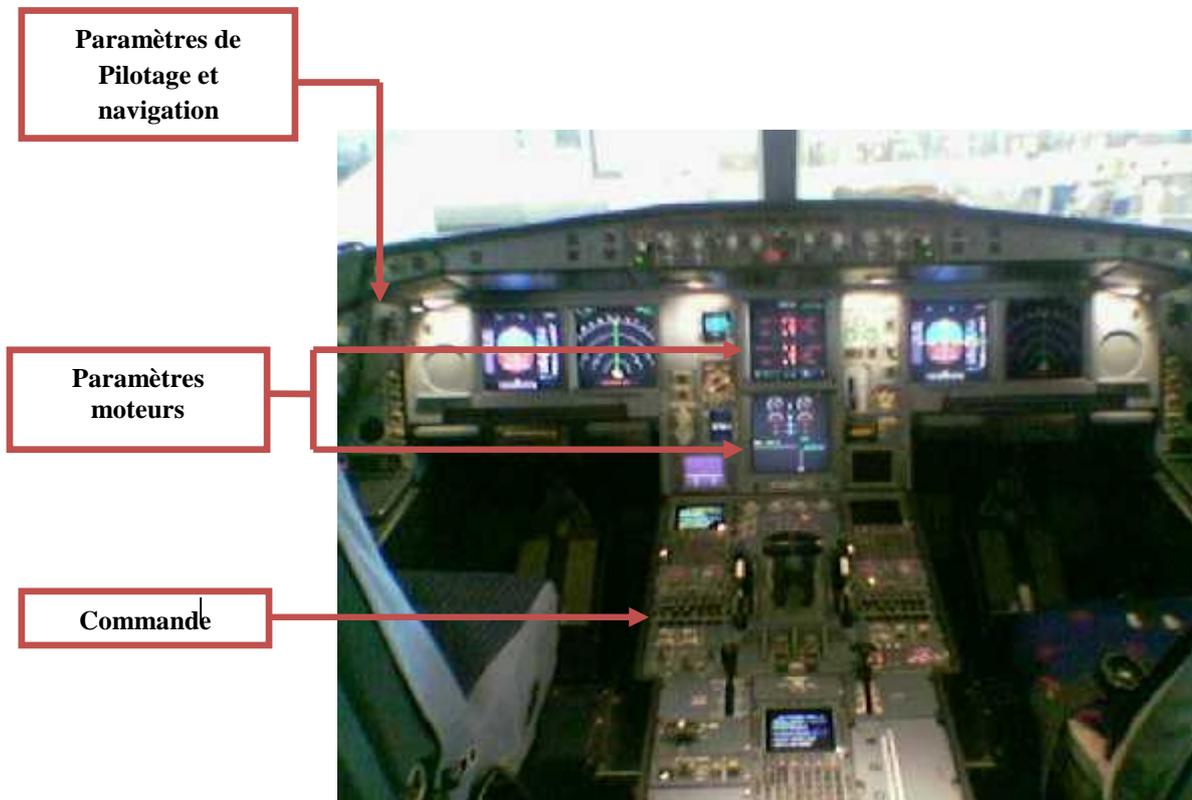


Figure A.1 : le cockpit de l'A330-200

Il est composé de trois parties :

Partie 1 : Paramètres pilotages et navigation (coté pilote et copilote).

Partie 2 : Paramètres moteurs (coté centrale).

Partie 3 : commande (pédestal).

A.2 Le tableau de bord de l'Airbus 330-200 :



Figure A.2 les écrans d'affichages d'un Airbus A330-200

Les écrans d'affichage fournissent à l'équipage les différents paramètres afin de bien gérer leur vol.

Ces écrantés sont :

- L'EFIS (il comprend le PFD et le ND) : Il fournit les différents paramètres de la navigation et de pilotage tel que : VOR, ADF, l'altitude de l'avion...
- ECAM (l'EWD et le SD) : Il fournit les paramètres moteurs.

B .1.1 Engin and Warning Display :

Son rôle est d'afficher les paramètres moteurs te que la température moteurs, sa vitesse de rotation

En pus de ses paramètres, il affiche les messages de pannes de quelques systèmes tels que l'ATIMS.



L'écran d'affichage EWD

ANNEXE : B

Etude de la norme
de transmission de données
arinc 429

ANNEXE A

Rappel sur l'ARINC 429

Transmission des données

La transmission d'information numérique dans le domaine aéronautique et spatial conduit au développement de bus hautement fiable et sécurités pour retirer et gérer les communications entre les différents systèmes.

Dans cette partie, nous allons rappeler plus particulièrement le bus ARINC429

ARINC429

L'ARINC 429 est un bus de données simple développé par l'Aéronautical Radio Incorporation en 1977, il est encore utilisé aujourd'hui sur des nouvelles plates-formes. Qui est utilisé un seul émetteur et de 1à20recepteur par bus et deux vitesses sont définies 12.5KHz et 100kHz.

a) but

Des systèmes numériques de transmission de donnée sont employés.

Pour augmenter l'exactitude tout en diminuant le poids et les couts d'entretien.

b) spécification de l'ARINC 429

Une des activités essentielles l'Aéronautical Radio Incorporated (ARINC) Intitulé « mark 3Digital Information Transfer System » système de transfert d'information digitale. Etablit des normes d'industrie pour le transfert des données numérique entre les éléments du système de l'avionique.

Le format numérique du mot ARINC, se compose d'un mot de 32 bits dans la forme bipolaire contenant la logique 1 et la logique 0.

Chaque mot ARINC est séparé d'un autre mot par quatre bits de séparation d'une valeur nulle.

Utilisation de l'ARINC429

ARINC 429 a été installé sur la plupart des avions commerciaux de transport comprenant ; Airbus A310/A320 et A330/A340, dans le Boeing 727, 737, 747,757et767 et McDonnell Douglas Md-11 et dans de nombreux autres hélicoptères.

Caractéristiques de la transmission des données par le bus Arinc 429

Dans cette partie nous allons développer les principaux outils qui permettent à l'ARINC de dialoguer avec d'autre système.

a) Support physique

L'ARINC429 est un bus doté d'une liaison point à point. la communication uni directionnelle qui veut dire que les données numériques sont transmises a travers un seul câble on combinant les données binaires avec les bits ,les messages sont émis et reçu sur des portes distinctes, ce qui nécessite deux bus pour une communication bi -directionnelle .

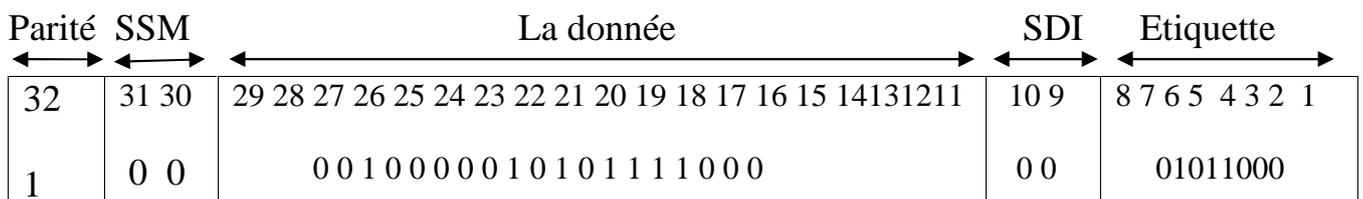
Le bus unidirectionnel utilisé s'appelle DITS ce qui signifie : Marck33Digitale Information Transfer System.

b) Format du mot ARINC429

Les mots contenant des données d'ARINC 429 sont toujours 32 bits, numérotés de 1(LSB) à32(MSB) dans une forme bipolaire contenant la logique 1 et 0.

Le format de code BCD (binaire codé décimal) ressemble au format du code binaire .chacun comprend cinq champs primaires :

- Etiquette (label).
- SSM (signe/status matrix).
- La donnée.
- SDI (source/destination identification).
- Le bit de parité.



ARINC 429 est codé en BCD

- **Etiquette (label)**

L'étiquette est une partie importante du message, elle identifie l'information contenue dans les mots, elle occupe les 08 premiers bits de chaque mot.

Donc on a $2^8=256$ combinaisons possibles d'étiquette.

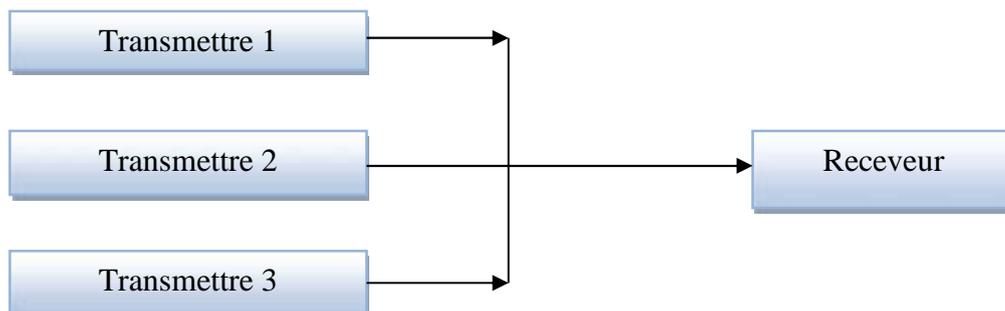
Elle est codée en octal dans ordre (1 2 4), (1 2 4), (1 2) et elle se lit à partir du (LSB), beaucoup de mots peuvent être transmis sur un autobus nécessaires.

- **source et destination (SDI) des mots Arinc429**

Les SDI sert à identifier la source ou la destination de l'information.

1-identification de la source :

Les bits 9 et 10 peuvent être employés pour identifier la source du mot, quand des mots de la même étiquette sont envoyés de deux installations ou plus, la source de chaque mot est identifiée par SDI, comme montré sur le diagramme.



Identification de la source

- **La donnée**

La donnée est transmise en envoyant des impulsions sériées dans des bus digitaux.

L'élément d'information de base est une donnée digitale de 32 bits, ce dernier est codé de deux façons :

- En code binaire.
- En code BCD.

La donnée codée en binaire occupe le champ de bits de 11 à 28 comme montré sur le schéma, le bit 28 étant le plus fort, dans le cas où le nombre est négatif on utilise une notation compléments à deux.

- **SSM (signe /status matrix)**

Le SSM se compose des bits 29,30 et 31 pour les mots binaires et les bits 30 et 31 pour les mots en BCD.

Se champ convient l'état d'équipement de matériel mode opérationnel ou la validité du contenu de la donnée.

1-signe

Le SSM d'une donnée numérique identifie le caractère du mot tel que la direction (nord, sud,...).

2. status

Le SSM identifie l'état matériel, la validité de la donnée

Bit de parité

Le MSB (32ème bit) est toujours le bit de parité pour ARINC 429.

Afin d'éviter toute erreur dans une transmission en informatique, on ajoute des bits de vérifications aux données à transférer, la technique la plus simple consiste à ajouter un bit dit de parité à chaque donnée, ce bit de parité permet ainsi de détecter facilement si l'un des bits a été mal transmis.

ANNEXE : C

Aircraft Technical Log

ATL