

LE CFM 56-5 SUR A320 A AIR FRANCE

par
P.Chétail
AIR FRANCE
DM-UW
Direction du Matériel
Air France Orly
94396 Orly Aéroport, France

1. HISTORIQUE

Air France a été, dès 1967, une des premières Compagnies en Europe à mettre en oeuvre le suivi permanent au sol des paramètres réacteur en croisière.

Ceux-ci, enregistrés à bord par les mécaniciens navigants sur des cahiers préformatés (fig 1) sont ensuite transmis par télégramme, à la première escale touchée, à un ordinateur central situé près de Paris, au centre Air France de Vilgénis, où elles sont traitées "en batch", la nuit, selon un programme fourni par les constructeurs moteur Pratt et Whitney, Rolls Royce ou General Electric. Les listings correspondants (fig 2, 3, 4) sont transmis le lendemain matin par navette automobile, aux centres de maintenance situés sur les aéroports de Charles de Gaulle et d'Orly.

Au cours des 20 dernières années, ce traitement journalier a fait la preuve de son efficacité et figure d'ailleurs nommément aux programmes de fiabilité déposés par la Compagnie Air France, auprès des Autorités de Tutelle Françaises. Des cahiers de signature de panne existent qui regroupent la méthode de suivi des paramètres et d'autres, telles que le SOAP, qui, toutes ensemble, participent à la surveillance permanente des moteurs entretenus selon état (fig 5).

2. LIMITATIONS RENCONTREES EN SERVICE

Le recours aux mécaniciens navigants présente certains avantages. Ceux-ci exercent leur jugement quant à la représentativité des valeurs enregistrées, et d'ailleurs, depuis quelques années, ils suppléent, dans une certaine mesure, aux limitations inhérentes à ce système de surveillance à moyen et long terme. Ils procèdent à bord, en temps réel, à certains calculs destinés à déceler les panes brusques et notent un nombre réduit de valeurs au décollage, qui complètent utilement ce traitement des données de croisière, en permettant de surveiller au sol l'évolution de la marge résiduelle EGT à pleine puissance en ambiance "chaude".

En 1983, l'arrivée à Air France d'un avion piloté à deux, le B.737, a entraîné la remise en question des conditions d'acquisition et de transmission des données réacteurs. La solution de relevés manuels faits par l'officier pilote fut rejetée par principe, cette tâche ne participant pas directement à la conduite du vol. L'acquisition des B.737 à Air France, en 1983, était alors supposée temporaire. Il fut alors décidé de ne procéder qu'à des modifications mineures de l'avion de base (installations supplémentaires d'un capteur EGT par réacteur), et de profiter de l'installation du QAR pour extraire en différé, au sol, les données réacteurs à partir des enregistrements magnétiques continus réalisés à bord sur cassette (fig 6).

Très rapidement, deux limitations apparurent :

- le nombre de points extraits dut être limité à un seul par jour et par avion (bien que le logiciel développé au sol ait été capable d'en reconnaître beaucoup plus),
- le retard à l'exploitation des résultats, fonction du délai de dépose et transmission des cassettes, était de l'ordre de 8 à 9 jours, surtout dans le cas où ces cassettes devaient être déposées dans des escales autres que celles de la région parisienne.

Cependant, cette méthode permettait d'assurer un "traitement monitoring minimal" acceptable des réacteurs.

Spécification ETMT n° 2 et expérience ATLAS A310.

Dès 1975, en étroite coopération avec les autres membres du groupe ATLAS (1), et notamment avec la participation de Lufthansa, une spécification ATLAS était mise au point et adressée à Airbus Industrie, pour la mise en oeuvre de l'acquisition automatique des données sur avion A310, à l'aide d'un ordinateur de bord et d'une imprimante.

Tandis qu'à LH, ce système était généralisé sur tous leurs A310 et donnait lieu aux développements très intéressants qui ont été présentés par ailleurs, la présence d'un troisième membre d'équipage dans les avions A310 d'Air France permettait de continuer la méthode antérieure de relevés manuels. Toutefois, le système AIDS/imprimante était expérimenté à Air France de façon extensive sur le premier avion livré (F-GEMA).

Grâce à la participation active des équipages Air France d'une part, et de SFIM (constructeur de l'AIDS) d'autre part, au bout d'un an d'exploitation, deux conclusions essentielles purent être dégagées :

- la logique de reconnaissance de l'état "moteur stabilisé", basée sur la constance de la TAT une fois le mode "cruise" engagé, devait être changée au profit de la reconnaissance d'un N1 stabilisé,
- l'acquisition pratique des données (à l'aide d'une imprimante de bord), leur lecture ultérieure au sol, leur transmission par telex au ordinateur central de Vilgénis, même limitée à un seul avion se révéla trop lourde à mettre en oeuvre efficacement et rapidement par les services au sol, dont les moyens n'avaient pas été augmentés.

En conséquence, il apparut à l'évidence qu'il était nécessaire d'automatiser cette transmission en prenant avantage de l'expérience des compagnies américaines, DAL, AAL et PAA en particulier, qui transmettaient directement ces données au sol, par VHF selon un système dit ACARS.

La Direction Générale d'Air France décidait alors d'équiper les A320 (pilotes à deux dès leur mise en service) (fig 7), d'un système AIDS/ACARS destiné dans un premier temps, à acquérir et transmettre automatiquement les données réacteurs au décollage et en croisière, l'extension de ce mode de traitement à d'autres types de données (informations opérationnelles, météo, etc.) étant prévue dans une étape ultérieure (fig 8 et 9).

4. DEFINITION DU SYSTEME A320

4.1. Acquisition.

De façon simplifiée, on peut considérer le système A320 comme la superposition au système réglementaire traditionnel d'acquisition et de stockage de données sur un DFDR, d'un système d'acquisition en parallèle de ces mêmes données et de transmission au sol par un système du type ACARS (AIRCOM). Ce système repose sur l'existence d'un réseau sol de transmission par telex, le SITA. Ce réseau recouvre déjà suffisamment bien, en 1988, l'ensemble des lignes exploitées par les A320 d'Air France pour devenir complet en 1990 (fig 10).

4.2. Transmission.

Les données transmises par AIRCOM sont reçues automatiquement par la station sol SITA la plus proche, la reconnaissance et mise en transmission du message étant complètement automatique et pouvant être effectuée dès l'émission du message qui, s'il n'est pas transmis immédiatement, est stocké en mémoire à bord.

La station sol retransmet le message à l'ordinateur central AF de Vilgénis via Hong-Kong.

NOTA : Au moment de l'établissement de ce rapport (février 1988) quelques difficultés de réalisation étaient apparues chez les équipementiers choisis

(1) ATLAS est un consortium formé par les cinq Compagnies :
Air France / Lufthansa / Iberia / Alitalia / Sabena

par Airbus Industrie, BENDIX pour les ACARS et NORD MICRO pour les AIDS. Air France a prévu de pallier à ces difficultés temporaires en recourant à une méthode du type B.737 décrite ci-dessus.

4.3. Traitement GEM (Ground based Engine Monitoring).

A Vilgénis, les données sont traitées en temps réel suivant le programme GEM (version 10.0), et une surveillance automatique est programmée qui vise à reconnaître, dès qu'elles apparaissent, les anomalies de tendance.

Afin de limiter le nombre de fausses alertes, le système de surveillance automatique a été limité volontairement à Air France aux seuls paramètres EGT et VIB, au moins dans un premier temps.

Le listing habituel ADEPT émis journalièrement pour les autres types de réacteurs est remplacé par un listing GEM, établi d'une façon systématique seulement une fois par semaine, mais celui-ci peut être "appelé" automatiquement à partir des terminaux du service utilisateur, par une transaction particulière, pour un matricule, un avion ou un réacteur donné (fig 11).

4.4. Alerte automatique.

L'algorithme de reconnaissance est le suivant :

$$IX_n = IX_{n-1} + \alpha_1 * (X_n - IX_{n-1})$$

Si X_n est l'écart d'un paramètre avec sa valeur de référence pour le relevé de rang n

IX_n la valeur lissée de cet écart pour le rang n

α_1 un coefficient de lissage dit exponentiel compris entre 0 et 1

Lorsque la différence $|X_n - IX_n|$ est supérieure ou égale à un seuil pré-déterminé, un message est émis automatiquement par le calculateur central de Vilgénis et apparaît sur les écrans du service contrôle de la base principale de maintenance DM.QN de l'aéroport Charles de Gaulle (fig 12).

Le service peut alors demander des informations supplémentaires à l'ordinateur et le listing GEM, en particulier.

Les réacteurs CFM 56-5 n'avaient pas encore, à la date d'émission de ce rapport, donné d'alerte réelle, c'est pourquoi le programme a été appliqué rétrospectivement aux données brutes réelles CF6-50C et E correspondant à des incidents réels, enregistrés à Air France au cours de l'année 1987 (fig 13 et 14).

Il convient de noter que ce système de reconnaissance de tendance, basé sur les déviations brusques du réacteur par rapport à lui-même, recoupe en général celui qui est installé sur le calculateur de bord et qui, pour l'EGT seulement, détecte ses variations brusques d'un réacteur par rapport à son (ou ses) homologues, fonctionnant sur le même avion et dans le même environnement. Mais, tandis que la surveillance installée ne s'adresse qu'au paramètre principal d'état qu'est l'EGT, la surveillance au sol peut plus facilement être programmée pour surveiller également d'autres paramètres, avec des algorithmes analogues ou même différents. Ces méthodes sont complémentaires et ne se superposent que pour l'EGT.

4.5. Surveillance de l'état des modules.

Depuis plus de 10 ans, Air France évalue les performances modulaires de ses réacteurs CF6-50 et -80, au banc d'essai, où une instrumentation spéciale est installée à cet effet. Sur CFM 56-5, cette installation existe (fig 15) en permanence, et ses informations sont recueillies sur AIDS et transmises par AIRCOM en même temps que les informations relatives aux paramètres usuels.

Ainsi que l'ont démontré sur le CF6-80A3, LH et KL, Air France a l'intention d'utiliser cette information pour optimiser la définition des travaux à effectuer sur un réacteur descendu, soit pour une cause mécanique, soit pour limite

thermique potentiellement atteinte (méthode OATL). Après entrée en atelier, l'état physique des composants du réacteur est rapproché des éléments de rendement et/ou de capacité de débit déterminés par le traitement GEM/TEMPER, et le workscope est affiné en conséquence.

Ainsi est bouclé le traitement des données réacteurs.

En conclusion, il convient de souligner que le traitement des paramètres réacteurs sur A320, n'est qu'une des méthodes de surveillance de l'état des CFM 56-5. Elle est complétée par deux types de surveillance permanente, l'un de l'état des pièces mécaniques par observation visuelle, borescopique ou gammagraphique, et l'autre de l'état d'usure/fatigue des pièces lubrifiées par l'huile par bouchon magnétique et spectrographie d'échantillon d'huile. C'est de l'harmonisation de ces méthodes et de la mise en oeuvre de leur complémentarité que dépend l'amélioration de la fiabilité du propulseur.

Sur A320, à Air France, la philosophie d'entretien des réacteurs n'est pas différente de celle de tous les autres propulseurs, du DART à l'Olympus en incluant tous les réacteurs PWA et GE, mais l'installation AIDS + AIRCOM contribue à rendre beaucoup plus efficace que par le passé, la surveillance de l'intégrité du passage des gaz.

Le but recherché par l'emploi de ces techniques d'entretien peut d'ailleurs se résumer d'une façon lapidaire :

"MONITORER POUR MIEUX ANTICIPER"

RESTE DANS LE CARNET

AIR FRANCE
RELEVÉ de
VOL et
MOVEMENT OMN

NOTES:

CROISIÈRE
 - AUTOMATIQUE DÉGARÉE A 310 : R.P. ECON FLOW
 - PAS D'ANTI-CHAUFFAGE MACELLE
 - PAS DE DÉGIVRAGE VOILURE

TAT		N 1	
EGT	EGT 1h	N 2	N 2 1h
EGT	EGT 1h	N 2	N 2 1h
EGT	EGT 1h	N 2	N 2 1h

DEPART

CIE NO° VOL: JOUR:

IMMATRICULATION:

TU DEPART BLOC: HEURE MIN:

JOUR DEPART: HEURE MIN:

ARRIVEE BLOC TU: HEURE MIN:

JOUR ARRIVEE: HEURE MIN:

ARRIVEE

SOMME JAUGEURS

1 A	0
1	0
CTR	0
2	0
2 A	0
=	0

JAUGE TOTALE: 0.0

DECOLLAGE T U:

ARRIVEE BLOC TU: HEURE MIN:

ARRIVEE: HEURE MIN:

ATERRISSAGE: HEURE MIN:

ARRIVEE BLOC TU: HEURE MIN:

ARRIVEE: HEURE MIN:

ATERRISSAGE: HEURE MIN:

ARRIVEE BLOC TU: HEURE MIN:

ARRIVEE: HEURE MIN:

ATERRISSAGE: HEURE MIN:

ARRIVEE

TOTALISATEURS

1	
2	
=	

CONSOMMATION

=	
---	--

SOMME JAUGEURS

1 A	0
1	0
CTR	0
2	0
2 A	0
=	0

JAUGE TOTALE: 0.0

DECOLLAGE T U:

ARRIVEE BLOC TU: HEURE MIN:

ARRIVEE: HEURE MIN:

ATERRISSAGE: HEURE MIN:

ARRIVEE BLOC TU: HEURE MIN:

ARRIVEE: HEURE MIN:

ATERRISSAGE: HEURE MIN:

ARRIVEE BLOC TU: HEURE MIN:

ARRIVEE: HEURE MIN:

ATERRISSAGE: HEURE MIN:

VOLS D'INSTRUCTION HORS LIGNE SEULEMENT

AEROPORT	R G	T G	ATTER
AEROPORT	R G	T G	ATTER

ERREUR: MAUVAIN: RESERVILLE:

CENTRALE 1 (CENTRALE 2 CENTRALE 3)

RESTANT STAPZ PRECEDENTE

ENTRETIEN	0
MASSA	0
CONSUMMATION APU	0
THEORIQUE BLOC DEPART	0

RESTANT AVANT PLEINS

MASSA	0
CONSUMMATION APU	0
THEORIQUE BLOC DEPART	0

RESTANT

MASSA SANS CARBURANT	0
MASSA AVION BLOC	0

AVION

F: S: T: A: N: M: A: C: H: S: A: N: G: M: T:

JOUR MOIS AN:

TAS: MACH: NIVEAU VOL:

MASSA AVION (C) CROSS PACK VALVE:

BLEED: 1 2

N 1:

EGT:

N 2:

F/F:

POSITION MANETTE:

TEMP MACELLE:

PRESSION HUILE:

TEMP HUILE:

VIBRATION FAN:

VIBRATION TURBINE:

COMPRESSEUR HP:

80201

DO - SEPT. 84 - 3707 - 0

Fig. 1

Explore Litigation Insights

Docket Alarm provides insights to develop a more informed litigation strategy and the peace of mind of knowing you're on top of things.

Real-Time Litigation Alerts



Keep your litigation team up-to-date with **real-time alerts** and advanced team management tools built for the enterprise, all while greatly reducing PACER spend.

Our comprehensive service means we can handle Federal, State, and Administrative courts across the country.

Advanced Docket Research



With over 230 million records, Docket Alarm's cloud-native docket research platform finds what other services can't. Coverage includes Federal, State, plus PTAB, TTAB, ITC and NLRB decisions, all in one place.

Identify arguments that have been successful in the past with full text, pinpoint searching. Link to case law cited within any court document via Fastcase.

Analytics At Your Fingertips



Learn what happened the last time a particular judge, opposing counsel or company faced cases similar to yours.

Advanced out-of-the-box PTAB and TTAB analytics are always at your fingertips.

API

Docket Alarm offers a powerful API (application programming interface) to developers that want to integrate case filings into their apps.

LAW FIRMS

Build custom dashboards for your attorneys and clients with live data direct from the court.

Automate many repetitive legal tasks like conflict checks, document management, and marketing.

FINANCIAL INSTITUTIONS

Litigation and bankruptcy checks for companies and debtors.

E-DISCOVERY AND LEGAL VENDORS

Sync your system to PACER to automate legal marketing.