

ESSAIS EN VOL DE L'A300-600-ST "BELUGA"

Guy DESTARAC
 AEROSPATIALE - Branche Aéronautique
 Direction des Essais en Vol
 316, Route de Bayonne
 31060 TOULOUSE Cedex 03 - FRANCE

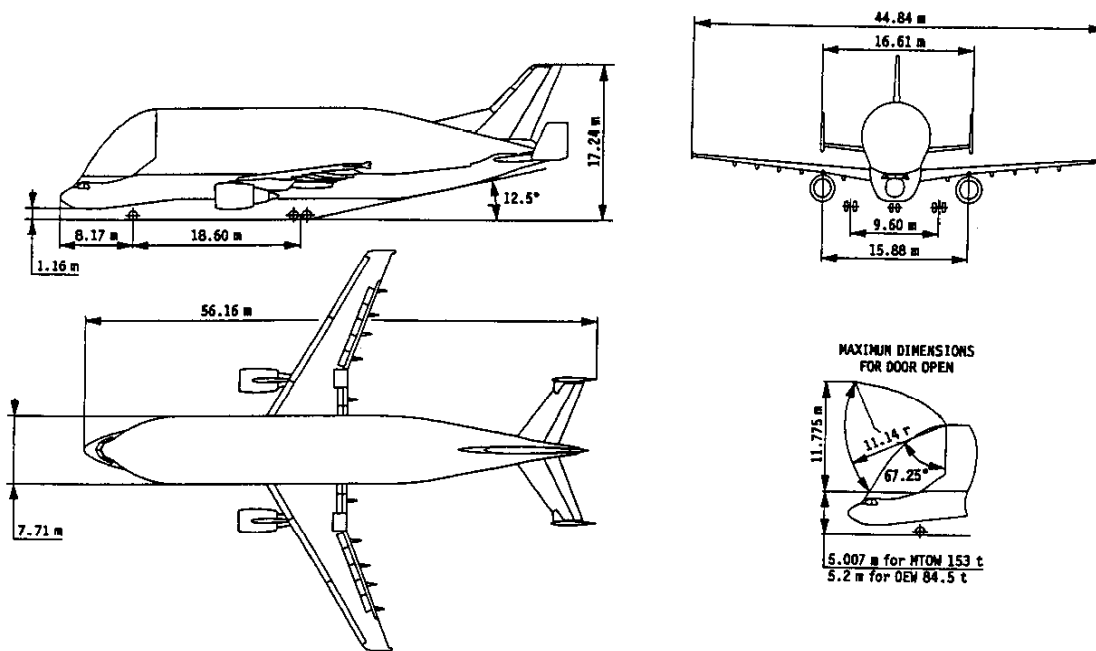
RESUME

Les Essais en Vol de l'A 300-600 ST «Beluga» avion, construit par Aerospatiale et Daimler Benz Aerospace Airbus, ont été confiés à la Direction des Essais en Vol de la Branche Avions de l'Aerospatiale.

Ce papier décrit l'installation de mesure et les outils mis en place sur le premier avion pour les essais en vol de développement et certification. Il montre les moyens utilisés pour le traitement et l'acquisition des données.

Le bilan fait en fin de campagne d'essais montre que: les bonnes surprises rencontrées sur le comportement de l'avion en vol, ont permis de compenser le temps pris par la résolution des problèmes de structure, le développement du système de chargement a pris plus de temps que prévu mais n'apas retardé les vols de certification qui ont été terminés fin juillet 1995.

DIMENSIONS AVION



Copyright © AEROSPATIALE 1996 - G. DESTARAC

INTRODUCTION

L'Airbus Super Transporter A 300-600 ST «Beluga» est un avion construit à partir d'un A 300-600 R pour remplacer les Super Guppy utilisés pour les transports de tronçons d'avion entre les différentes usines du programme Airbus.

Les dimensions de la soute principale : 37,7 m de long, 7,4 m de diamètre font de cet avion l'un des plus gros de sa catégorie.

Sa construction a été coordonnée par un groupement d'intérêt économique «SATIC», Société de droit français établie à parts égales par Aerospatiale et Daimler Benz Aerospace Airbus.

La responsabilité des essais en vol a été confiée à la Direction des Essais en Vol de l'Aerospatiale, avec une équipe comprenant des personnels détachés du partenaire allemand. Le campagne d'essais a commencé par un premier vol d'une durée de 4 h 22 le 13 Septembre 1994 avec Gilbert DEFER Pilote (Directeur des Essais en Vol avions Aerospatiale), Lucien BENARD Copilote, Jean-Pierre FLAMANT Mécanicien navigant, Didier RONCERAY Ingénieur navigant d'essais. La certification en vol a été terminée le 24 juillet 1995, après 335H de vol, 21H de plus ont été nécessaires pour les démonstrations opérationnelles, le vol client a eu lieu le 19 octobre 1995 en clôture du programme.

Bien sûr cet avion n'est pas complètement nouveau puisqu'il a gardé la voilure et les systèmes de l'A 300-600 de base. Cependant la nouvelle forme et les dimensions du fuselage transforment radicalement son aérodynamique, sa structure aux dimensions impressionnantes est à surveiller, ses qualités de vol sont à vérifier en fonction des différents cas de chargement et

en particulier de la position du centre de gravité qui peut être beaucoup plus haut que celui d'un avion normal.

INSTALLATION D'ESSAIS EN VOL

L'installation d'essais en vol installée sur le premier avion pendant la campagne d'essais de développement et de certification comprend environ 1000 chaînes de mesures. Le tableau ci-dessous qui donne le nombre de point de mesure par système avion montre qu'elle est très fortement orientée sur la surveillance de la structure de l'avion et de la porte cargo, de l'aérodynamique des parties modifiées, cela représente 60 % des chaînes de mesure. (Le reste étant utilisé pour les qualités de vol et la surveillance des systèmes).

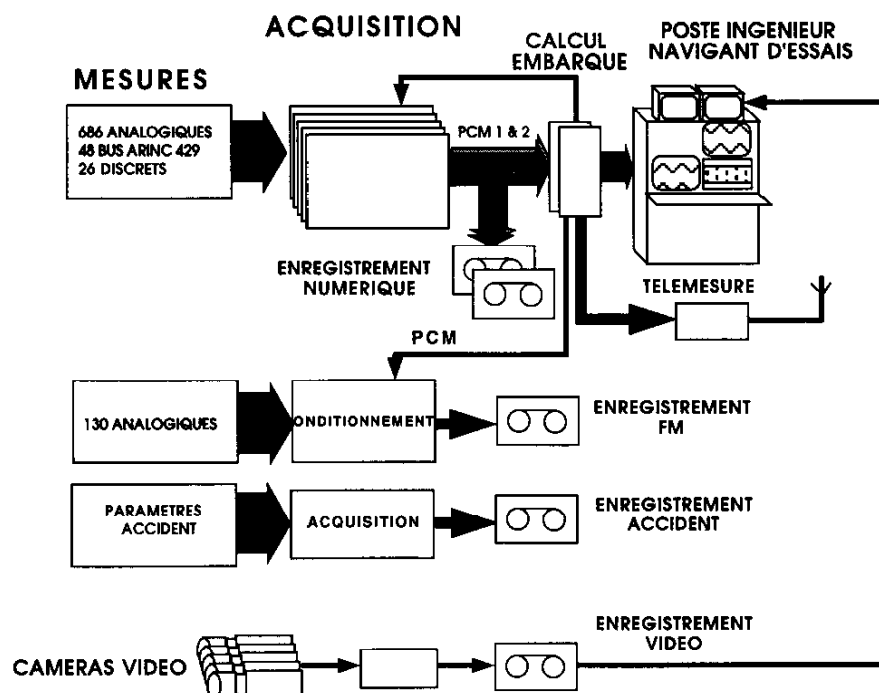
Le système d'acquisition et d'enregistrement qui est monté sur cet avion est dérivé de celui installé pour les essais des Airbus A 330/340. Les paramètres dont la bande passante est inférieure à 100 Hz sont mis sous la forme de deux messages PCM de 64 000 mots de 12 bits par seconde. Ces messages sont enregistrés en parallèle sur deux enregistreurs magnétiques, ils sont également envoyés sur le calculateur embarqué.

Ce calculateur embarqué fournit en temps réel toutes les informations nécessaires à l'Ingénieur navigant pour la conduite des essais et la surveillance de l'installation de mesure. A partir des PCM 1 et 2, il établit également un PCM Télémessure de 64 000 mots de 12 bits par seconde qui est envoyé au sol pour traitement temps réel. Un PCM lent est également produit et envoyé vers le système FM pour synchronisation avec les paramètres généraux de vol. Des paramètres élaborés à partir des mesures de base sont également produits (ex : masse, centrage, débits d'air,...), ils sont utilisés par l'Ingénieur navigant, ils sont également introduits dans le système d'acquisition pour enregistrement.

A 300-600ST -CHAINES DE MESURE

ATA CHAPT.	TITRE	ANAL. PCM	ARINC 429	MUX	COMP.	ON OFF PCM	ANAL. FM	MISC.
1	VOL	6			3			
2	AERODYNAMIQUE	12	5	31	10			
21	CONDITIONNEMENT D'AIR	93			11	2		1
22	PILOTE AUTOMATIQUE		18		17	14		
23	RADIOCOMMUNICATIONS	1						4
24	ELECTRICITE	15						2
27	COMMANDES DE VOL	38			14		7	22
28	CARBURANT		1					
30	PROTECTION GIVRE							6
31	INDICATIONS		8					15
32	ATTERRISSEURS	12			1	5		6
34	NAVIGATION		12		1			24
36	PRELEVEMENTS D'AIR	3			2			
49	APU	13			4	1	1	
50	CHARGES, CONTRAINTES, VIBRATIONS	413		6	19		116	7
52	PORTES	72						
71	MOTEURS	8	4	8	1	4		16
	TOTAL:	686	48	45	83	26	124	103

A300-600ST - INSTALLATION D'ESSAIS



Pour la conduite de l'essai, l'Ingénieur navigant utilise deux écrans qui lui fournissent les paramètres généraux de vol d'une part et les mesures liées à l'essai en cours d'autre part. Un système de «hard copy» et un enregistreur graphique permettent de conserver une trace papier des évolutions de certains paramètres.

Les paramètres à bande passante élevée (bruit, vibrations, transitoires électriques) sont enregistrés en analogique FM.

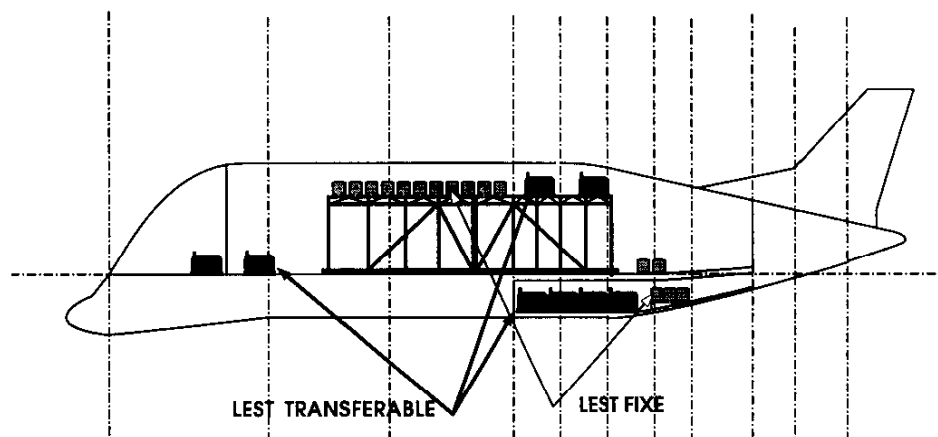
Un système enregistreur d'accident permet de conserver les principaux paramètres avion en cas de problème majeur.

Pour la surveillance des essais en conditions givrantes naturelles, un système vidéo comprenant huit

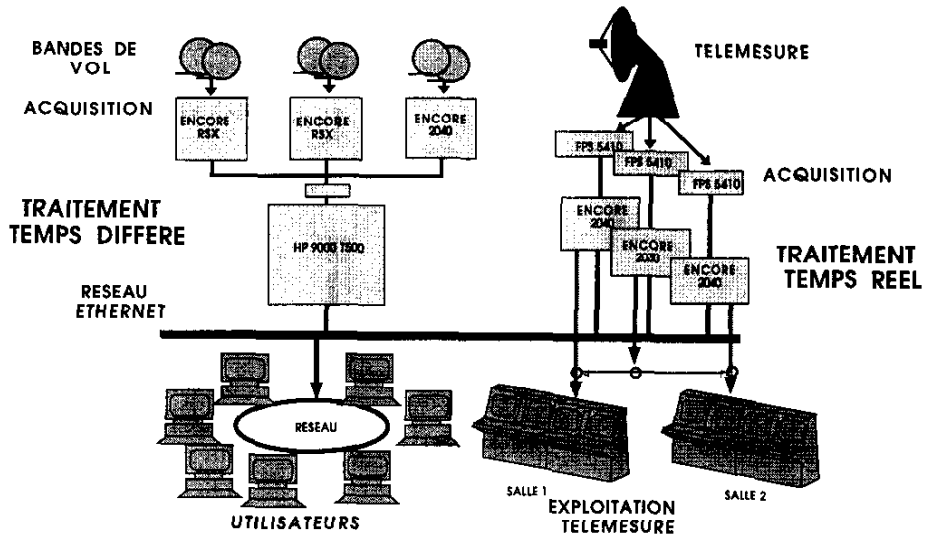
caméras est installé et est complété par les mesures traditionnelles de caractéristiques du nuage (teneur en eau, grosseur des gouttelettes).

Pour assurer les vols dans toutes les conditions de masse et de centrage, du lest est installé dans la zone cargo. Une partie est fixe, l'autre est transférable en vol entre des bidons placés à l'avant et à l'arrière de l'appareil et permet de faire varier la position du centre de gravité sur l'axe longitudinal, mais aussi, pour la première fois sur cet avion, sur l'axe vertical à l'aide de bidons placés très haut dans le fuselage. Ce dispositif permet de progresser dans l'ouverture du domaine de façon plus sûre mais il permet aussi de gagner du temps en testant plusieurs cas de chargement dans le même vol.

A300-600ST - CHARGEMENT POUR ESSAIS EN VOL



AEROSPATIALE - TRAITEMENT DES DONNEES D'ESSAIS EN VOL



TRAITEMENT DES DONNEES, ANALYSE:

Les essais en vol ne sont complets que si l'évaluation de l'équipage est confortée par les résultats de mesures pour cet avion, deux méthodes sont utilisées :

- le traitement temps réel en Télémessure, le plus rapide, particulièrement bien adapté aux essais de qualité de vol, à la surveillance de la structure et aux essais de charge, aux essais de flottement («flutter»).
- la lecture des bandes enregistrées à bord, plus classique, elle est utilisée pour tous les essais non traités en Télémessure et pour la surveillance des systèmes.

Ces deux moyens complémentaires font largement appel à un système de calcul à base de calculateurs temps réel (Encore) bien adaptés au traitement continu des données. La partie traitement scientifique et gestion des données étant assurée par un ordinateur HP 9000 travaillant dans le monde UNIX. Leur réseau de stations HP (ex Apollo) permet aux différents spécialistes de faire tous les traitements nécessaires à partir de stations de travail situées dans leurs bureaux.

PROGRAMME D'ESSAIS EN VOL:

Le programme d'essais, était prévu pour durer onze mois et demander de l'ordre de 400 heures de vol.

Il était construit en cinq phases :

Phase 1 : ouverture du domaine de vol, vérification de l'avion et de ses systèmes, premières estimations des qualités de vol et des charges structurales.

Phase 2 : essais de qualité de vol, de performances, de pilote automatique avec centre de gravité en position basse, essais système, essais en conditions givrantes.

Phase 3 : essais de qualité de vol, de pilote automatique avec centre de gravité en position haute.

Phase 4 : essais de certification

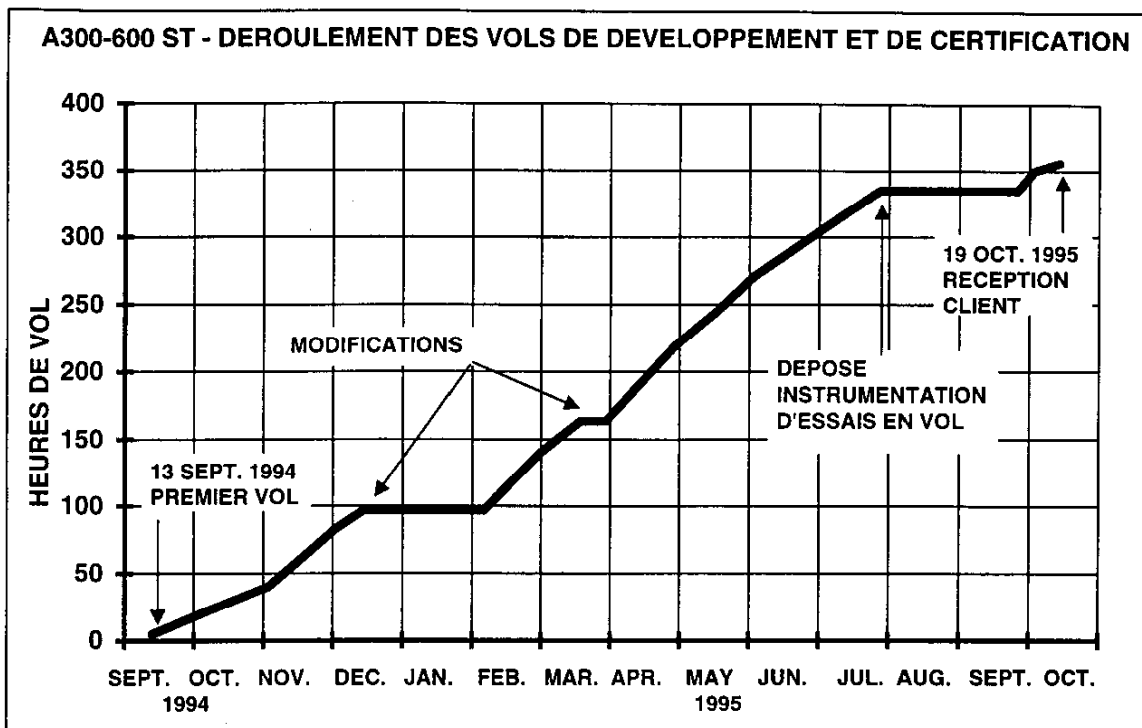
Phase 5 : démonstration en conditions opérationnelles.

	1994						1995										
	Jul	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Aoû	Sep	Oct	
PHASE 1																	
	OUVERTURE DU DOMAINE DE VOL, QUALITES DE VOL, CHARGES.																
PHASE 2																	
	QUALITES DE VOL, PILOTE AUTOMATIQUE, C.G. POSITION BASSE ESSAIS SYSTEMES, GIVRAGE NATUREL																
PHASE 3																	
	QUALITES DE VOL, PILOTE AUTOMATIQUE, C.G. POSITION HAUTE																
PHASE 4																	
	ESSAIS DE CERTIFICATION																
PHASE 5																	
	DEMONSTRATIONS OPERATIONNELLES																

DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE D'ESSAIS:

La bonne disponibilité des systèmes avion a permis un déroulement de la campagne dans les délais prévus. Elle n'a été arrêtée que pour les chantiers de modification structurales en janvier et en mars 1995 avant le début des essais de certification qui ont été terminés fin juillet.

Les démonstrations opérationnelles qui étaient prévues initialement en juillet n'ont pu être effectuées qu'en septembre après une mise au point plus longue que prévue des systèmes de chargement bord et sol.



A300-600 ST - HEURES D'ESSAIS PAR SYSTEMES AVION				
CHAPT. ATA	TITRE	HEURES DE VOL	CERTIF.	DEVELOPT.
0	GENERAL	11,32		11,32
1	VOL	128,00	50,30	77,30
9	BRUIT EXTERIEUR	3,20	3,20	
21	CONDITIONNEMENT D'AIR	13,00	8,40	4,20
22	PILOTE AUTOMATIQUE	52,15	38,25	13,50
23	COMMUNICATIONS	3,25	3,25	
24	ELECTRICITE	2,05	0,20	1,45
26	PROTECTION FEU	1,20	1,00	0,20
27	COMMANDES DE VOL	11,30	5,00	6,30
29	HYDRAULIQUE	1,30		1,30
30	PROTECTION GIVRE	6,10	6,10	
32	TRAINS FREINS	5,35	1,00	4,35
34	NAVIGATION	17,35	14,15	3,20
49	APU	8,30	1,45	6,45
51	STRUCTURE	23,25		23,25
52	PORTES	0,55		0,55
53	FUSELAGE	13,40		13,40
	DEMONSTRATIONS	48,13		48,13
	TOTAL:	356,05	136,50	219,15

Le bilan en fin d'essais en vol de cette machine montre que:

- Les qualités de vol de l'avion sont plutôt meilleures que prévu, en particulier en latéral à incidence élevée où les prévisions des bureaux d'études étaient très pessimistes.

- Le chargement avec position haute du centre de gravité donnent des qualités de vol qui restent très acceptables.

- Le «yaw damper» a du être adapté pour améliorer le comportement en turbulence mais les réglages corrects ont été rapidement trouvés.

- Le programme d'essais de flottement a du être complété par des points de vol à centrage haut, en effet l'influence de la charge sur les modes de vibration fuselage et les déformées des outillages de chargement sont à prendre en compte dans le comportement de l'avion.

- Les principales difficultés ont été rencontrées au niveau de la structure des parties arrières (pointe arrière et plan horizontal) pour lesquelles les charges avaient été sous-estimées et qui ont du être renforcées.

-Un dispositif de bras de levier variable a également été installé sur la commande de la gouverne de direction.

- Une mauvaise surprise est arrivée au cours des essais d'atterrissage ou l'on n'a pas retrouvé les performances de l'avion de base avec un des types de pneus retenus.

- Le chantier de renforcement a retardé le programme d'environ un mois mais les bons résultats rencontrés en qualités de vol ont permis de rester dans les délais prévus.

- La mise au point au sol du système d'ouverture de porte et de chargement a été plus longue que prévue, les vols de démonstration n'ont pu avoir lieu qu'en octobre avec le transport de la première voilure A340 entre BREME et TOULOUSE , le 9 Octobre 1995, après dépose de l'instrumentation d'essais.

CONCLUSION

En conclusion, le programme de mise au point et de certification en vol de l'A300-600st s'est passé dans les délais, il a nécessité un peu moins d'heures de vol que prévu. La mise en place opérationnelle a été légèrement retardée par la disponibilité des systèmes sol mais l'ensemble répond aux exigences du client . L'organisation et le suivi mis en place ont fonctionné correctement dans le contexte de ce programme en coopération, avec deux partenaires majeurs et un nombre important de sous-traitants.