

Evolutions passées et futures



Des avions de ligne

Développement de l'aviation de ligne.

1918 à 1939 : L'aviation commerciale se développe

- Avec le transport du courrier, notamment en France et aux États Unis

- Lignes Aériennes Latécoère (1919-1927) → la Compagnie Générale Aéropostale (1927-1933)

- Ligne Toulouse – Casablanca – Dakar
- Rio – Recife
- 1930 la ligne est aérienne y compris au dessus de l'Atlantique
- Extension du réseau en Amérique du Sud



Développement de l'aviation de ligne.

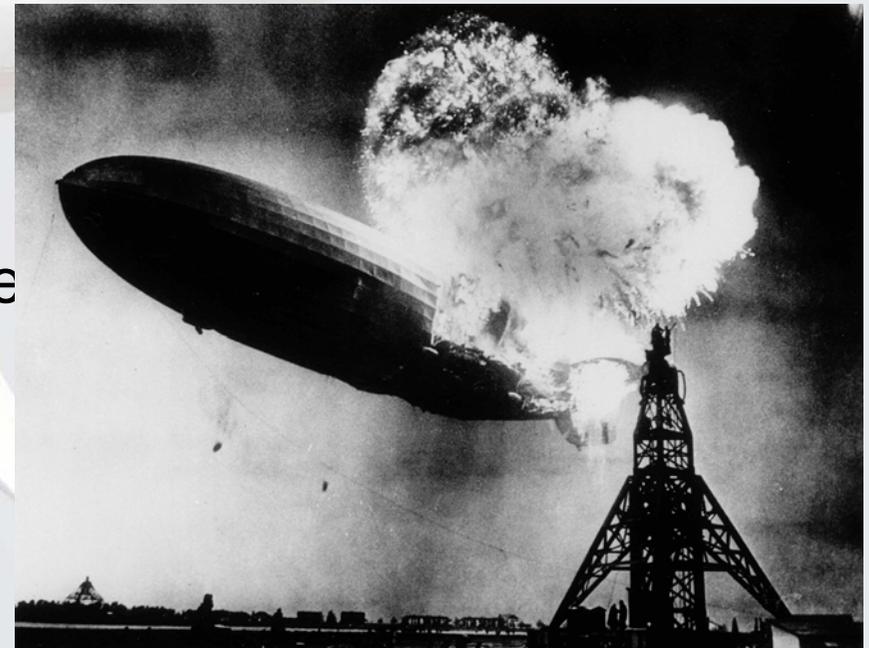
- Les balbutiements du transport de passagers :
 - 1^{ère} ligne régulière en 1914 entre St. Petersburg et Tampa (Floride) avec 1 passager (dure 3 mois)
 - 1918 développement de lignes avec des bombardiers convertis (2 à 3 passagers)
 - 1919 apparition d'avion dédiés avec une cabine pour les passagers (10 à 12)
 - Dans les années 1930 de nombreuses compagnies exploitent des lignes plus ou moins régulières en avion ou hydravion
 - Les appareils emportent peu de passagers (- de 20) et le vol, qui se fait à vue, dépend beaucoup de la météorologie.



De Havilland Dragonfly

Développement de l'aviation de ligne.

- Les dirigeables lancent le mouvement
 - Dès 1910, les allemands développent des dirigeables capables d'emporter un nombre de passagers plus élevé que les avions et sur de plus grandes distances
 - Des traversées transatlantiques régulières sont organisées
- Mais les espoirs s'envolent en fumée :
 - Les aéronefs gonflés à l'hydrogène s'avèrent dangereux et l'Hélium qui peut le remplacer est rare et cher.
 - 6 mai 1937, l'Hindenburg s'enflamme à l'arrivée à Lakehurst (New Jersey) faisant de nombreuses victimes.
 - D'autres sont perdus en raison de leur fragilité sous la tempête.
 - Ils seront alors abandonnés.



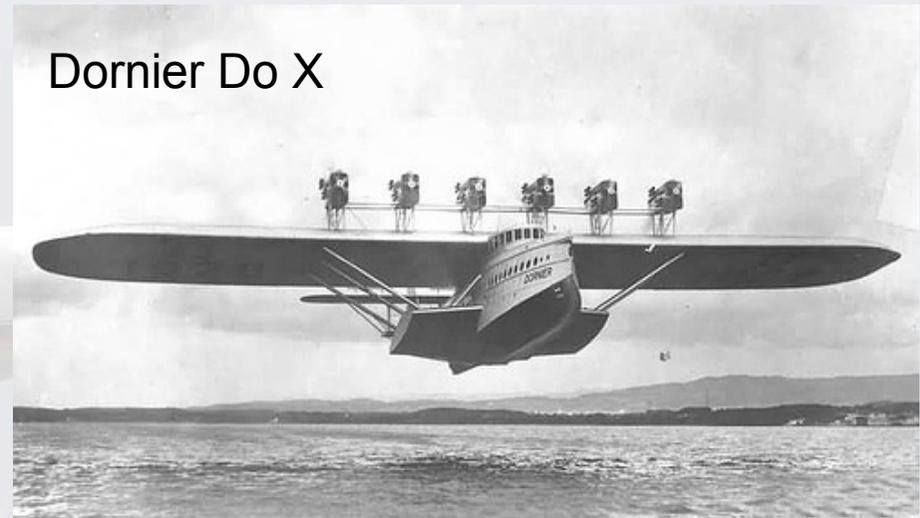
Développement de l'aviation de ligne.

- Le transport des passagers au dessus des océans se développe avec les hydravions à partir de 1919 et restera bien en avance sur l'avion terrestre qui manque d'autonomie et ne trouve pas toujours d'escales adaptées.

Boeing Clipper



Dornier Do X



Latécoère 300

Développement de l'aviation de ligne.

- L'avion est en retrait par son manque d'autonomie et de charge utile.
- Mais progresse : la puissance des moteurs augmente, l'aérodynamique progresse, la construction aussi et des perfectionnements font leur apparition (train rentrant...)
- A la veille de la seconde guerre mondiale les avions de ligne emportent de 15 à 20 passagers à une vitesse de 300 à 350 km/h



Développement de l'aviation de ligne.

- Les premières grandes compagnies aériennes naissent :
 - Pan American (1926 à 1991) :
 - développée par Juan TRIPPE
 - transport de fret et de passagers
 - étend son réseau à l'ensemble du monde
 - Trans World Airlines (1925) :
 - développée par le milliardaire Howard HUGUES
 - grande concurrente de Pan American à leurs débuts
 - Lufthansa (1926)
 - compagnie nationale allemande
 - développement rapide car l'état allemand qui ne peut pas développer d'armée de l'air entre les deux guerres l'utilise pour préparer ses futures forces de la Luftwaffe



Lufthansa

Développement de l'aviation de ligne.

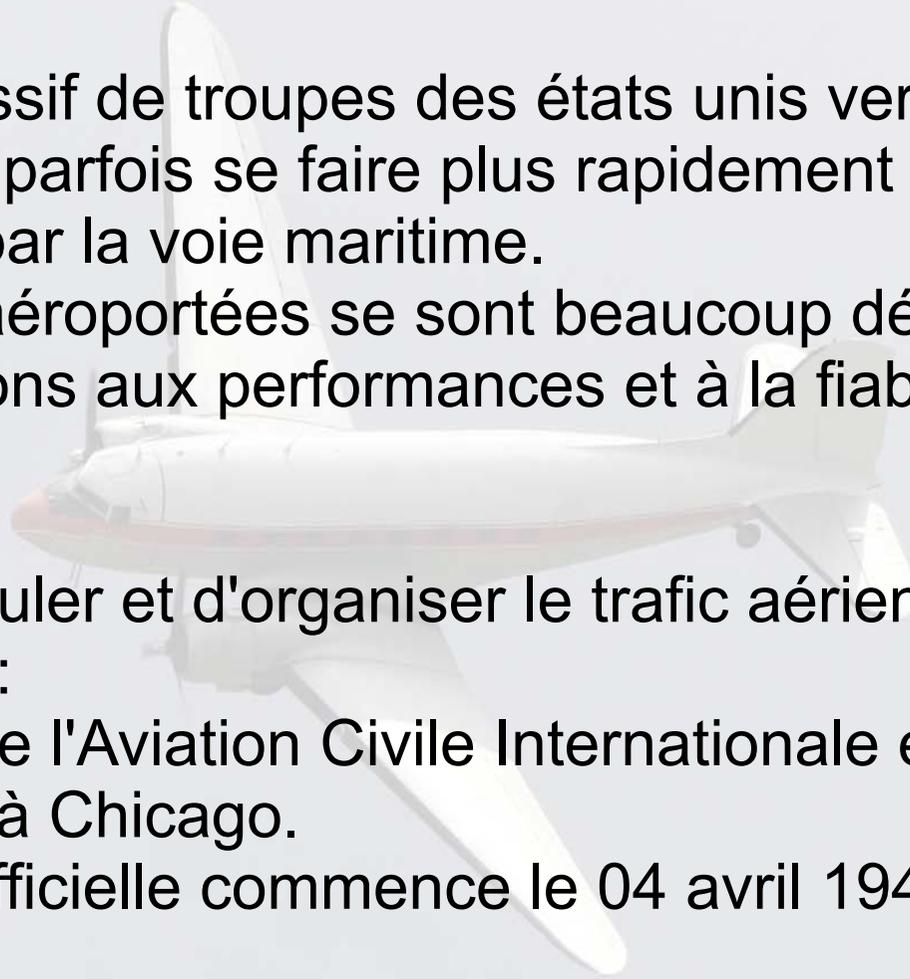
La guerre lance véritablement le transport aérien en masse :

- Le Fret :
 - L'augmentation de la charge utile des avions cargo permet d'envisager un transport rapide de charges importantes
 - En 1945 le Douglas DC3 emporte 4t de fret à 300 km/h sur .
 - Dans les années 60 : le Boeing 707 cargo emporte 40t de fret à 800 km/h.
 - Dans les années 70 : apparition du Boeing 747 en version cargo il transporte 108t de fret à 900km/h sur 7500km.
 - Aujourd'hui : le B747-8F transporte 140t de fret sur 8000km.



Développement de l'aviation de ligne.

- Les passagers :
 - Le transport massif de troupes des états unis vers l'Europe et le Pacifique devait parfois se faire plus rapidement et avec moins de risques que par la voie maritime.
 - Les opérations aéroportées se sont beaucoup développées.
 - Il a fallu des avions aux performances et à la fiabilité en conséquence.
- La nécessité de réguler et d'organiser le trafic aérien au niveau mondial est apparue :
 - L'Organisation de l'Aviation Civile Internationale est créée le 7 décembre 1944 à Chicago.
 - Son existence officielle commence le 04 avril 1947.



Développement de l'aviation de ligne.

- Le Douglas C47 Dakota devient le DC3 :
 - Avion de transport standard de l'armée américaine.
 - 1er vol le 17 décembre 1935
 - Performances : croise à 330 km/h à 7000m d'altitude avec 20 à 30 passagers
 - En service jusque dans les années 70 dans certains pays d'Afrique



Développement de l'aviation de ligne.

- Qui donne une lignée célèbre : DC4 et DC6 :
 - L'autonomie augmente
 - Le confort s'améliore (pressurisation)



Développement de l'aviation de ligne.

- Lockheed développe le Constellation et le Super Constellation :
 - L'aérodynamique est poussée au maximum et le luxe s'installe à bord
 - Performances : croise à 470km/h avec 60 passagers
 - Couchettes disponibles pour les traversées transatlantiques.



Développement de l'aviation de ligne.

- Les turboréacteurs civils accélèrent le développement :
 - Les performances s'améliorent : plus de poussée, plus de fiabilité.
 - La consommation diminue : amélioration des chambres de combustion et des taux de compression, apparition des réacteurs double flux.
- De Havilland Comet : le précurseur malheureux
 - Performance : 40 à 80 passagers à la vitesse de 740 à 840 km/h sur 2500 à 5000 km selon les versions.
 - Mais un défaut structurel au niveau des hublots entraîne la perte de plusieurs appareils par décompression brutale.



Développement de l'aviation de ligne.

- Boeing 707 : le grand gagnant
 - Premier avion à réaction civil fiable et performant entré en service en 1958.
 - Performances : 140 à 220 passagers sur 4600 à 10650 km à la vitesse de 900km/h
 - Produit à 1010 exemplaires
 - Certains exemplaires sont encore en service comme ravitailleurs en vol (KC135)



Développement de l'aviation de ligne.

- Les concurrents se réveilleront :
 - Douglas DC10 (1) et Mc Donnell Douglas MD11 (2)
 - Lockheed L1011 Tristar (4)
 - Sud-Ouest Aviation Caravelle (3)



1-2
3-4



Développement de l'aviation de ligne.

- Le premier très gros porteur : le Boeing 747 Jumbo Jet
 - Sa mise en service en 1970 amène une nouvelle étape dans le transport aérien : le transport de masse.
 - Performances : 480 à 605 passagers à 900 km/h sur 9800 à 15000km selon les versions.
 - Nombre commandés (produits) : 1537 (1515)
 - Dernière version mise en service en 2011.



Développement de l'aviation de ligne.

- L'Europe développe le transport supersonique avec Concorde :
 - 1969: l'Europe mise sur la vitesse : Paris → New-York en 3h30
 - Mais les États Unis interdisent le survol supersonique de leur territoire et « tuent » l'avion qui a été mis en service le 21 janvier 1976.
 - Performances : Mach 2 avec 92 à 128 passagers sur 7200km.
 - Nombre d'avions produits : 20
 - Dernier vol le 26 novembre 2003.



Développement de l'aviation de ligne.

- Puis Airbus vient concurrencer Boeing sur les moyens porteurs avec l'A300 :
 - L'Europe s'organise en créant un consortium : Airbus prend naissance à la fin des années 60.
 - Un mécano industriel qui laisse perplexe au début mais fera ses preuves.
 - L'A300, qui entre en service en 1974 est un succès et donne naissance à l'A310 en 1983.



Développement de l'aviation de ligne.

- Et sur tout le reste de la gamme :
 - L'A320 est une révolution que les compagnies attendaient et propulse Airbus au sommet au détriment du Boeing 737 qui détenait un quasi monopole dans sa catégorie
 - Cet avion mis en service en 1988 intègre les derniers développements de la technologie (commandes de vol électriques notamment) et apporte un gain considérable en performances.

B737

A320



Développement de l'aviation de ligne.

- Et sur tout le reste de la gamme :
 - L'A330 et l'A340 renforcent la position d'Airbus en apportant des longs courriers de grande capacité.
 - Airbus développe un concept de cockpits communs à toute sa gamme qui facilite le passage d'un avion à l'autre pour les équipages.



A330



A340-600

Développement de l'aviation de ligne.

- Et sur tout le reste de la gamme :
 - L'A380 devient le plus gros avion de transport civil du monde quand Boeing renonce à remplacer le 747.
 - Airbus possède désormais une gamme complète d'avions de ligne performants.



Développement de l'aviation de ligne.

- Le duopole Boeing – Airbus :
 - Représentent la quasi totalité du marché des avions de ligne moyen et long courrier.
 - Entreprises réparties sur tous les continents ou presque.
 - Aucun concurrent possible à court ou moyen terme
 - Sont au sommet de la technologie avec leurs derniers nés : le B787 Dreamliner et l'A350 XWB

A350 XWB



B787 Dreamliner



Développement de l'aviation de ligne.

- La concurrence tente d'exister :
 - Sur le continent américain :
 - Embraer avec la série des ERJ175 et 195

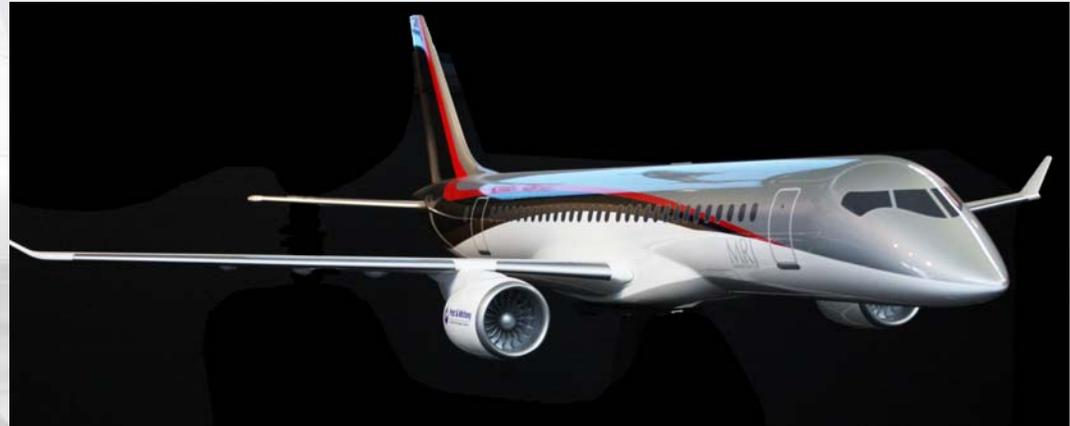


- Bombardier avec les CS100 et CS300 en développement



Développement de l'aviation de ligne.

- La concurrence tente d'exister :
 - En Asie :
 - Comac avec des avions inspirés de l'A320 en développement.
 - Mitsubishi avec des jets régionaux



- En Europe :
 - Sukkoï avec le SSJ100



Une longue optimisation

- Depuis les années 60 la formule de base reste la même:
 - Fuselage cylindrique
 - Ailes en flèche
 - Empennage classique
 - Moteurs en nacelles
- mais tout a été optimisé:
 - L'aérodynamique
 - Les matériaux
 - Les moteurs
 - La gestion de la machine par des automatismes poussés

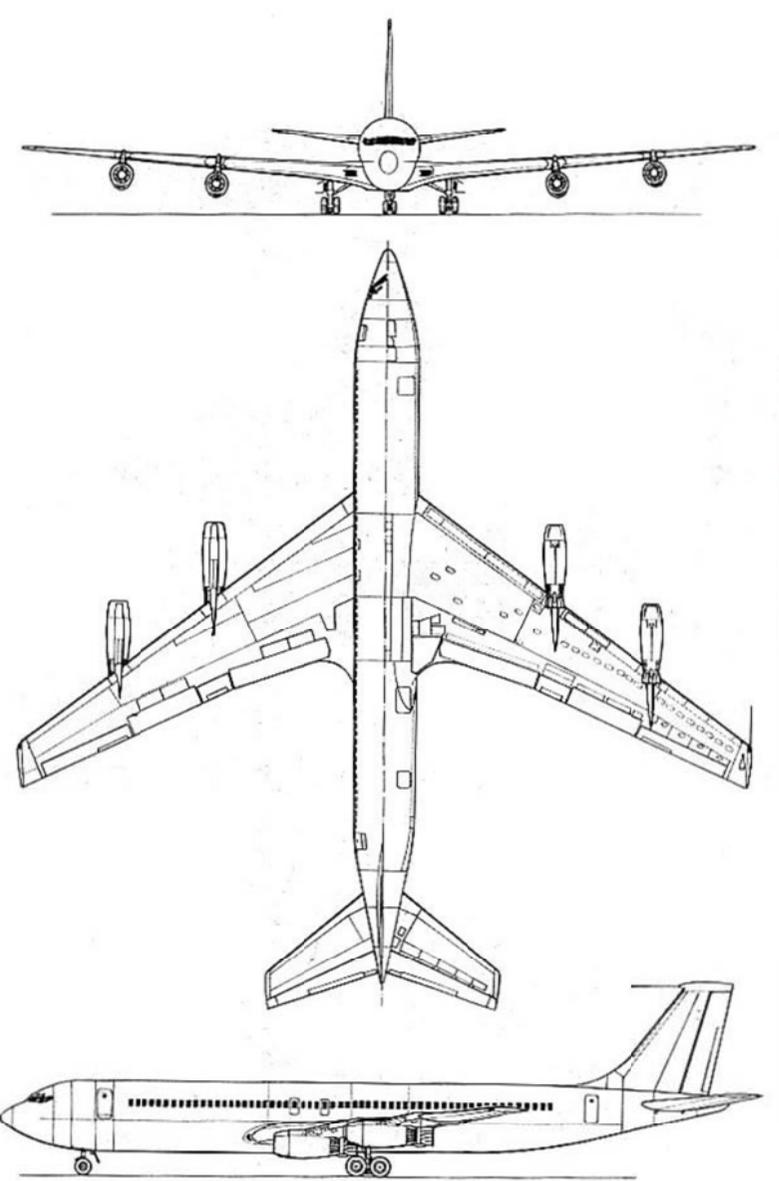


Une longue optimisation



Une longue optimisation

- Optimisation de l'aérodynamique: profils d'aile



Overall length 60.54 m



Height 17.05 m

Une longue optimisation

- Apparition des winglets



Une longue optimisation

- Voilure B737:



Property of Museum of History & Industry, Seattle



Une longue optimisation

- Voilure A 380:



Une longue optimisation

- Voilure A380



Une longue optimisation

- Voilure B787



Une longue optimisation

L'apparition des composites à base de fibres de carbone:

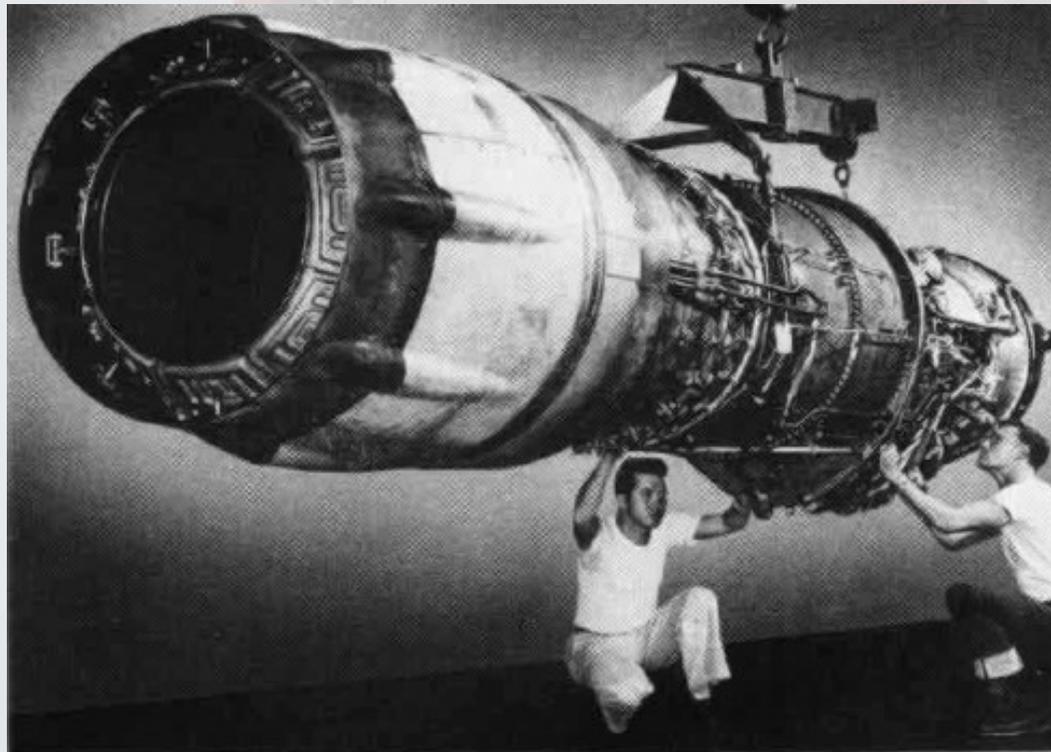
- Plus légers que les alliages
- Ne se corrodent pas
- Permettent des formes très complexes
- Ont une bonne résistance à la fatigue et aux chocs

Mais:

- Ils coûtent cher à produire

Une longue optimisation

- Les moteurs ont beaucoup évolué:
 - B707 motorisé par le JT3, version civile du J57 militaire
 - Doublee flux à faible taux de dilution => forte consommation



Une longue optimisation

- Aujourd'hui:
 - Doubles flux à fort taux de dilution (fan optimisés)
 - Nouveaux alliages => \uparrow température d'entrée de turbine
 - Optimisation des formes des chambres de combustion et de l'injection de carburant
=> forte diminution de consommation.

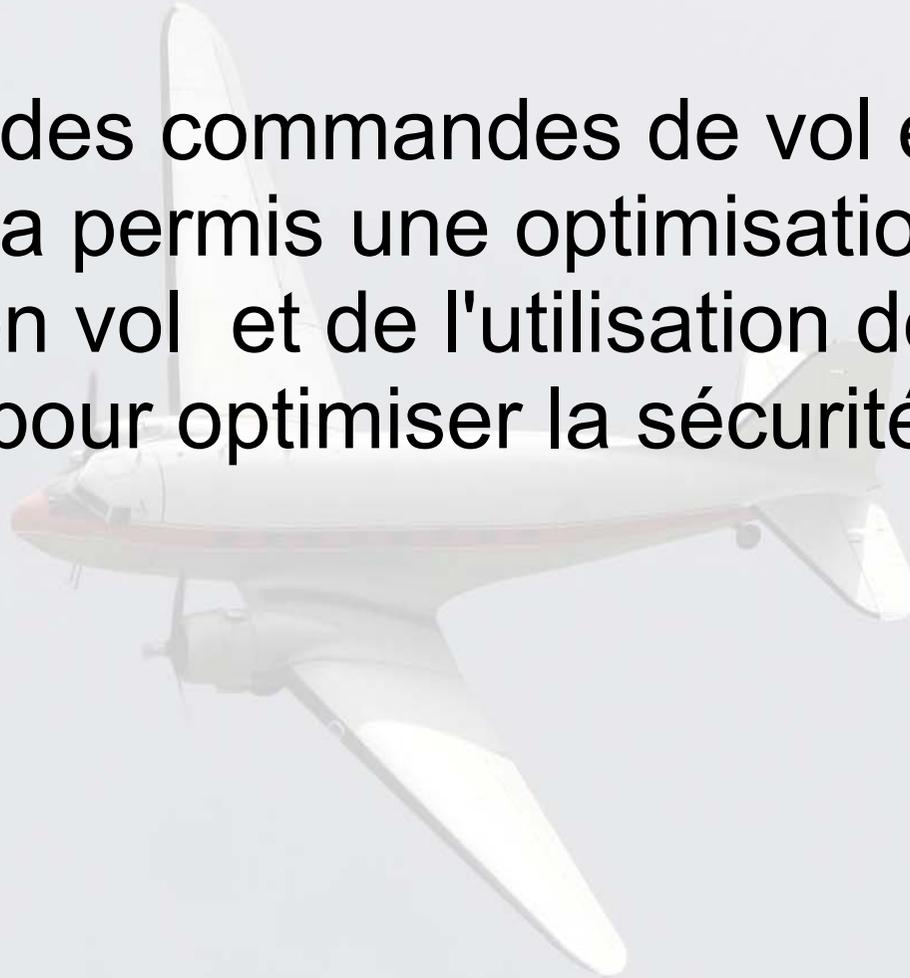


Une longue optimisation



Une longue optimisation

- L'apparition des commandes de vol électriques avec l'A320 a permis une optimisation de l'incidence en vol et de l'utilisation des surfaces de contrôle pour optimiser la sécurité .

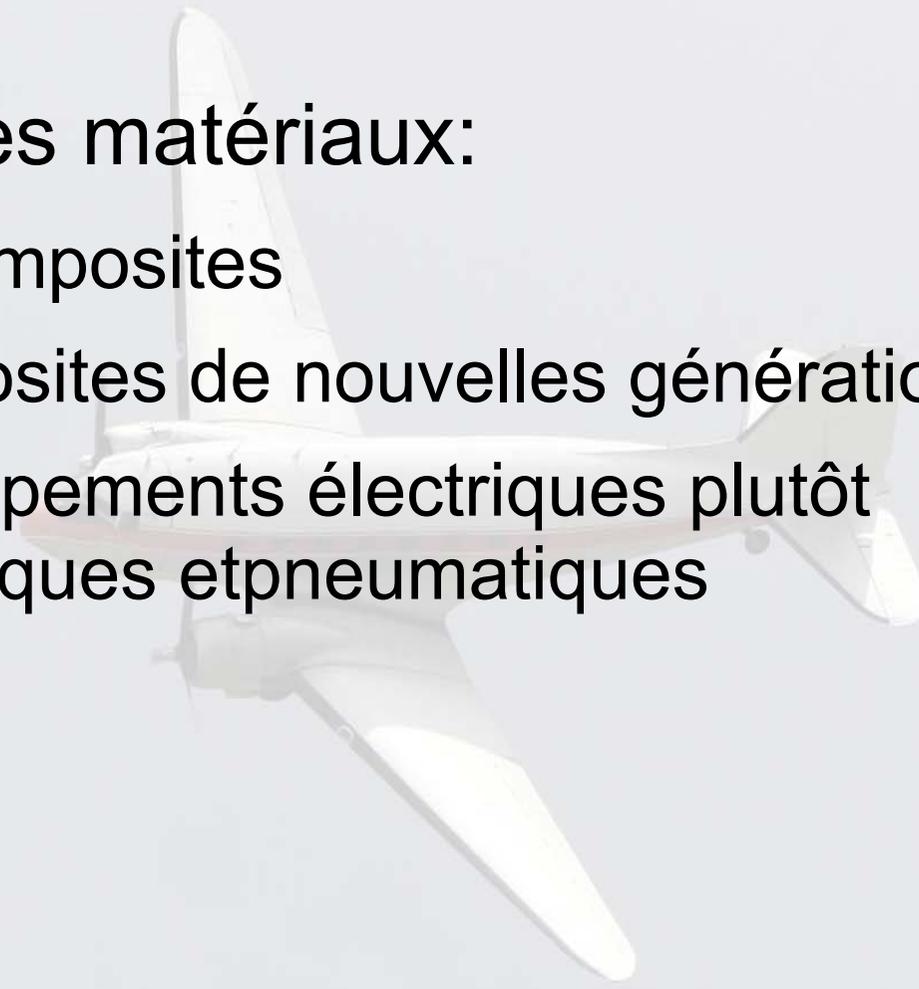


Développement de l'aéronautique.

- L'avenir proche : nécessité de satisfaire des normes environnementales de plus en plus exigeantes.
 - Le développement des moteurs permet des gains en consommation et en performances qui rendent l'utilisation des avions récents plus rentables.
 - L'utilisation de carburants « verts » permet de limiter l'utilisation des carburants fossiles.
 - L'optimisation des cellules (aérodynamique et matériaux) améliore encore l'efficacité énergétique des avions mais les avionneurs atteignent les limites des concepts utilisés actuellement.

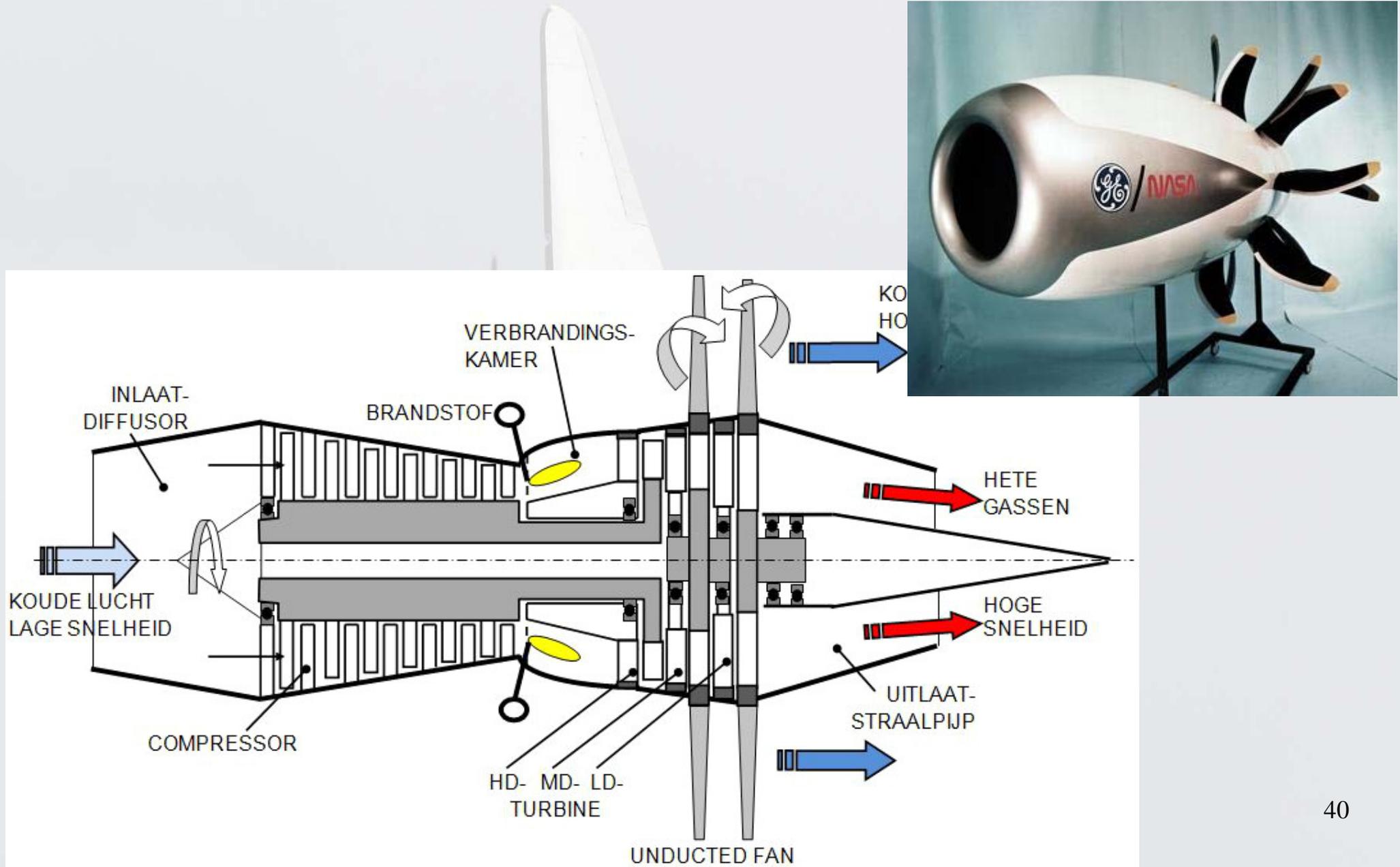
Développement de l'aéronautique.

- Evolution des matériaux:
 - Plus de composites
 - Des composites de nouvelles génération
 - Plus d'équipements électriques plutôt qu'hydrauliques et pneumatiques



Développement de l'aéronautique.

- Propulsion: vers de nouveaux moteurs?



Développement de l'aéronautique.

- L'avenir à long terme : l'attente d'une rupture technologique



Développement de l'aéronautique.

- L'avenir à long terme : l'attente d'une rupture technologique



Développement de l'aéronautique.



Développement de l'aéronautique.



Développement de l'aéronautique.

- L'avenir à long terme : l'attente d'une rupture technologique



Développement de l'aéronautique.

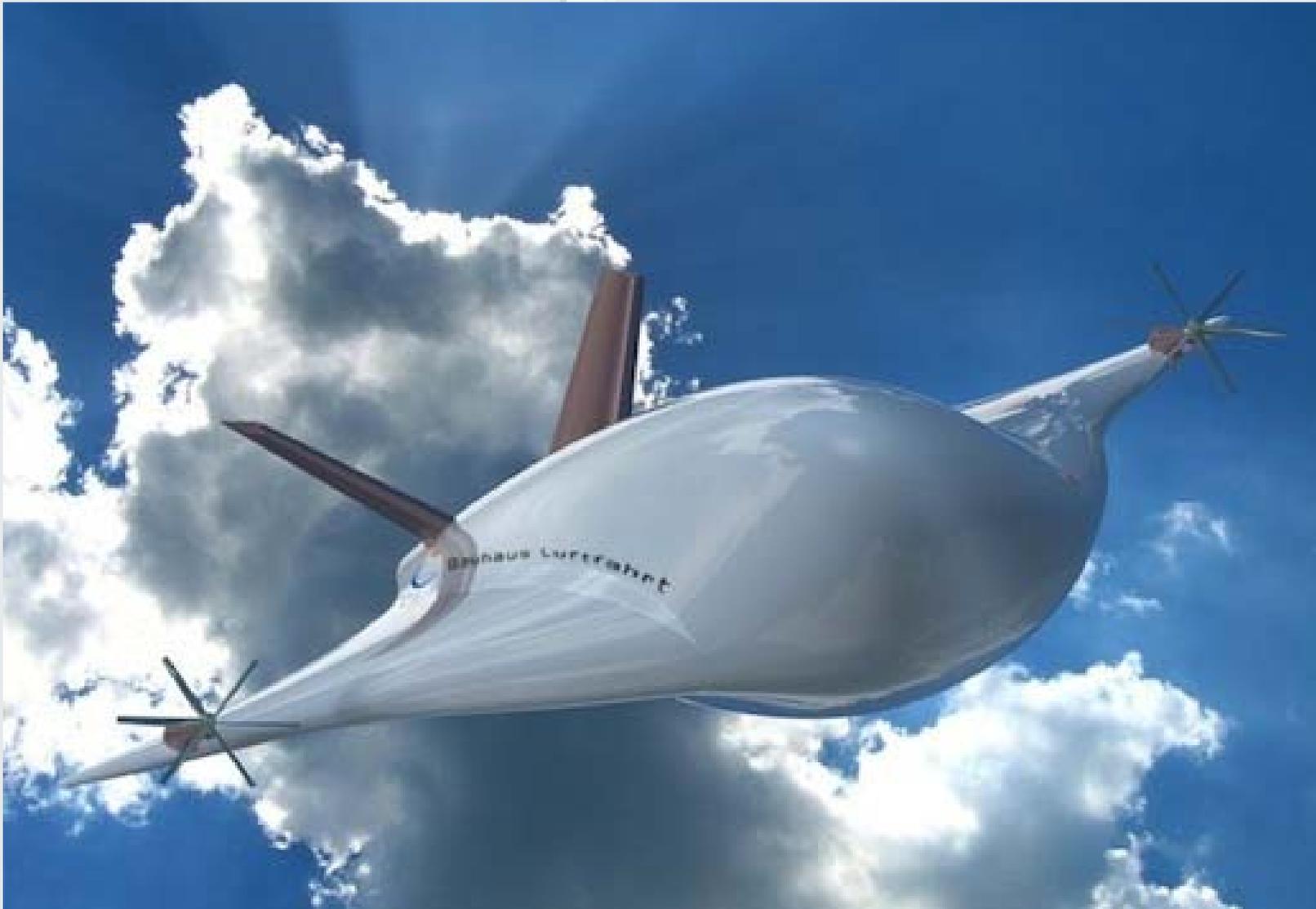
- L'avenir à long terme : l'attente d'une rupture technologique



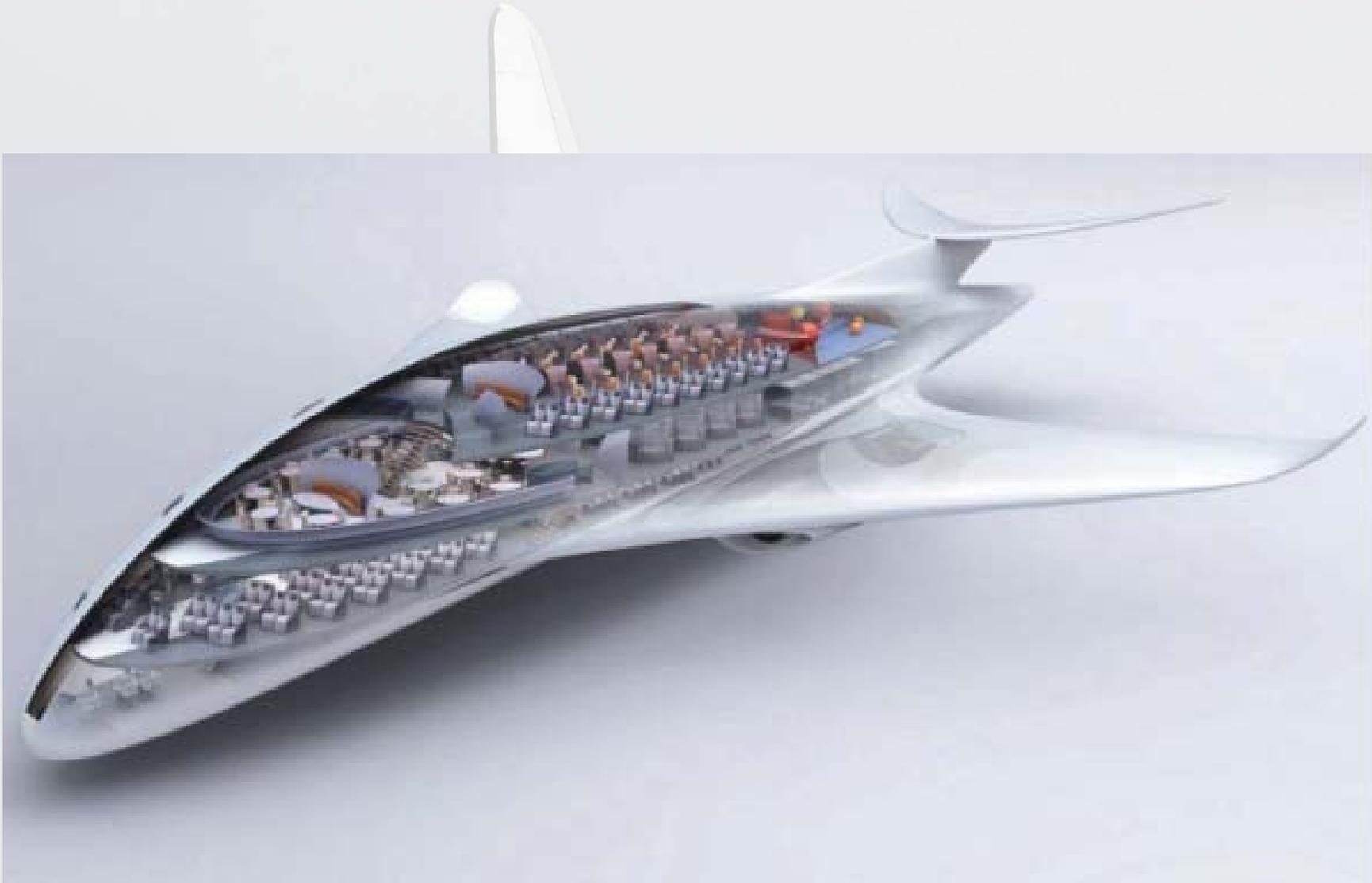
Développement de l'aéronautique.



Développement de l'aéronautique.



Développement de l'aéronautique.



Développement de l'aéronautique.



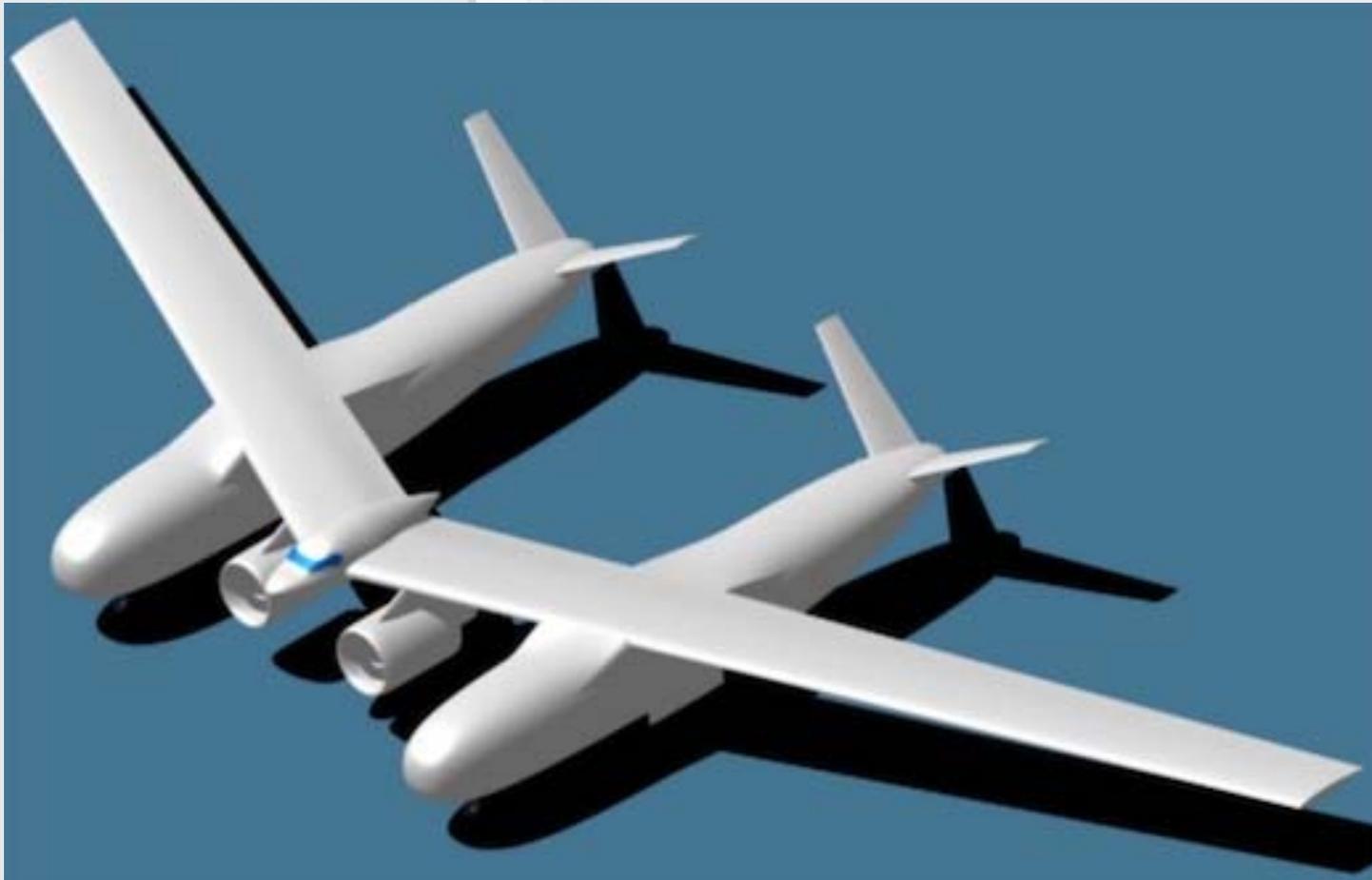
Développement de l'aéronautique.



Développement de l'aéronautique.



Développement de l'aéronautique.



Développement de l'aéronautique.



Développement de l'aéronautique.

