

VISITE DE la CHAINE de MONTAGE de l'AIRBUS A380



à TOULOUSE-BLAGNAC

Jeudi 30 avril 2009



Un car affrété par l'EAI, composé de personnes venant d'horizon divers (EAI, URIS, Ecoles d'Ingénieurs, anciens Pilotes...) nous assura le déplacement à TOULOUSE.

Eole, le dieu des Vents n'était pas au rendez vous, c'est par un temps calme et ensoleillé que nous avons visité l'usine d'assemblage de l'airbus A 380 à TOULOUSE, la cité de l'espace, complétée par une rétrospective sur le Concorde.

L'histoire de l'aviation pourrait symboliquement débiter avec le vol d'Icare mort après avoir volé trop près du soleil. En fait c'est en 1500 environ, lorsque Léonard de Vinci dessina un hélicoptère et un parachute que l'idée de se mouvoir dans l'air apparut. Toutefois il a fallu attendre 1873 pour que s'effectue le premier voyage en montgolfière. L'homme a toujours envié l'oiseau de voler dans l'espace. Aussi, "avion" pourrait venir du latin "avis" qui signifie oiseau. Poussé par ce rêve millénaire, des audacieux se sont pourvus d'ailes et ont tenté de prendre leur envol au début du XX^{ème} siècle. Il serait trop long d'énumérer tous les pionniers de l'aviation, peu d'entre eux ont marqué l'histoire de leur empreinte par leurs réussites. C'est Clément ADER qui effectua le premier décollage de l'histoire de l'aviation et les frères WRIGHT le premier vol en avion propulsé. Alberto SANTOS-DUMONT est le premier à voler à bord d'un aéronef équipé d'un moteur à essence. Henri FARMAN fonda l'une des premières entreprises de constructions aéronautiques. Louis BLERIOT traversa la Manche pour la première fois en 1909. C'est en 1927 que Charles LINDBERGH réussit la traversée de l'atlantique. Voilà en ce qui concerne les faits marquants.



1 L'ENTREPRISE de CONSTRUCTION AERONAUTIQUE

Airbus dont le siège est à Toulouse est une société EADS. A Toulouse sont assemblés les airbus : A 380, A320, A330, A340. L'A318 est monté à Hambourg. L'aménagement de l'A380 y est aussi réalisé.

Airbus comporte quatre filiales en Europe : Airbus France, Airbus Deutschland, Airbus UK et Airbus España. Suite à un recentrage de l'organisation industrielle, ces filiales n'auront plus de rôle décisionnel et opérationnel. Douze sites de production de sous ensembles alimentent les chaînes d'assemblage

2 L'USINE d'ASSEMBLAGE de TOULOUSE

Le site industriel Jean-Luc LAGARDERE de Toulouse-Blagnac entouré de pelouses verdoyantes est très sécurisé. Il est entièrement dédié à l'assemblage final et à la mise en vol de l'A380. Ce plus grand ensemble de construction d'avions civiles a été réalisé de 2002 à 2004. Il occupe une surface de **50 ha** dont **un hall d'assemblage de 10 ha** (490 m de long, 250 m de large et 46 m de haut). Celui-ci, constitué d'une charpente métallique pesant 20000 t, a été construit au sol et érigé au moyen de vérins. Son orientation nord/sud correspond à la progression du montage. Un espace ne pouvant contenir que trois avions en cours d'essais y est réservé.

Une autre usine d'assemblage est implantée depuis 2008 en Chine dans la municipalité autonome de Tianjin jouxtant celle de Pékin. Ceci répond au déplacement de l'axe économique du monde se situant dès lors en Asie. De ce fait, peut-on rêver à l'amélioration de la condition humaine, plutôt bafouée, dans ce grand pays ?

2-1 Acheminement des sous ensembles de l'avion.



C'est le transport multimodal, aérien, maritime et terrestre qui a été privilégié. Concernant les sous ensembles provenant de Grande Bretagne et d'Espagne il se fait :

- par voie fluviale de Pauillac, dans l'estuaire de la Gironde, à Langon en naviguant avec des barges sur la Garonne ;
- par voie routière de Langon à Toulouse durant trois nuits. Les camions utilisés roulent à 30 km/h avec des remorques de 50 m de long et de 6 m de large. L'aile de l'A380 a une longueur de 46 m pour un poids de 50 t. Un hall spécifique est destiné à la reconfiguration des camions pour le retour.



L'avion de transport de fret "BELUGA" aménagé en conséquence assure la liaison avec l'Allemagne.

2-2 Caractéristiques de l'appareil

L'Airbus A380 est un avion de ligne civil très gros porteur quadriréacteur à double pont. Son rayon d'action est de **15200 km**, vitesse de croisière **900 km/h**. C'est le troisième plus gros avion de l'histoire de l'aéronautique. Il est plus large que long : longueur= 73 m, envergure= 79,50 m, hauteur= 24 m (immeuble de 8 étages de 3 m de haut). Il a été conçu pour tenir dans un carré de 80 m x 80 m au sol lui permettant d'atterrir ou de décoller dans le même espace que le Boeing 747. Sa section de forme ovoïde s'inscrit dans un rectangle de 8,40 m de haut par 7,15 m de large. La valeur 3,80 m correspond au diamètre du réacteur avec la nacelle.

2-3 Principes d'assemblage-description

Cinq espaces principaux composent les aires d'assemblage de l'avion. Tous ces halls sont largement dimensionnés permettant de manœuvrer avec aisance les différents éléments de l'appareil

Hall de préparation

Il est destiné à positionner les sous ensembles. Lors de notre visite, l'ensemble des trains d'atterrissage était en préparation. Belle technologie mécanique, hydraulique, électronique et informatique.



L'airbus A380 comporte **5 trains d'atterrissage**, un train principal à l'avant de l'avion, fabriqué aux USA équipé de deux roues, 2 trains de 4 roues unitaire fixés sous les ailes et 2 trains de 6 roues unitaire disposés sous le fuselage un peu en arrière. Soit 22 roues au total. Les deux roues du train à l'avant sont les moins sollicitées.

Les pneus de marque Bridgestone USA sont fabriqués au Japon. Michelin participe aussi à cet équipement. Un Airbus entièrement chargé pèsera plus de **560 t**. Ses pneus devront supportés ce poids dans les décollages et atterrissages répétés à des vitesses de **426 km/h**.

Bâtiment poste d'assemblage

En continuité du hall de préparation, c'est un bâtiment d'un poids de 1200 t, comportant 5 niveaux équipés d'ascenseurs permettant d'assurer les liaisons techniques entre les deux ponts de l'avion. Ce bâti de montage aux connections élastiques est constitué de deux parties : **une partie fixe** et **une partie mobile**, se déplaçant sur un chemin de roulement qui s'écarte afin de pouvoir tracter l'avion. L'outillage est disponible pour le montage d'un seul avion.



Ce bâti permet d'assembler les trois tronçons du fuselage et les ailes, d'accrocher les réacteurs et de fixer les trains d'atterrissage équipés de pneus. Il est procédé par nappes.

Assemblage des trois tronçons du fuselage

Ils sont supportés par des chandelles de 7,2 m de haut, leur alignement se fait par laser. Le tronçon central sert de référence aux deux autres. La conception a été réalisée en 3 D sur ordinateur. Les contraintes et les masses sont différentes pour chaque tronçon. Les trois tronçons sont assemblés par deux coutures au moyen de **5000 rivets**.

Fixation des ailes

Elles sont fabriquées en Grande Bretagne (**longueur : 46m, poids : 50 t**). Au point d'accroche de la carlingue, elles ont 3 m d'épaisseur et 11 m de corde. Le débattement vertical en bout d'aile peut atteindre **6,80 m**.

Imaginons deux camions " rail road ", comme il en circule en Australie accrochés de chaque côté du fuselage !

Suspendues à un pont roulant, les ailes sont alignées et encastrées sur le caisson central. Pas moins de **2000 rivets** sont nécessaires pour l'assemblage d'une aile.

Les servo moteurs de commandes de vol électriques y sont installés.

Montage du cône arrière



Il est assemblé avec 1200 rivets.

Tout ces éléments sont en partie réalisés avec un alliage stratifié, matériau composite : **le glare** (fibre de verre et d'aluminium de haute technologie). Il a de meilleures caractéristiques que l'alliage d'aluminium : meilleure résistance à la corrosion, aux impacts, meilleure tenue au feu, densité plus faible d'où un gain de poids.... D'autres matériaux composites à base de fibres de carbone, de verre et de quartz sont aussi utilisés.

Les rivets de 25 mm de diamètre et de 18 cm de profondeur sont fixés au moyen d'une unité de perçage automatique dotée d'un gabarit.

L'équilibrage des masses est suivi sur écran (**interface homme/machine**).

Motorisation



Les réacteurs de l'A380, d'une poussée totale d'environ **340 kN** sont équipés par ROLLROICE (GB) et GENERAL ELECTRIC (USA). La SNECMA y participe. Ils consomment 15 à 20% de carburant en moins que le Boeing 747, soit **2,9l/100kms/passager** (A340 :3,4l) Les réacteurs sont accrochés aux ailes par des **main réacteurs** en titane. Le kérosène ainsi que les fluides hydrauliques transitent par ces main réacteurs.

Hall de pesée

Cette procédure est réalisée au moyen de 22 balances .

Hall de peinture

La peinture d'un avion est réalisée en 15 jours, représentant une surface de **3000 m²** et nécessitant l'utilisation de **700 kg** de peinture sèche. Cette tâche comporte : une couche d'accrochage, trois couches de fond finition et un vernis. Une nouvelle peinture a récemment été élaborée. Une amélioration est ainsi apportée par un poids réduit d'où un gain en kérosène et un temps de séchage plus court : 2 h au lieu de 6/7 h. La difficulté de peindre la dérive (h= 15 m) avec le logo du client conduit à la réaliser avant son montage.

Hall des essais statiques

Trois avions sont en cours d'essais simultanément. Les vérins hydrauliques sont testés à 1,5 fois leur constante de vol. L'aile est soumise à une torsion jusqu'au point de rupture au CEAT (centre d'essai aéronautique de Toulouse).

Les principaux tests sont les suivants :

- Test des câblages

Les **500 kms de câbles électriques** équipant l'avion sont vérifiés par un robot de sondage.

- Test circuits hydrauliques, étanchéité des réservoirs de carburant

Chacun des quatre réacteurs possède son propre réservoir .Le kérosène est stocké dans les ailes et dans l'empennage horizontal à l'arrière de l'avion. Onze réservoirs sont prévus. Le poids de carburant est de 280 t (310 000 l).Le test est fait sous pression avec de l'hélium.

- Test des parties mobiles

Cela concerne les ailerons et le train d'atterrissage.

- Test calculateur de bord assurant l'assistance au pilotage



- Test carénage ventral

Il permet d'améliorer l'aérodynamique. L'essai se fait sous une pression de 800 mbar (600 mbar en vol à 2640 m d'altitude)

Essais dynamiques

- Test de puissance

En régime de croisière, à 11 000m d'altitude, un moteur assure 9 t de poussée.

- Test d'évacuation

La norme impose une évacuation des passagers en 90 secondes. Or celle-ci a été effectuée en 78 secondes.

Sont réalisés à l'extérieur.

- **Pressurisation de la cabine sous air comprimé**

- **Etalonnage des jaugeurs de remplissage de kérosène** (indicateurs de la bonne quantité de carburant)

Afin d'assurer une meilleure sécurité de l'alimentation en carburant de l'avion lors des essais, un oléo réseau, en boucle sur 8 kms, a été construit.

- **Point fixe avec moteur insonorisé**

Une aire d'essai a été créée pour ce test, en effet le niveau sonore peut dépasser 200 dB.

La réduction du niveau sonore était l'une des principales contraintes à respecter lors de la conception des réacteurs. Les deux versions de moteurs généreraient deux fois moins de bruit que son concurrent Boeing 747.Il aurait atteint un niveau sonore de 88 dB lors d'un passage d'essai à Toulouse Blagnac.

3 LA COMMERCIALISATION

Le premier service commercial s'est déroulé le 25 octobre 2007 entre Singapour et Sydney.

Le coût total du programme A380 est de l'ordre de 12 milliards €.

Coût unitaire d'un avion : 319 millions \$.

La cadence de fabrication est actuellement de 1,5 avion/mois. L'objectif à d'atteindre est de 4 appareils/mois avec 45/an.

La commercialisation de 250 appareils permet d'assurer son amortissement. 200 contrats sont signés ou en cours d'agrément. 25 appareils sont déjà en service.



Les principaux clients sont : Emirates :58; Quantas :20 ; Singapore Airlines :12 ; Air France :12.



4 LE CONCORDE

Ensuite, nous visiterons le CONCORDE N°1.

4.1 Historique



C'est en 1962, à la suite d'un accord entre " Sud Aviation " et " British Airways Corporation " que fut décidée la construction du CONCORDE, avion super sonique pouvant voler à une vitesse supérieure à mach 2 (record : mach 2,22).

La présentation à la presse eut lieu en 1967, le premier vol d'essai en 1969 avec André TURCAT comme pilote. Il atteint mach 2 en 1970. Le premier vol commercial se fit sur "Paris-Dakar-Rio" en 1976, 7 ans après le vol d'essai. Après un accident en 2000, sa certification lui fut retirée. Un dernier vol clôtura cette formidable aventure aéronautique en juin 2003.

4.2 Commercialisation

Une vingtaine d'avions furent construits, dont 6 en essai et 2 prototypes (France et G-B).

Les deux éléments "phare" de sa commercialisation furent : la vitesse et le luxe du service à bord. On notera la sobriété de son aménagement intérieur en comparaison avec l'Airbus 380.

Actuellement le kérosène est trop coûteux, suite aux trois chocs pétroliers successifs, pour le rentabiliser. Consommation : 13l/100km/passager (A 380 :2,9l à 900 km/h)

Une heure de vol nécessitant huit heures de maintenance, n'est pas rentable.

Commercialement, un vol partant à 11 h de Roissy arrivait à 8 h 30 à New-York compte tenu du décalage horaire, soit 3 h 30 de trajet. Le tour du monde a été effectué en 31h27mn (coût : 140 000F)

Le coût d'un vol AR PARIS NEW-YORK était de 54 000F (8100€). Cela excluait les routards !

4.3 Technologie

Ses caractéristiques principales :

Longueur : 62 m, envergure: 25,6 m. Diamètre du fuselage ; 2,80 m. Poids en charge: 185 t (vide 80 t, kérosène 95 t, charge 10 t). Il est équipé de 4 réacteurs développant une poussée totale de 70 t (687 kN) et doté d'un système de post combustion. Sa vitesse de décollage est de 400 km/h. Son avantage est de voler entre 15 000 et 18 000 m, au dessus des zones de turbulences.

Dilatation

Le nez de l'avion s'allonge de 25 cm en vol (t° :128°C). Afin d'assurer une bonne visibilité au pilote, le nez est abaissé de 5° au décollage et de 12° à l'atterrissage. En raison de sa tendance à "piquer du nez", un réservoir additionnel a été adapté à l'arrière de l'appareil.

Equipements

Le train d'atterrissage est rétractable. Système de freinage ABS, avec disques en carbone.

Il n'y a pas d'empennage horizontal, ni d'ailerons. Mais il est doté de "moustaches" à l'arrière et non de dérive lui permettant de s'équilibrer à basse vitesse.

Des "paupières" sont articulées sur les sorties des réacteurs assurant une inversion de la poussée à l'atterrissage.

Les hublots sont armés et soumis à une température de -55°C.

Nouveautés technologiques

- Les commandes de vol électriques ;
- Mini manche testé sur Concorde.



Cet avion supersonique a été conçu par une équipe d'Ingénieurs Aéronautiques passionnés par l'innovation technologique. Economiquement peu rentable, réservé à une clientèle très aisée, il aura servi à développer de nombreuses applications notamment lors de l'élaboration des Airbus. S'il avait pu bénéficier de toute la technologie informatique actuelle que serait devenu ce bel oiseau du 20^{ème} siècle.....



Jean-Louis PATUREAU

(EC Nantes 64, IFFI, URIS L-R)