

# Brevet d'Initiation Aéronautique

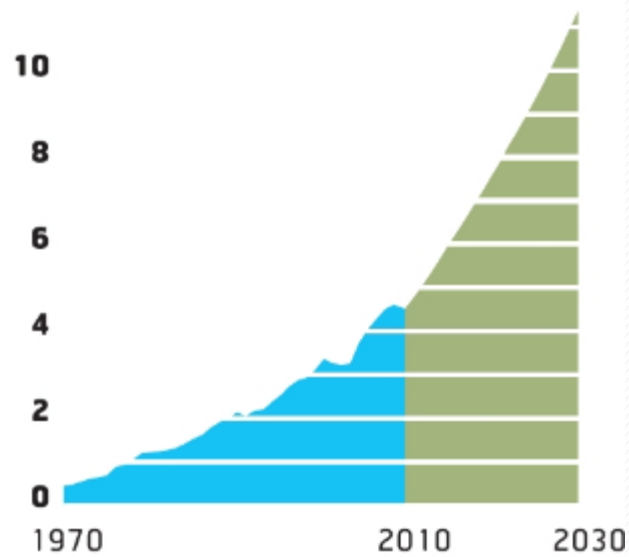
Histoire et culture aéronautique

Cours 6 : essor de l'aviation commerciale

## L'ÉVOLUTION DU TRAFIC AÉRIEN MONDIAL

EN MILLIERS DE MILLIARDS DE PASSAGERS-KILOMÈTRES PAYANTS

■ PRÉVISIONS



« LES ÉCHOS » / SOURCE : ICAO, AIRBUS GMF 2010



# Essor de l'aviation commerciale

## La seconde moitié du xxe siècle :

Une fois encore, **la fin de la guerre** met sur le marché un **surplus d'appareils et de pilotes**.

Cette disponibilité d'avions en grand nombre et de pilotes démobilisés accompagna le renouveau économique de l'après-guerre par la création et la remise en fonctionnement de nombreuses lignes aériennes.

C'est le début du transport aérien commercial régulier "tout temps" capable de s'affranchir des conditions météorologiques et de pratiquer le vol sans visibilité.

L'aéronautique militaire pousse au développement du réacteur, c'est ce qu'on appelle l'ère du jet, puis part ensuite à la conquête du vol supersonique.

Les retombées civiles permettent le développement des premiers avions de ligne quadriréacteurs et le transport aérien s'ouvre à tous, au moins dans les pays développés.

La fin de la Deuxième Guerre mondiale a été l'occasion pour les constructeurs, en particulier américains, de **recycler dans le domaine de l'aviation commerciale les avancées techniques réalisées au titre de l'effort de guerre.**

Des avions de transport militaires, comme les Douglas C-47 ou C-54, ont rapidement trouvé des débouchés civils.

Parallèlement, un constructeur comme Boeing a pu mettre à profit les chaînes de production de ses bombardiers lourds B-29 pour lancer des appareils commerciaux aux dimensions et aux performances alors inédites.

Cette période marqua l'apogée de l'aviation commerciale à pistons, des appareils aussi prestigieux que le Lockheed Constellation voyant leur carrière abrégée dès la fin des années 1950 avec l'arrivée des premiers avions de ligne à turbopropulseurs puis à réaction.



Le Boeing 377 Stratocruiser (à cabine pressurisée), mis en service en 1949.  
*Avion dérivé du B29*



Lockheed Constellation, mis en service par la TWA en 1945.



Le Vickers Viscount 1er avion à turbopropulseur produit en série, mis en service en 1950.

Le **1er avion de ligne à réaction** est le **De Havilland Comet**, mis en service en 1952. Le coût de la place au kilomètre chute de 30 %, ce qui permet de démocratiser le voyage en avion. Les vitesses de vols passent de 450 à 800 km/h.



Le De Havilland Comet, mis en service en 1952.



Le Boeing 707, mis en service en 1958.



La Caravelle du constructeur français Sud-Aviation, mise en service en 1959.



Le Douglas DC-8, mis en service en 1958.

De Havilland "**Comet**"

**1er avion de ligne à réaction  
produit en série.**



Développé et construit par de Havilland dans son quartier général à Hatfield, dans le Hertfordshire au Royaume-Uni, le prototype Comet 1 vole pour la première fois le 27 juillet 1949.

Un an après sa mise en service commerciale les Comet commencent à connaître des problèmes ; trois d'entre eux sont détruits en plein vol au cours d'accidents assez médiatisés.

Il est établi par la suite que ces accidents sont dus à la fatigue du métal sur les cellules, phénomène peu connu à l'époque.

Le Comet est retiré du service et intensivement testé afin d'en découvrir la cause ; le premier incident a été attribué par erreur au mauvais temps. Les défauts de conception, dont les contraintes dangereuses aux coins des hublots carrés et la méthode d'installation, sont immédiatement identifiés. En conséquence, le Comet est entièrement redessiné avec des hublots ovales, une structure renforcée et d'autres modifications. Entre-temps, les avionneurs rivaux tiennent compte des leçons tirés du Comet pour développer leurs propres avions.

Bien que les ventes ne soient pas entièrement redressées, le Comet 2 amélioré et le prototype Comet 3 conduisent au Comet 4, redessiné, qui fait ses débuts en 1958 et connaît une carrière de plus de 30 ans. Le Comet est adapté à de nombreux rôles militaires comme le transport VIP, médical et de passagers, ainsi que la surveillance. La plus importante modification aboutit à une version de patrouille maritime, le Hawker Siddeley Nimrod. Le Nimrod reste en service dans la Royal Air Force (RAF) jusqu'en juin 2011, plus de 60 ans après le premier vol du Comet.

## Sud-Aviation SE 210 **Caravelle**



avion de ligne biréacteur, destiné aux itinéraires court et moyen-courriers, produit entre 1958 et 1973 par la société française Sud-Aviation qui devient Aérospatiale en 1970.

Premier biréacteur civil au monde produit en série, il présente la caractéristique, innovante pour l'époque, d'avoir les moteurs placés à l'arrière du fuselage et non dans les ailes comme pour le Comet, ou dans des nacelles subalaires comme c'est le cas pour le 707 de Boeing.

Conçue pour remplacer les avions à moteurs à pistons tels que le Douglas DC-6, la Caravelle peut emporter, selon les versions, de 80 à plus de 130 passagers sur une distance maximale comprise entre 1 650 et 3 400 km.

la Caravelle a été exploitée par plus de 100 compagnies aériennes,

**Caravelle**, avion ambassadeur de la France, allait permettre à l'industrie aéronautique française de se faire connaître et apprécier sur le plan international, Sud-Aviation prenant place dans la cour des grands constructeurs d'avion, Boeing, Douglas, Lockheed... N'oublions pas que sans Caravelle il n'y aurait pas eu, par la suite, Concorde et Airbus. En 1951, le gouvernement français, via le Secrétariat Général à l'Aviation Civile avait lancé un concours pour la réalisation d'un avion de transport civil multi réacteurs, capable de transporter 80 passagers sur 2400 km et à plus de 600 km/heure. Le projet de la Société Nationale de Construction Aéronautique du Sud-Est (SNCASE) a été retenu. *georges\_hereil* Au départ il s'agissait du XE 210, triréacteur équipé de moteurs français Atar, devenu en final le biréacteur SE 210 avec des Rolls Royce Avon, la pointe avant de l'avion étant empruntée au De Havilland Comet.

Un appareil a effectué le 16 avril 1959 une démonstration spectaculaire, réalisant, après un décollage avec un seul moteur, une montée à 13 000 mètres, et ensuite un vol plané de 46 minutes entre Paris et Dijon avec des journalistes à bord, démontrant ainsi la finesse et la stabilité de cet avion au profil aérodynamique exceptionnel lui permettant de planer.

*Caravelle* a été aussi le premier avion de ligne au monde autorisé à pratiquer des atterrissages entièrement automatiques et dans des conditions de mauvaise visibilité (*approche cat III*). **André Turcat**, futur pilote du *Concorde* et futur directeur des essais en vol de l'*Aérospatiale*, a été le maître d'œuvre de ces essais.

Dassault Mercure 100

Premier vol : 29 mai 1971



Vitesse maximale : 925 km/h

Longueur : 35 m

Retrait : 29 avril 1995

Envergure : 31 m

Type de moteur : Pratt & Whitney JT8D

Constructeur : Dassault Aviation



Le Dassault Mercure 100 est un avion fabriqué par le constructeur aéronautique Dassault.

Entre 1973 et 1980, les études de marché font apparaître l'existence d'un marché potentiel de 1 500 appareils court courrier de 130 à 150 passagers.

**2 mars 1969**



**1<sup>er</sup> vol du Concorde**

L'avion supersonique **Concorde** est le fruit d'une **coopération entre le constructeur français Aérospatiale et britannique BAC** qui résulte d'un accord signé entre les deux gouvernements en novembre 1962.

Le premier prototype, assemblé à Saint-Martin, vole le 2 mars 1969 suivi par celui assemblé à Filton, le 9 avril.

Le fuselage, d'une longueur de 62 mètres, permet d'emporter 128 passagers sur une distance maximale de 6 400 km à une vitesse de M 2,05. Quatre réacteurs Olympus de 17 250 daN de poussée propulsent cet avion de 25 m d'envergure et d'une masse au décollage de 181 000 kg.

L'intérêt initial des compagnies aériennes est limité, elles préfèrent s'équiper en avions gros porteurs ; le choc pétrolier de 1971 et une campagne environnementaliste contre le bruit et la pollution des supersoniques entraîneront l'annulation des réservations et l'avion ne sera commandé que par les compagnies Air France et British Airways.

En fait Sud-Aviation, plutôt que de développer rapidement une version améliorée de la Caravelle et devant les succès des avions moyen-courrier américains, s'est lancé dans le concept d'un moyen courrier supersonique avec une voilure delta révolutionnaire. A la même époque, les Anglais envisageaient un long courrier supersonique. En 1961 suite à la convergence des 2 programmes, un premier accord a été signé entre Sud-Aviation, British Aircraft Corporation, SNECMA, Rolls Royce, pour mettre en commun les études. En 1962, signature de l'accord gouvernemental et le lancement de Concorde est officialisé. Dès lors toutes les énergies, tous les crédits sont concentrés sur Concorde dont le premier vol a eu lieu le 2 mars 1969 (équipage A. Turcat, J. Guignard, H. Perrier, M. Rétif, tous ayant participé auparavant aux mises au point de Caravelle).

AIRBUS A300

Premier vol en 1972



Le 29 mai 1969, la production de l'A300 fut officiellement lancée par une signature des deux pays, l'Allemagne et la France.

Airbus Industrie fut officiellement créé le 18 décembre 1970

Boeing 707

Premier vol : 20 décembre 1957



Avion de ligne quadriréacteur long-courrier de taille moyenne à fuselage étroit construit par Boeing Commercial Airplanes entre 1958 et 1979.

Mise en service : octobre 1958  
Envergure : 44 m  
Type de moteur : Turboréacteur

Jusqu'au début des années 1950, la firme Boeing conçoit et produit principalement des avions militaires destinés à l'armée américaine, essentiellement des bombardiers, dont les plus fructueux sont les quadrimoteurs B-17 Flying Fortress et B-29 Superfortress très utilisés pendant la 2<sup>ème</sup> mondiale. L'avionneur construit également le bombardier à réaction B-47 Stratojet qui effectue son premier vol en décembre 1947, et le B-52 Stratofortress, de près de 200 tonnes, motorisé par huit réacteurs et qui vole pour la première fois en 1952. À cette époque, le marché civil est largement dominé par Douglas et quelques autres concurrents, les avions de ligne les plus notables de Boeing étant le bimoteur 247, l'hydravion à coque 314 Clipper, et le quadrimoteur pressurisé 307 Stratoliner, produits respectivement à 75, 12 et 10 exemplaires. Boeing développe un autre avion de ligne, basé sur le ravitailleur KC-97 et le C-97 Stratofreighter de transport : le 377 Stratocruiser, dont seulement une cinquantaine d'exemplaires sortiront des chaînes.

À la fin des années 1940, ce sont deux principaux développements qui encouragent Boeing à envisager la construction d'un avion de ligne à réaction : tout d'abord, le premier vol du B-47, en décembre 1947, un bombardier à réaction à voilure en flèche et dont les réacteurs se situent dans des nacelles placées sous les ailes. Selon Boeing, cette disposition permet d'améliorer les performances de l'avion et facilite la maintenance des moteurs. La construction d'un jet commercial est annoncée par Boeing dès le 30 août 1952, afin de répondre aux besoins nouveaux et futurs de l'aéronautique à cette époque en pleine expansion.

Boeing 727

1<sup>er</sup> vol en 1963.



Le Boeing 727 est un avion de ligne moyen courrier et triréacteur construit par la société américaine Boeing. Il fut, pendant très longtemps, l'avion de ligne le plus populaire au monde.

Envergure : 33 m

Type de moteur : Pratt & Whitney JT8D

Constructeur : Boeing Commercial Airplanes

Le Boeing 727 est un avion de ligne moyen courrier et triréacteur construit par la société américaine Boeing. Il fut, pendant très longtemps, l'avion de ligne le plus populaire au monde. Le 727 a volé pour la première fois en 1963.

La conception du 727 fut le résultat d'un compromis entre United Airlines, American Airlines, et Eastern Airlines sur la configuration du successeur du Boeing 707. United Airlines souhaitait un quadrimoteur pour ses vols vers des aéroports situés en altitude, particulièrement sa plateforme de correspondance de Stapleton International Airport. American Airlines voulait un bimoteur pour des raisons d'efficacité. Eastern Airlines espérait un troisième moteur pour ses vols vers les Caraïbes. Finalement, les trois compagnies aériennes se mirent d'accord sur un triréacteur. Ainsi naquit le 727.

Le 727 a rencontré un grand succès auprès de toutes les compagnies aériennes du monde grâce à sa capacité d'atterrir sur des pistes d'atterrissage plus courtes, tout en desservant des moyennes distances. Cela permit aux compagnies aériennes d'attirer des passagers de villes très peuplées mais dotées d'aéroports plus petits vers des destinations touristiques internationales.

Une des particularités qui donnait au 727 sa capacité d'atterrir sur des pistes d'atterrissage plus courtes était la conception particulière de ses ailes. Grâce à l'extension de volets et au déploiement des bords de fuite, le 727 pouvait presque doubler sa surface portante, ce qui lui permettait de voler avec une grande stabilité à de très faibles vitesses.

## Boeing 737



Le Boeing 737 est une famille d'avion de ligne construit par la société Boeing depuis 1965.

Il s'agit d'un biréacteur, monocouloir, court à moyen-courrier.

Il a effectué son premier vol le 9 avril 1967. Il existe quatre générations de Boeing 737.

Envergure : 34 m

**Mise en service : 10 février 1968**

Constructeur : Boeing Commercial Airplanes

C'est l'avion de ligne le plus vendu au monde, en avril 2016 le Boeing 737 avait cumulé plus de 13 000 commandes et plus de 9 000 livraisons

## Boeing 747




Le Boeing 747 est un avion de ligne à réaction américain à fuselage large, souvent désigné par son surnom, Jumbo Jet ou Reine des Ciel.

Sa « bosse » caractéristique à l'avant du fuselage font du 747 un appareil particulièrement reconnaissable.

Le 747 est également le premier avion de ligne à fuselage large produit. Construit aux États-Unis par le groupe Boeing, la version initiale du 747 a une capacité deux fois et demi supérieure à celle du Boeing 707 qui est l'un des grands avions commerciaux des années 1960.

Mis en service en 1970, le 747 détient pendant 37 ans le record de la capacité de passagers, jusqu'à l'arrivée de l'Airbus A380.



Le quadriréacteur 747 dispose d'un double-pont sur une partie de sa longueur. Il est disponible en transport de passagers, avion cargo et d'autres versions. Le pont supérieur est conçu pour servir de salon de première classe ou accueillir des sièges supplémentaires et permet également à l'avion d'être facilement converti en cargo en retirant les sièges et en installant une porte cargo sur le nez.

En effet, Boeing s'attend à l'arrivée d'avions de ligne supersoniques, dont le développement est annoncé au début des années 1960, ce qui rendrait le 747 et d'autres avions obsolètes tandis que la demande d'appareils cargo subsoniques devrait être soutenue.


Le 747 est appelé à devenir obsolète après 400 appareils vendus mais il outrepassa les attentes des critiques et, en 1993, le 1000<sup>e</sup> appareil est construit. En 2016, 1 522 appareils avaient été livrés et 21 restaient en commande.

## Boeing 767



Le Boeing 767 est un avion de ligne à réaction gros-porteur de taille moyenne construit par Boeing Commercial Airplanes.

Il est le premier biréacteur à fuselage large du constructeur et le premier avion de ligne à être équipé d'un cockpit à deux membres d'équipage avec une planche de bord tout écran. L'avion est équipé de deux turboréacteurs à double flux, d'un empennage conventionnel et, pour réduire la traînée aérodynamique, d'un profil de voilure supercritique.



Conçu comme avion de ligne gros-porteur plus petit que les appareils précédents, tels que le 747, le 767 a une capacité allant de 181 à 375 personnes et une autonomie de 3 850 à 6 385 milles nautiques (7 130 à 11 825 km), selon les versions.

Le développement du 767 ayant été fait en simultané avec celui d'un biréacteur à fuselage étroit, le 757, les deux appareils partagent des caractéristiques communes ; de ce fait, une certification unique permet de piloter les deux appareils.

## Boeing 777



Le Boeing 777 ou B777, souvent surnommé triple sept dans le milieu aérien, est un avion de ligne gros porteur, long courrier et biréacteur.

Vitesse maximale : 950 km/h

Envergure : 61 m

Vitesse de croisière : 905 km/h

**Mise en service : 7 juin 1995**

Type de moteur : Turboréacteur à double flux

Constructeur : Boeing Commercial Airplanes

Face à la montée en puissance de la concurrence durant les années 1980, Boeing innova pour développer cet appareil en établissant un partenariat avec huit grandes compagnies aériennes et en concevant intégralement l'avion par ordinateur.

L'avionneur introduisit à cette occasion des techniques de pointe : une voilure supercritique, des commandes de vol électriques, et un pilotage assisté par ordinateur. Boeing compléta ainsi sa gamme en offrant une capacité intermédiaire entre le 767 et le 747, ce qui permettait le remplacement de modèles antérieurs de gros-porteurs.

En janvier 2015, 1 268 appareils avaient été livrés, faisant de cet avion un succès commercial pour son constructeur. En 2013, il devient le gros porteur le plus vendu dans l'histoire de l'aviation.

Le 777 est connu pour être un avion très sûr. Malgré le nombre d'avions en service, on ne déplore que quatre accidents majeurs. Deux ne mettent pas en cause l'avion, et les deux autres proviennent de causes encore indéterminées.

## Boeing 787

Composition matérielle en % par masse :

50 % composite

20 % aluminium

15 % titane

10 % acier et 5 % autres





Le Boeing 787, également connu par son surnom Dreamliner, est un avion long-courrier.

Officiellement lancé le 26 avril 2004 pour une mise en service en mai 2008, il effectue son premier vol le 15 décembre 2009 et est certifié le 26 août 2011.

La première livraison du Boeing 787-8 Dreamliner a eu lieu le 26 septembre 2011 à la compagnie All Nippon Airways.



## LE DUEL

Commence doucement en 1972 quand le nouveau constructeur d'avion dénommé Airbus fait voler son premier avion : l'Airbus **A300**.

Il s'agit du premier biréacteur à fuselage large ; il obtient son certificat de navigabilité en 1974.

C'est en 1982 que Boeing met en service son premier biréacteur à fuselage large, le **B767**

La même année, Airbus met en service un avion similaire, l'**A310**, directement dérivé de l'A300, mais avec un rayon d'action élargi.

La famille A300-A310 s'est vendue à 816 exemplaires toutes versions confondues.

En 1988, Airbus met en service l'A320, biréacteur moyen courrier, monocouloir (donc à fuselage plus étroit), et qui intègre des concepts révolutionnaires pour l'époque. Les avions de cette famille (A318, A319, A320, A321) vont se vendre très largement (4726 exemplaires livrés fin 2010), et ce large succès (à hauteur de la réussite commerciale du Boeing 737 concurrent) va aider grandement Airbus à rattraper Boeing.

En 1992 et 1993, Airbus met en service deux autres long courriers à larges fuselages (même diamètre que l'A300 et l'A310) : l'A340 et l'A330, qui ont beaucoup d'éléments en commun, mais qui diffèrent sur le nombre de réacteurs : l'A330 est un biréacteur, l'A340 un quadriréacteur. Leur poste de pilotage est très similaire à celui de l'A320.

En 1995, Boeing met en service son propre biréacteur à très long rayon d'action, le B777. Pour tenter de contrer la très lucrative gamme des A320, Boeing a rajeuni ses B737 (lancés en 1967), à partir de 1997. Mais Boeing attendra plus de 15 ans avant de produire un avion réellement nouveau, le B787 dont la mise en service eu lieu en 2011. Airbus réplique avec l'A350, dont la mise en service devrait suivre de 3 ans le B787.

**Le marché des très gros porteurs**, chasse gardée du vénérable Boeing 747, lancé en 1969, est **attaqué par Airbus** avec la mise en service de **l'A380 en 2007**.

Alors que traditionnellement, il s'écoule guère plus d'une année entre la présentation et la mise en service des avions commerciaux, l'A380 a souffert d'un délai supplémentaire de près deux ans. La situation est pire chez Boeing, puisque le B787 sera mis en service au mieux 4 ans après sa présentation.



Airbus Commercial aircraft, connu sous le nom Airbus est un constructeur aéronautique **européen** dont le siège social se trouve à Blagnac, dans la banlieue de Toulouse.

Division détenue à 100 % par le groupe industriel du même nom, l'entreprise **fabrique plus de la moitié des avions de lignes produits dans le monde**, et est le principal concurrent de Boeing.

Airbus fut fondé en tant que consortium par des fabricants européens à la fin des années 1960. Airbus Industrie est devenue une SAS (société par actions simplifiée) en 2001, filiale d'EADS renommé Airbus Group en 2014 puis Airbus en 2017. BAE Systems détenait 20 % d'Airbus entre 2001 et 2006.



Ainsi en 2010, 62 751 personnes sont employées sur **18 sites** d'Airbus situés en **France**, en **Allemagne**, au **Royaume-Uni**, en **Belgique** (SABCA) et en **Espagne**. Les chaînes d'assemblage final se trouvent à Toulouse (France), Hambourg (Allemagne), Séville (Espagne), Tianjin (Chine) et Mobile (États-Unis). Des filiales d'Airbus se trouvent aussi aux États-Unis, en Chine, au Japon et en Inde.

Airbus a produit son **premier avion, l'A300, en 1972**, et propose une gamme d'avions commerciaux allant de **l'A318 à l'A380**.

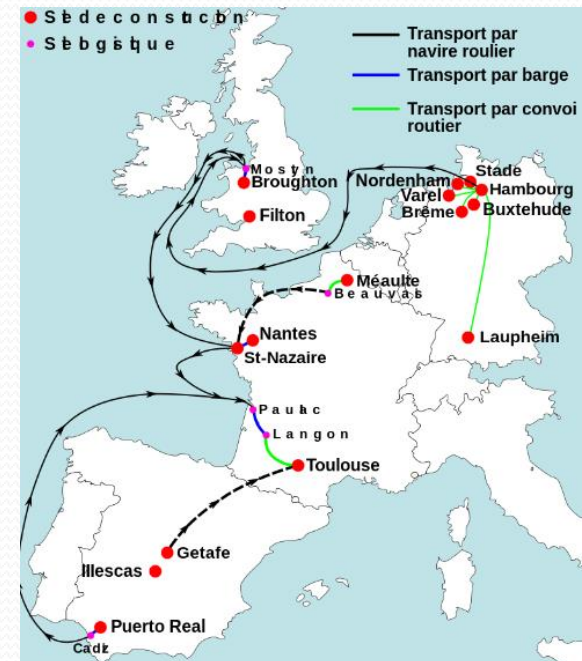
Airbus a été le **1er constructeur à installer un système de commandes de vol électrique sur l'A320**.

# Airbus A380

1<sup>er</sup> vol : 27 avril 2005



Mise en service 25 octobre 2007

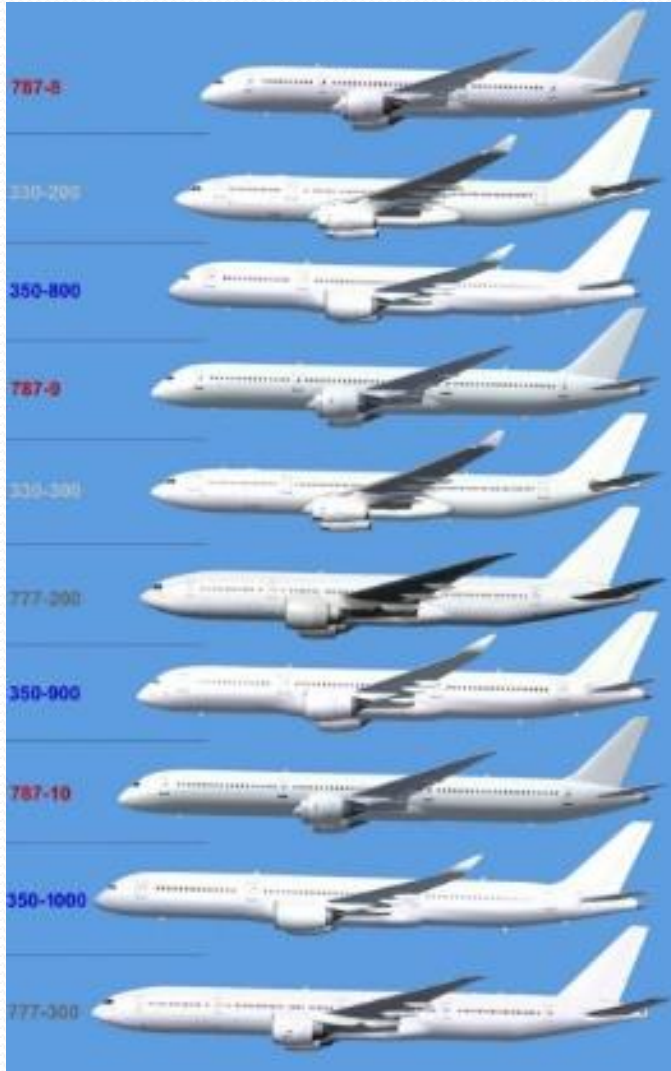




L'Airbus **A380** est un avion de ligne civil **très gros-porteur** long-courrier **quadriréacteur** à double pont, produit par Airbus.

Les éléments sont produits et assemblés dans différents pays de l'Union européenne ; les principaux le sont en France, en Allemagne, en Espagne et au Royaume-Uni.

D'autres pièces proviennent d'autres pays, dont la Belgique, et **l'assemblage final** est réalisé **sur le site de Toulouse**, en France.



# La famille Airbus

## Famille A320

L'avion le plus vendu au monde



## Famille A330

Powering the Future



## A350 XWB

L'Xtra qui fait la différence



## A380

La solution pour la croissance du 21ème siècle



© 2010 Airbus. All rights reserved. Airbus and program names are trademarks of Airbus.



## Le face à face Boeing-Airbus

En nombre d'appareils au 30/05/2005



Commandes Livraisons

Commandes Livraisons



	BOEING		AIRBUS		
	Commandes	Livraisons			
717	-	4	A320	168	117
737	168	76	A300	1	15
747	-	4	A330-340	22	31
757	-	2	A380	5	-
767	-	3			
777	12	14			
787	62	-			
<b>Total</b>	<b>242</b>	<b>103</b>	<b>Total</b>	<b>196</b>	<b>153</b>

Idé / Source : «Aéronautique Business»  
avec Airbus et Boeing / Photo : ADP

## Airbus A400M

1er vol 11 décembre 2009



Rôle : avion de transport militaire  
Mise en service : 29 décembre 2013

vitesse d'approche : 120 nœuds.  
vitesse de croisière (Mach 0,68 à 30 000  
pieds) et 300 nœuds à basse altitude



**LE MUR DU SON** : voler à plus de 1 224 km/h (340m/sec)

**14 octobre 1947** : **Chuck YEAGER**, Bell X-1  
pilote d'essais chez Bell Aircrafts,.



**4 février 1953** : **Constantin Rozanoff** 1er pilote français  
Dassault Mystère II (MD452)



**15 août 1953** : **Jacqueline Auriol**, sur Mystère II réalise cet exploit.  
C'est la 1<sup>ère</sup> femme en Europe et 2<sup>ème</sup> femme au monde (après  
l'Américaine Jacqueline Cochran) à voler aussi vite